

ID ZONA SISMOGENETICA (riferimento GIS):**I_PTF**

(Pigna-Taggia Fault system)

Ubicazione (Regione – Provincia – Principali Comuni)

Ponente Ligure – Provincia di Imperia – Comuni: Santo Stefano al mare, Terzorio, Castellaro, Pompeiana, Taggia, Ceriana, Bajardo, Castel Vittorio, Pigna, Cipressa, Sanremo, Imperia, Badalucco, Montalto Ligure, Molini di Triora, Triora, Perinaldo, Apricale, Rocchetta Nervina

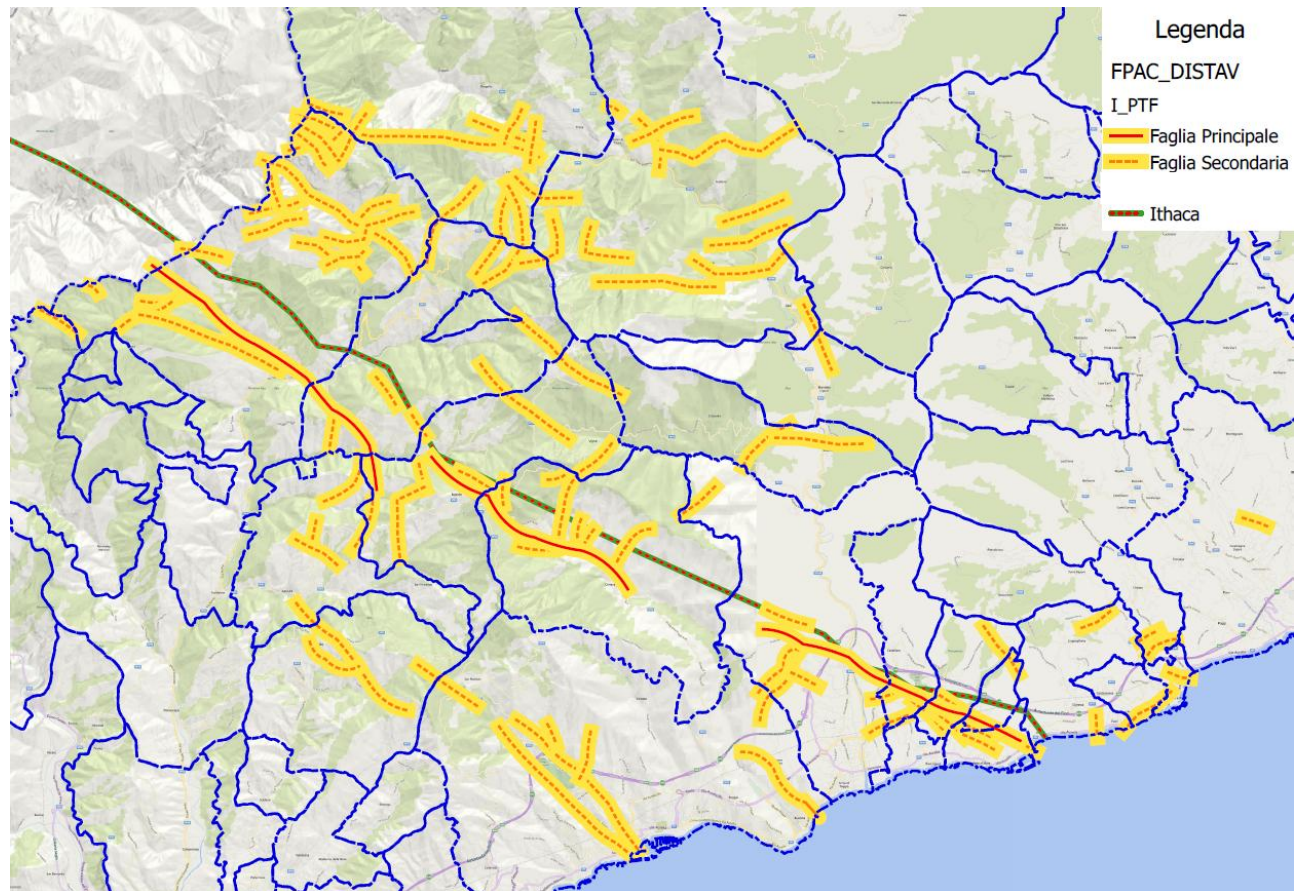


Figura 1 – Zona Sismogenetica I_PTF (la linea verde-rossa indica la traccia in superficie del lineamento Saorge-Taggia fault secondo il database Ithaca)

NOME STRUTTURA DA ITHACA:

Saorge-Taggia Line

Codice Ithaca	85000-85001
---------------	-------------

Caratteristiche geologiche della struttura I_PTF(da dati di Bibliografia)

Nel Catalogo ITHACA, è riportato un lineamento a direzione NO-SE che si estende dalla zona di Saorge, in territorio francese, ad Arma di Taggia, indicato come “Saorge-Taggia Line” (Figura 1).

In letteratura, la Saorge-Taggia o Saorge-Taggia fault (ST) è descritta come una struttura tettonica che consiste in un complesso sistema di faglie o “fascia di trascorrenza” orientato circa NO-SE. La ST è una zona di faglia che ha subito più fasi di riattivazione tettonica, la più recente delle quali come strike-slip destra durante le fasi tardo orogenetiche alpine (Miocene-Pliocene) sino al recente. La ST si estende dal Mar Ligure sino ad intersecare, verso Nord, la faglia Breil-Sospel-Monaco (BSM o MSBF; vedi Figure 2-3-4)

Nell'area delle Alpi Marittime, la ST fault è indicata come una delle principali strutture tettoniche responsabili dell'attività sismica recente e quindi in grado di generare terremoti da bassa a moderata magnitudo.

In prossimità dell'abitato di Pigna, sono segnalati affioramenti riconducibili alla ST. Qui la zona di faglia è caratterizzata da livelli potenti (fino a 40 m) di rocce di faglia costituite da cataclasi e brecce tettoniche. La cinematica di tipo trascorrente (“strike-slip”) destra è testimoniata sia da evidenze a scala cartografica (con la

dislocazione dei limiti tra formazioni geologiche) sia in affioramento dove si possono trovare superfici di faglia lucidate (slicken side) decametriche con indicatori cinematici tipici di strutture fragili, e superfici di faglia minori ad orientazione NE-SO riferibili a sistemi R' del sistema di Riedel trascorrente

Dal punto di vista geologico regionale, la ST fault disloca il contatto tra il dominio dei Flysch a Helminthoidi (Helminthoid Flysch) e il dominio Delfinese (Dauphinois).

Nel territorio Ligure, la ST attraversa le formazioni geologiche dell'Unità tettonica San Remo–M. Saccarello (vedi Flysch di Sanremo, Arenarie di Bordighera e Formazione di San Bartolomeo) del Cretacico, dell'Unità tettonica Baiardo-Trioradi età Eocenica e le Coperture Delfinesi Provenzali (vedi Flysch di Ventimiglia) di età eocenica, come si può evincere dalla cartografia del Progetto CARG. In letteratura, non sono segnalate evidenze di strutture che tagliano formazioni geologiche più recenti, come i depositi Pliocenici e/o alluvionali. Il recente rilevamento effettuato per la realizzazione del Foglio "SANREMO" a scala 1:50000 (Progetto CARG), non ha rilevato strutture tettoniche in campagna che taglino le formazioni del Pleistocene Superiore-Olocene, lungo la prosecuzione della ST verso la parte a mare.

La probabile attività tettonica della ST durante il Pliocene e il Pleistocene, è ipotizzata attraverso evidenze morfotettoniche lungo la costa, dati di sismografia e analisi di tracce di fissione in aree limitrofe, oltre che dall'attività sismica dell'area.

I lineamenti tettonici riportati nella carta geologica del Foglio Sanremo a scala 1:50.000 CARG sono considerati come "faglie cieche" (vedi Giammarino et al., 2010).

In bibliografia, vengono proposti modelli per la tettonica crostale e litosferica attuale derivati dai dati di sismicità per questo settore delle Alpi Marittime, ma la relazione della sismicità con un singolo lineamento tettonico, quale la ST line non è certo o dimostrabile (vedi ad esempio Figure 5-6).

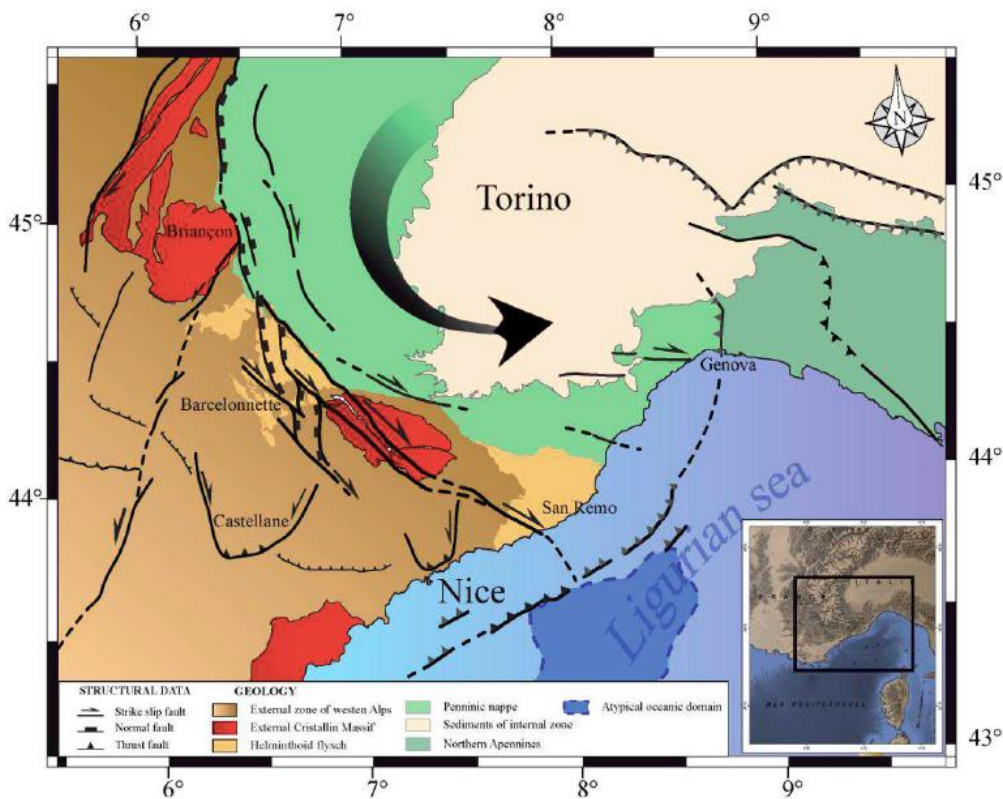


Figura 2- Schema tettonico delle Alpi SO interpretato da analisi di paleostress e stress attuale (Bauve, 2016).

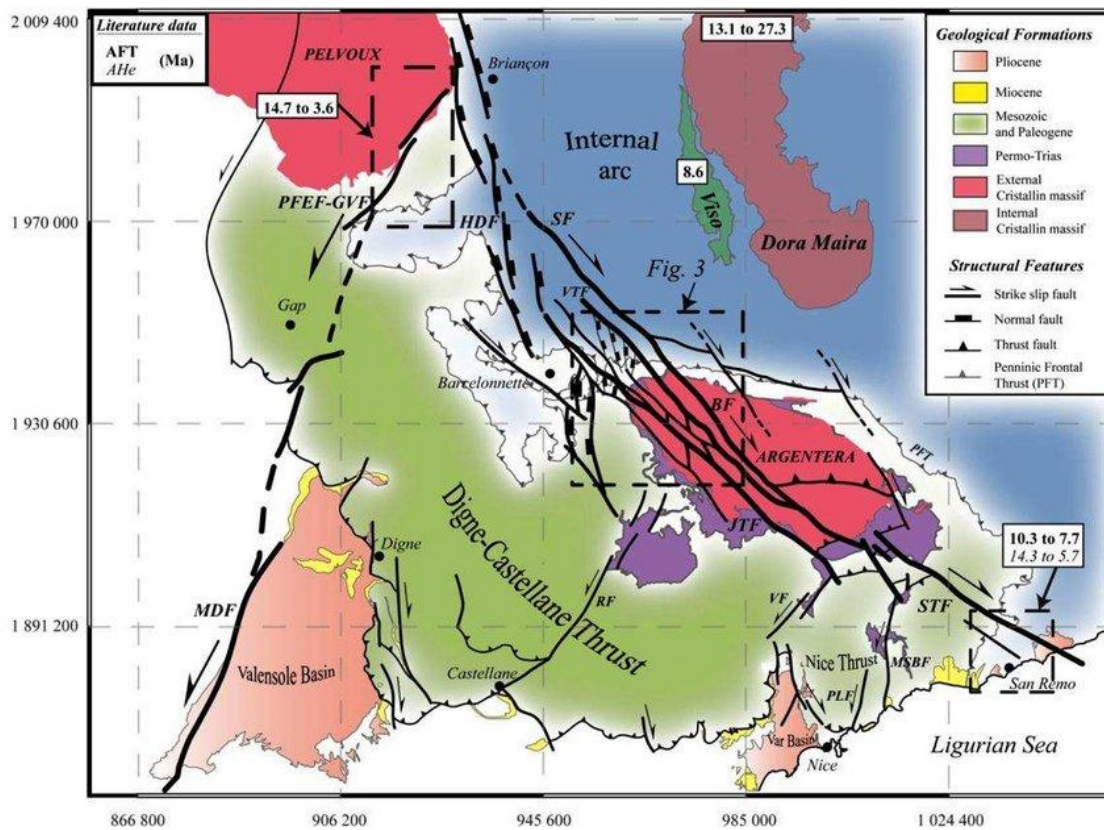


Figura 3 - Schema geologico dei sistema di faglie principali attive/recenti nelle Alpi sud-occidentali, dalle *Hautes Alpes* alle Alpi Marittime (da Buve, 2016 modificato da Sanchez et al., 2010) Le età di AFT e AH e derivano da Foeken et al. (2003); Schwartz et al. (2007); Tricart et al. (2007). BF: Bersézio fault; DCFT: Digne-Castellane Frontal Thrust, GVF-PFEF: GrandVallon-Pont duFossé-Eychauda fault; HDF: High Durance fault; JTF: Jausiers-Tinée fault; MDF: Middle Durance fault; MSBF: Monaco-Sospel-Breil fault; NT: Nice Thrust; PFT: Penninic Frontal Thrust; PLF: Peille-Laghet fault; RF: Rouaine fault; SF: Serenne fault; STF: Saorge-Taggia fault; VF: Vésubie fault; VTF: Valletta fault.

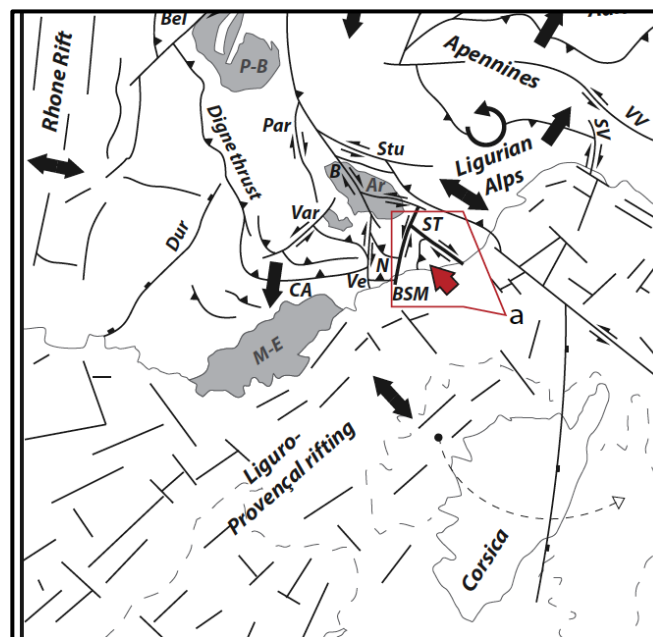


Figura 4 - Schema tettonico semplificato dell'area Mentone-Ventimiglia comprendente la Saorge-Taggia (ST) e la Breil-Sospel-Monaco (BSM) strike-slip fault da Decarlis et al., 2014

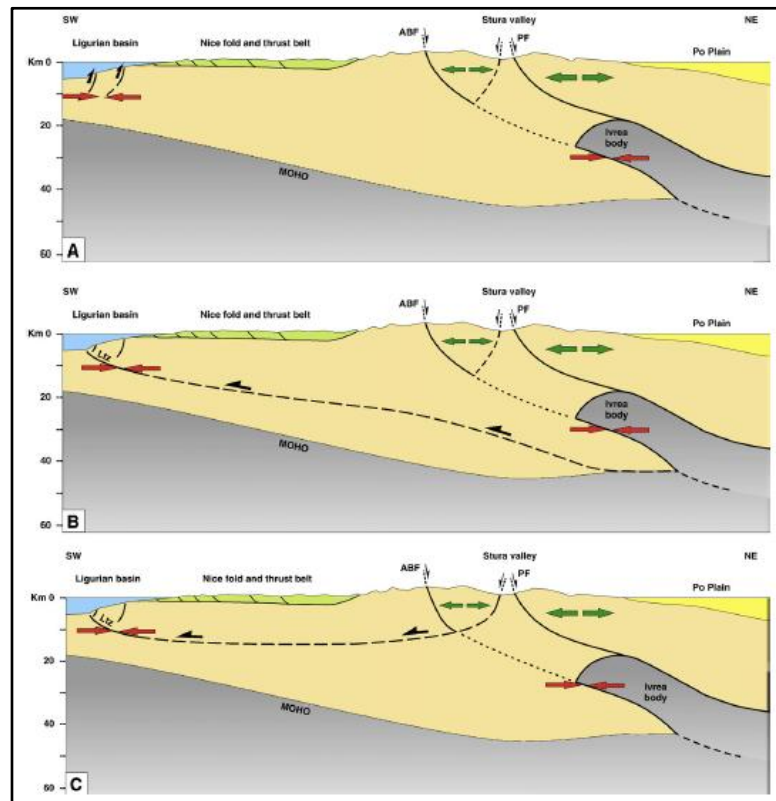


Figura 5 - Tre tipi di modelli strutturali proposti da Larroque et al. (2009) per spiegare il campo deformativo attuale delle Alpi Marittime (estensione nell'area del Massiccio dell'Argentera e compressione nel margine Ligure settentrionale)

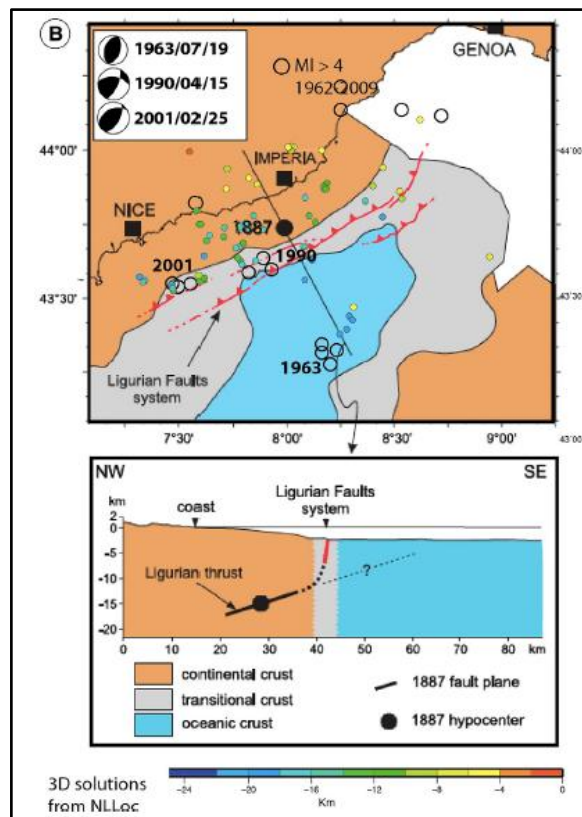
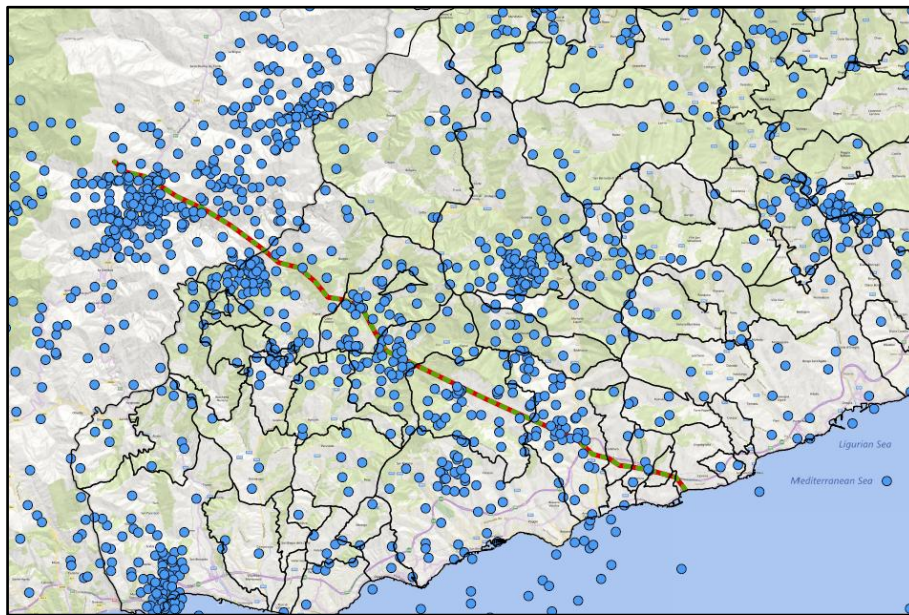


Figura 6 – Modello di struttura tettonica ipotizzato per la sismicità della zona di Imperia da Bethoux et al., 2016

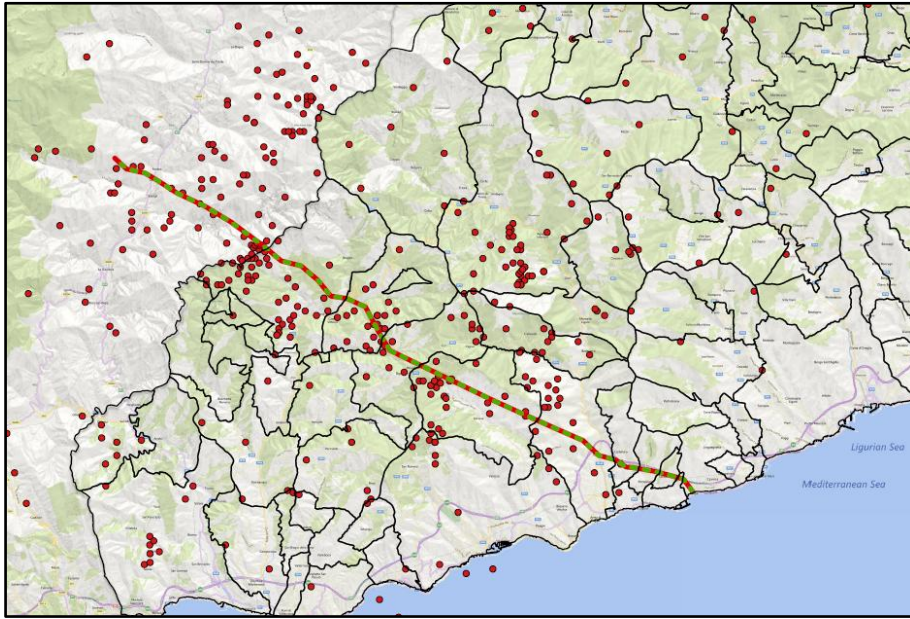
Sismicità strumentale recente e Mappe di sismicità (recente e storica)

Come evidenziato da diversi autori (e.g. Torino et al., 2009) la “Saorge-Taggia Line” è caratterizzata da una sismicità strumentale recente di moderata magnitudo che tende a manifestarsi sotto forma di sequenze sismiche distribuite lungo un allineamento NO-SE. Questo allineamento sugli schemi geologici in letteratura e sul catalogo Ithaca, viene riportato come un'unica linea o traccia che arriva in superficie (i dati geologici di campagna nell'area e a scala locale descrivono questa struttura come un sistema complesso di faglie o fascia di deformazione con caratteristiche di un sistema strike-slip). Dai dati sismici disponibili, risultano sismogeneticamente attivi solo alcuni tratti della struttura in esame. Gli epicentri tendono a collocarsi in prossimità della traccia in superficie e risultano compatibili con una struttura sub-verticale. Gli eventi associabili, per localizzazione, alla struttura in esame, considerando il bollettino della rete RSNI dal 1982 al 2018, sono oltre 500 con una magnitudo massima di 4.1. I meccanismi focali, calcolati per i principali eventi associabili alla ST, evidenziano un meccanismo deformativo prevalente di tipo “strike-slip” con una inclinazione maggiore di 75° e una direzione compresa fra 270° e 285° .

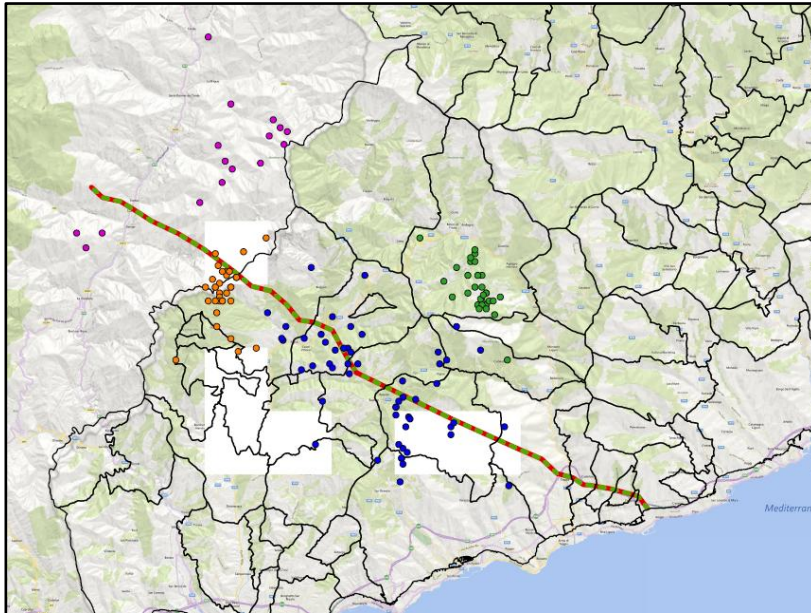
Relativamente alla sismicità storica, il Ponente Ligure è stato oggetto di alcuni terremoti particolarmente distruttivi fra cui, il principale, è quello del 1887. Tuttavia sulla base delle informazioni storiche disponibili, risulta estremamente difficile associare tali eventi storici ad una struttura ben definita e certa. Il terremoto del 1887 veniva localizzato nel catalogo CPTI11 in mare risultando quindi associabile alle strutture sismogenetiche offshore presenti in prossimità della costa. Tale ipotesi risulta compatibile con quanto indicato dalla banca dati DISS (si veda nota seguente). Il catalogo CPTI15, a seguito di una revisione dei dati storici e del metodo di analisi, colloca l'epicentro del terremoto del 1887 all'interno del territorio comunale di Imperia. Sulla base di tale dato storico e dato il livello di incertezza delle localizzazioni dei terremoti storici, non può essere escluso a priori che il terremoto del 1887 possa essere stato generato dalla “Saorge-Taggia Line” ossia dalle faglie ad essa associabili.



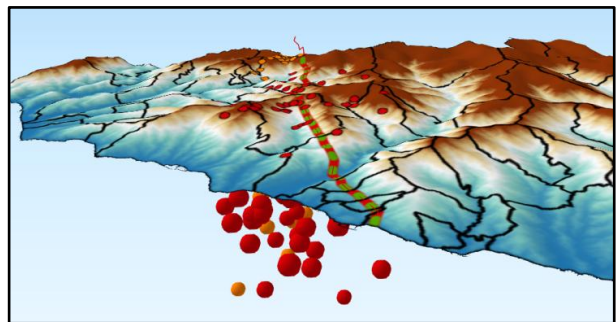
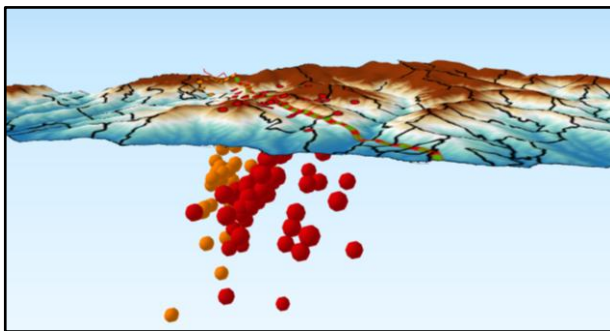
Sismicità strumentale (dati da bollettino sismico della rete RSNI dal 1982 al 2018)



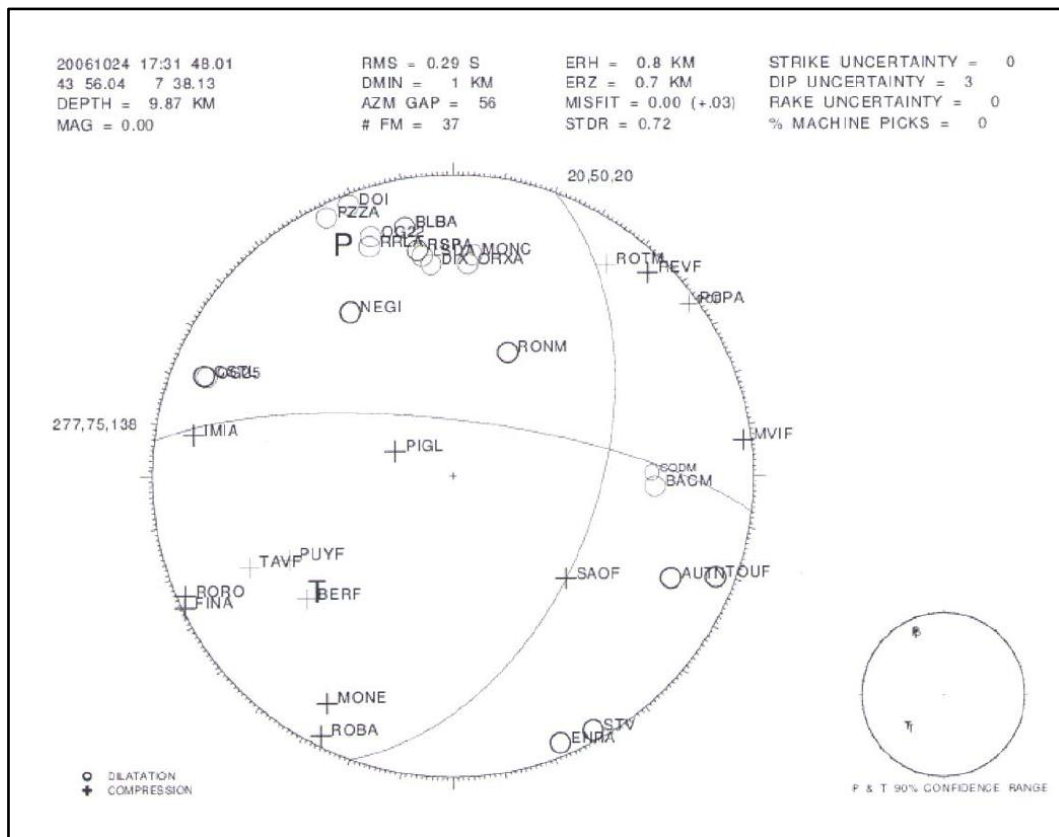
Sismicità strumentale rilocalizzata e selezionata in funzione della qualità delle localizzazioni (errori di localizzazione minori di 5km)



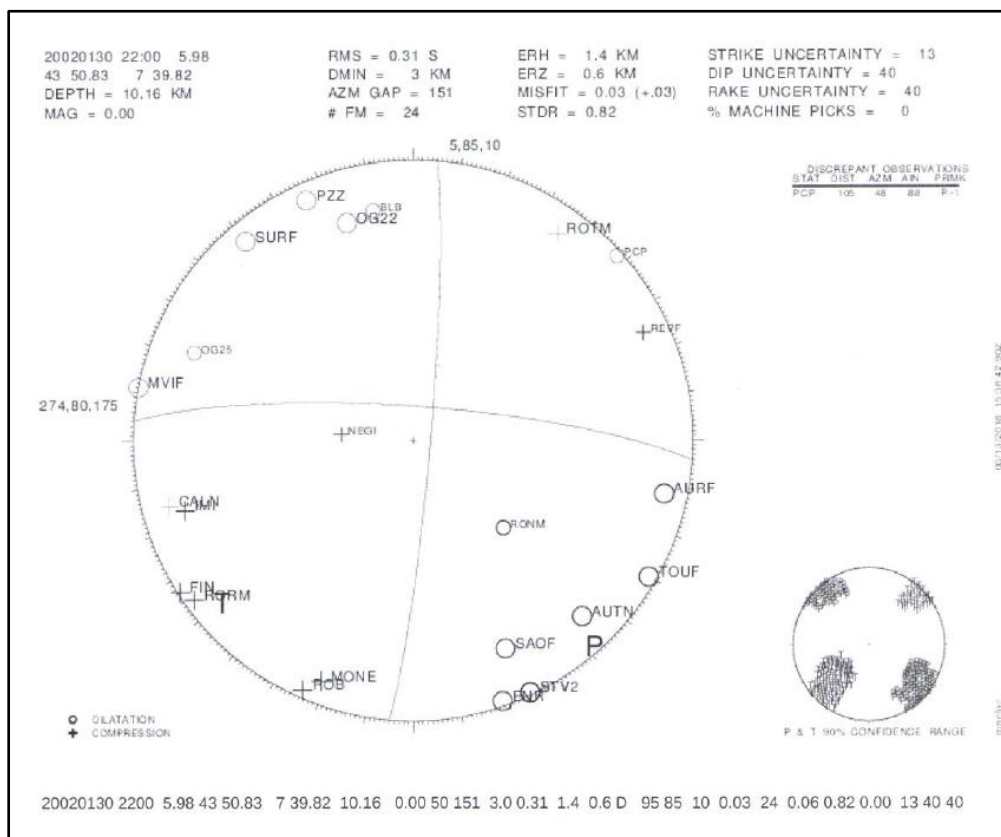
Famiglie sismogenetiche riconosciute nell'area in esame (da waveform similarity analysis)



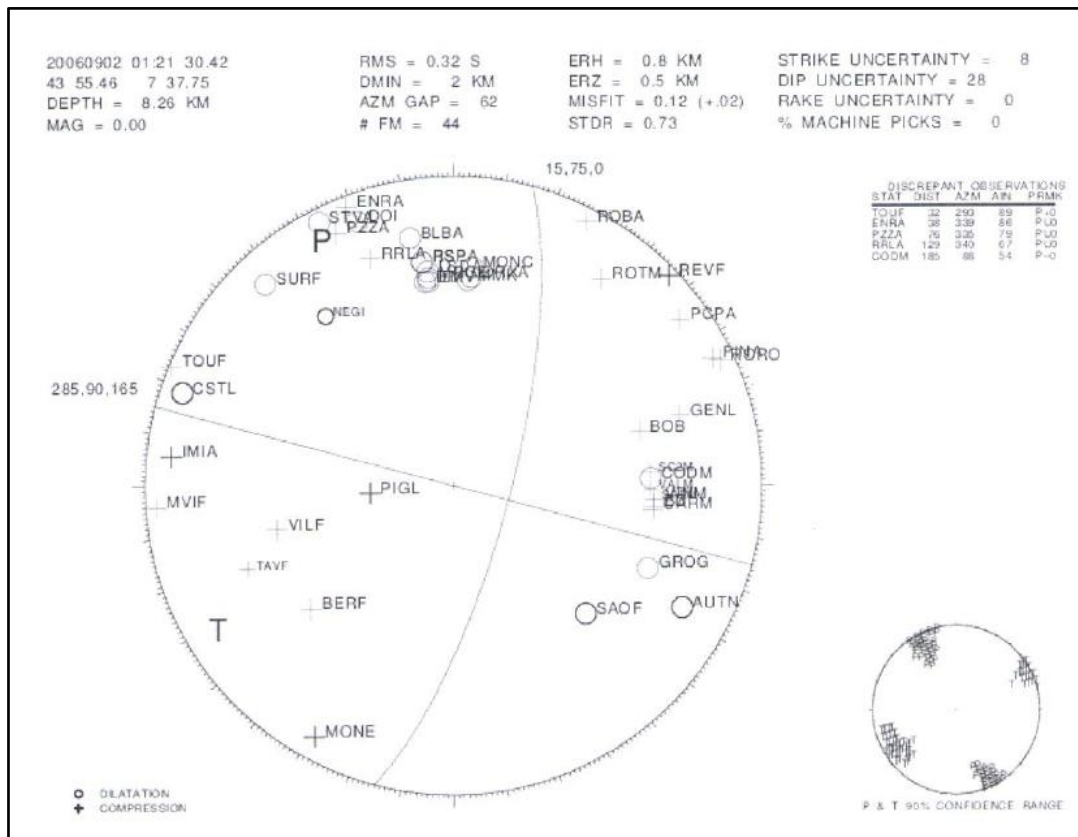
Distribuzione 3D degli ipocentri dei terremoti appartenenti a famiglie sismogenetiche riconducibili alla I_PTF



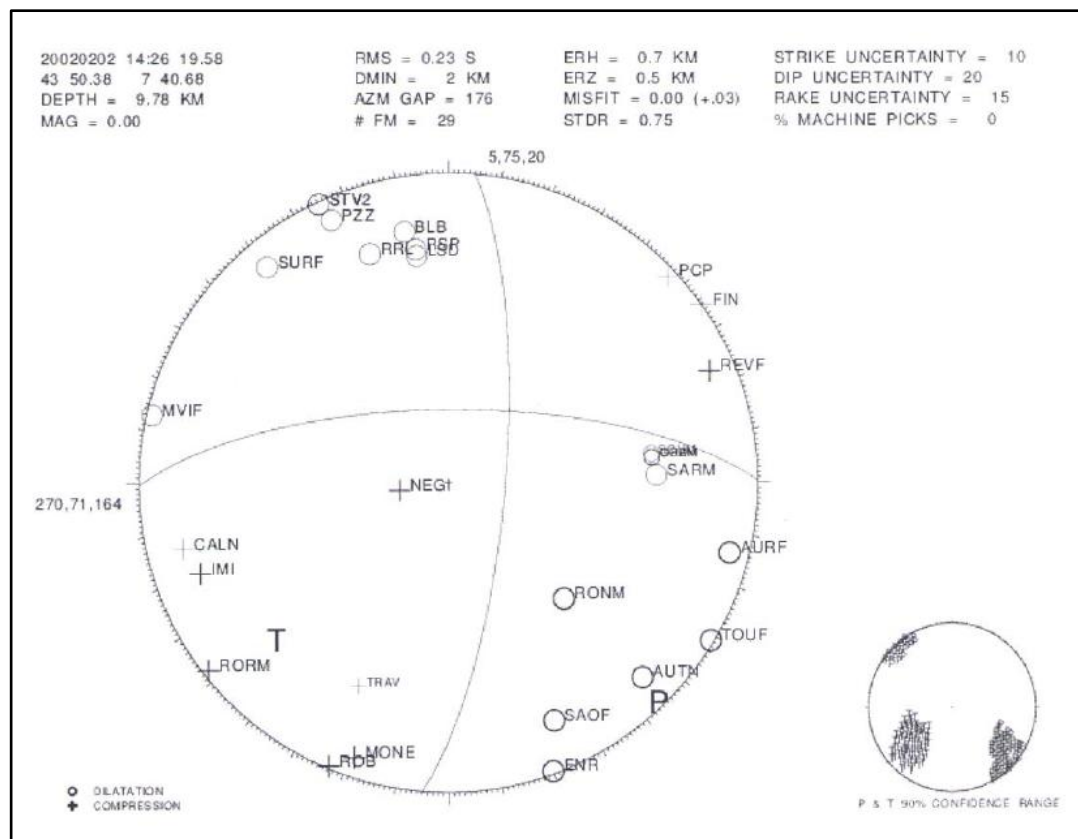
Meccanismo focale per l'evento sismico del 24.10.2006 MI 3.4



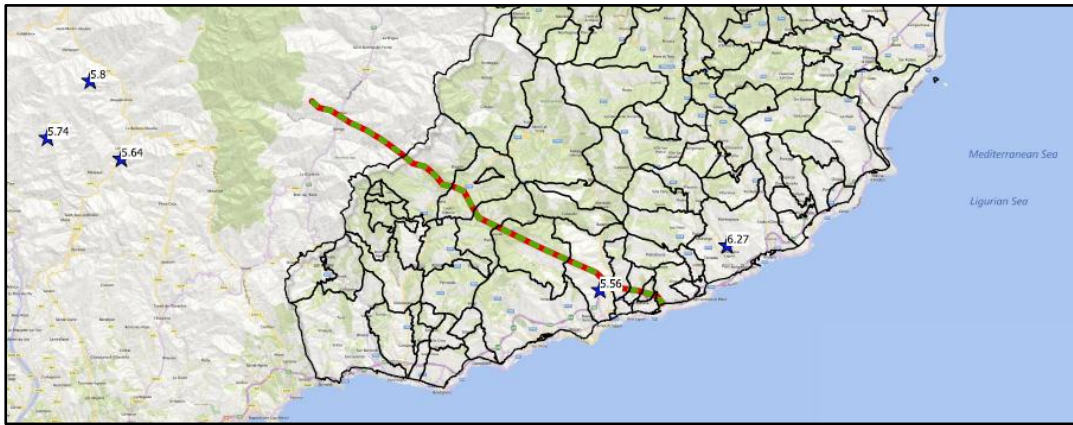
Meccanismo focale per l'evento sismico del 30.02.2002 MI 3.2



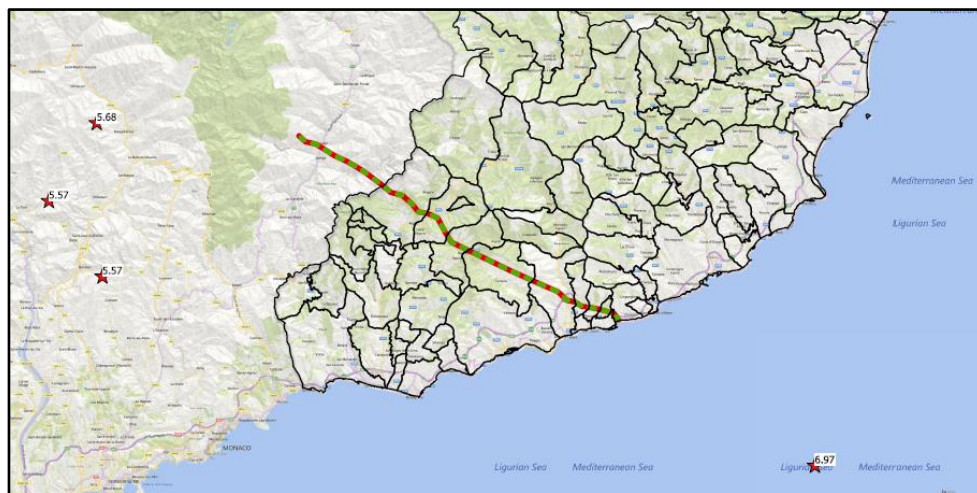
Meccanismo focale per l'evento sismico del 02.09.2006 MI 4.1



Meccanismo focale per l'evento sismico del 02.02.2002 MI 3.4

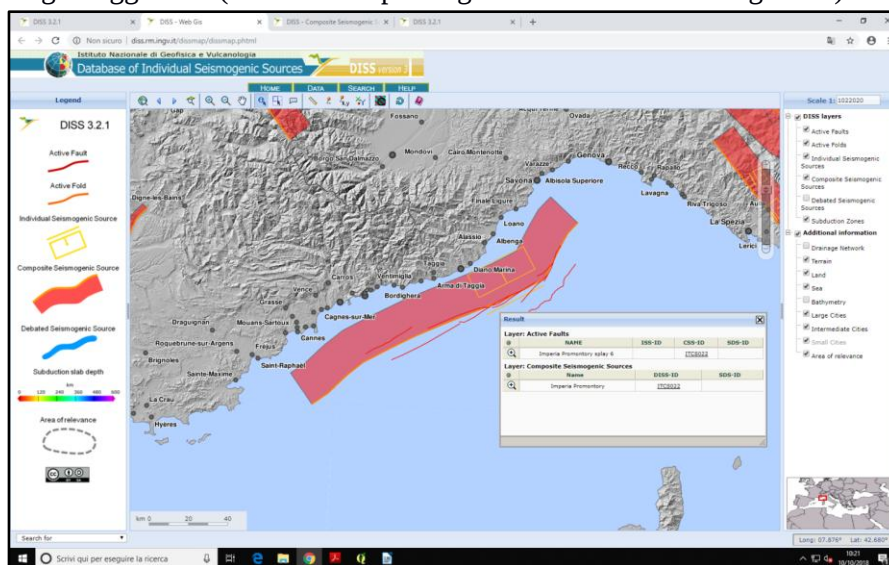


Sismicità storica – eventi con magnitudo maggiore o uguale a 5.5 (da CPTI15)



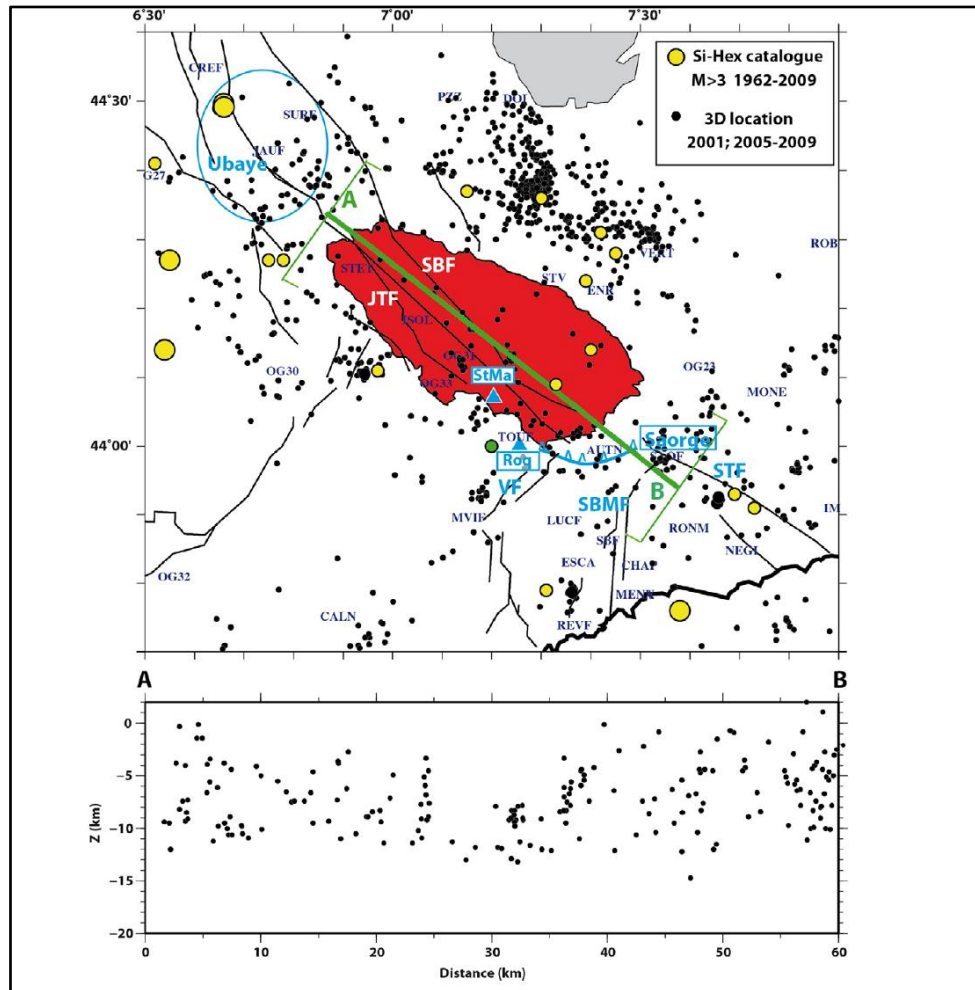
Sismicità storica – eventi con magnitudo maggiore o uguale a 5.5 (da CPTI11)

Nota aggiuntiva: il database DISS indica per il Ponente Ligure un'importante sorgente sismogenetica (Codice: ITCS022) che si colloca in mare in prossimità della costa. Tale sorgente, composta da un complesso sistema di faglie sia parallele sia perpendicolari alla costa) si presume abbia generato il terremoto del febbraio del 1887, uno dei più forti eventi avvenuti storicamente in Liguria. Tale struttura è stata ampiamente analizzata anche attraverso l'utilizzo di dati batimetrici e profili sismici in mare. Dai dati attualmente disponibili in letteratura non risulta possibile stabilire se tale sistema di faglie offshore sia in qualche modo connesso con la Saorge-Taggia line (in termini di prolungamento in mare della faglia ST).

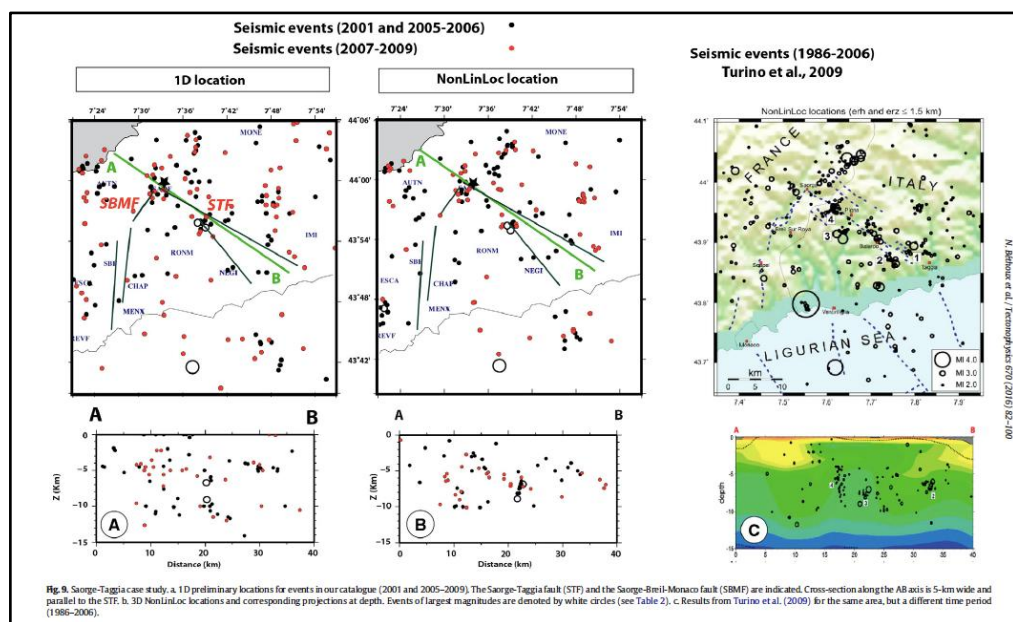


Sorgente sismogenetica a mare di fronte ad Arma di Taggia (Codice: ITCS022), da DISS

In bibliografia, le analisi sismologiche effettuate in quest'area delle Alpi Marittime, confermano quanto evidenziato all'interno di questo studio ovvero che la struttura Saorge-Taggia è caratterizzata da una sismicità recente di magnitudo inferiore a 3.5 – 4.0.



Sismicità dell'areale del Massiccio dell'Argentera. I pallini neri indicano la sismicità e il raggio è proporzionale alla magnitudo (da Bethoux et al., 2016)



Distribuzione degli eventi sismici per i periodi 1986-2006 e 2001-2009 riportati in Berthoux et al., 2016

Bibliografia di riferimento

V. Bauve, R. Plateaux, Y. Rolland, G. Sanchez, N. Bethoux, B. Delouis, R. Darnault. (2014) Long-lasting transcurrent tectonics in SW Alps evidenced by Neogene to present-day stress fields.. *Tectonophysics* 621 (2014) 85–100. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tecto.2014.02.006>

V. Bauve. (2013) Etude des champs de contraintes néogènes à actuels des Alpes du sud : implications sur la géodynamique alpine et l'activité sismique. *Earth Sciences*. Université Nice Sophia Antipolis,. French. <NNT : 2013NICE4086>. <tel-00991806>

N. Béthoux, T. Theunissen, M. Beslier, Yvonne Font, François Thouvenot, Jean-Xavier Dessa, Soazig Simon, Gabriel Courrioux, Antonio Guillen (2016) Earthquake relocation using a 3D a-priori geological velocity model from the western Alps to Corsica: Implication for seismic hazard.. *Tectonophysics* 670 82–100. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tecto.2015.12.016>

F. Courboulès, A. Deschamps, M. Cattaneo, F. Costi, J. Deverchère, J. Virieux, P. Augliera, V. Lanza, D. Spallarossa. (1998) Source study and tectonic implications of the 1995 Ventimiglia (border of Italy and France) earthquake ($M_L = 4.7$). *Tectonophysics* 290 245–257.

G. Dall'Agiovanna; F. Fanucci; L. Pellegrini; S. Seno; L.; Bonini; A. Decarlis; M. Maino; D. Morelli; G. Toscani. 2012 Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 foglio 257 e 270 "Dolceacqua-Ventimiglia". ISPRA – Regione Liguria. 103 pp. http://www.isprambiente.it/Media/carg/note_illustrative/257_270_Dolceacqua_Ventimiglia.pdf

A. Decarlis, M. Maino, G. Dall'Agiovanna, A. Lualdi, E. Masini, S. Seno, G. Toscani. (2014) Salt tectonics in the SW Alps (Italy–France): From rifting to the inversion of the European continental margin in a context of oblique convergence. *Tectonophysics* 636 293–314. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tecto.2014.09.003>

J. P. T. Foeken, T. J. Dunai, G. Bertotti, and P. A. M. Andriessen (2003) Late Miocene to present exhumation in the Ligurian Alps (Southwest Alps) with evidence for accelerated denudation during the Messinian salinity crisis. *Geology* 31(9), 797–800.

S. Giammarino, F. Fanucci, S. Orezzi, D. Rosti, D. Morelli. (2010). Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 - Foglio "San Remo" n. 258–271. ISPRA – Regione Liguria. 130 pp. A.T.I. – System Cartes r.l. - L.A.C. s.r.l. - S.E.L.C.A., Firenze http://www.isprambiente.it/Media/carg/note_illustrative/258_SanRemo.pdf

C. Larroque, B. Delouis, Béline Godel, Jean-Mathieu Nocquet. (2009) Active deformation at the southwestern Alps–Ligurian basin junction (France–Italy boundary): Evidence for recent change from compression to extension in the Argentera massif.. *Tectonophysics* 467, 22–34. doi:10.1016/j.tecto.2008.12.013

S. Migeon, A. Cattaneo, V. Hassoun, C. Larroque, N. Corradi, F. Fanucci, A. Dano, B. Mercier de Lépinay, F. Sage, C. Gorini. (2011) Morphology, distribution and origin of recent submarine landslides of the Ligurian Margin (North-western Mediterranean): some insights into geohazard assessment.. *Mar Geophys Res.* DOI 10.1007/s11001-011-9123-3

G. Sanchez, Y. Rolland, D. Schreiber, G. Giannerini, M. Corsini, J.-M. Lardeaux. (2010) The active fault system of SW Alps. *Journal of Geodynamics* 49 296–302. doi:10.1016/j.jog.2009.11.009

C. Turino, D. Scafidi, E. Eva, S. Solarino. (2009) Inferences on active faults at the Southern Alps–Liguria basin junction from accurate analysis of low energy seismicity. *Tectonophysics* 475 470–479. doi:10.1016/j.tecto.2009.06.007

Condizioni preliminari per l'identificazione di una Zona di FAC

I - L'area oggetto di studi di MS ricade in area epicentrale di terremoti storici con $M_w > 5.5$:

SI

Commenti: come evidenziato nel paragrafo precedente, la sismicità storica nell'area è tutt'oggi oggetto di revisione. Il terremoto del 1887 è attualmente localizzato in terra (cfr. CPTI15) mentre la maggior parte dei dati disponibili in bibliografia lo indicano come terremoto in mare associabile alle strutture sismogenetiche presenti davanti alla costa del ponente ligure. Il terremoto del 1831 ha un'incertezza sulla magnitudo a cavallo tra 5.4 e 5.6. Si noti inoltre che la maggior parte degli articoli scientifici dedicati al terremoto del 1887 e alla struttura che presumibilmente lo ha generato indicano come ipotesi più probabile una faglia collocata nella parte a mare, davanti alla costa imperiese, con andamento parallelo alla costa e immersione verso NNO (Da Berthouet et al., 2016).

II - La letteratura scientifica disponibile già riporta la presenza di faglie all'interno di formazioni tardo-pleistoceniche-oloceniche:

NO (da verificare)

Commenti: Sulla base dei dati di rilevamento disponibili per la struttura in esame, le formazioni ove risulta visibile la ST fault appartengono all'Unità tettonica di San Remo – M. Saccarello (Cretacico)

III - sono segnalate evidenze di attività recente delle faglie rilevate sul campo da geologi, durante i rilievi geologico-tecnici per la stesura delle carte di MS

NON NOTO o NON SEGNALATO

Commenti: la carta delle MOPS redatta per il Comune di Pigna riporta la presenza di una Faglia Attiva e Capace (FAC) della quale è stata tracciata la Zona di Attenzione ZA_{FAC} . Tale FAC è stata derivata dalla banca dati Ithaca e non è stato effettuato alcuno studio di dettaglio.