

APAT

Agenzia per la Protezione dell' Ambiente e per i Servizi Tecnici

***ESPANSIONE URBANA IN AREE CAMPIONE
SOGGETTE A RISCHI NATURALI***



Dr.ssa Sabrina Poddighe

Tutor: Dr. Luca Guerrieri

INDICE

PREFAZIONE.....	pag. 1
ABSTRACT.....	pag. 2
INTRODUZIONE.....	pag. 3

Capitolo 1 – Normativa e strumenti di elaborazione

1.2 Normativa in vigore.....	pag. 6
1.3 Banche dati e Indicatore CFUI.....	pag. 7

CAPITOLO 2 - METODOLOGIA

2.1 Scelta dell'area di studio.....	pag. 10
2.2 Dati di partenza e processi di elaborazione.....	pag. 13

CAPITOLO 3 - RISULTATI

3.1 Analisi Qualitativa.....	pag. 16
3.2 Analisi Quantitativa.....	pag. 19
CONCLUSIONI.....	pag. 22
BIBLIOGRAFIA.....	pag. 23

ALLEGATI

PREFAZIONE

Questo lavoro è il risultato di uno studio avviato dal *Dipartimento per la Difesa del Suolo - Servizio Istruttorie, Piani di Bacino, Raccolta Dati e Tecnologie del Sito* finalizzato a valutare l'espansione urbana nei pressi delle *faglie capaci*.

Lo studio nasce dall'esigenza di validare e approfondire i dati nazionali attraverso un'analisi qualitativa e quantitativa che, analizza con maggior dettaglio specifiche aree campione.

La metodologia si avvale dell'incrocio di banche dati disponibili e dell'introduzione di uno specifico indicatore finalizzato a caratterizzare il fenomeno a livello sia nazionale che locale.

I risultati ottenuti confermano la validità dell'indicatore riguardo all'individuazione dell'intensità e del ruolo avuto dall'espansione urbana in prossimità delle faglie capaci, a diverse scale di risoluzione. Pertanto si ritiene che esso possa essere utile nel fornire delle indicazioni per l'introduzione di una normativa nazionale che, così come avviene in altri Paesi ove sono presenti faglie capaci, regoli la pianificazione del territorio.

In prospettiva, per passare dalla semplice quantificazione del fenomeno alla valutazione del rischio ad esso connesso, è auspicabile affiancare all'indicatore descritto le informazioni che tengano conto della *pericolosità* dovuta alla fagliazione superficiale (potenziale di dislocazione, ampiezza della fascia di deformazione, etc.), nonché le caratteristiche di vulnerabilità degli edifici esposti al rischio.

Luca Guerrieri

ABSTRACT

Lo scopo di questa ricerca è la valutazione qualitativa e quantitativa dell'espansione urbana in aree attraversate da faglie capaci su aree campione, rilevate attraverso specifici indicatori a scala nazionale. Una "faglia capace" è una faglia in grado di produrre delle dislocazioni della superficie terrestre durante forti terremoti. La scarsa conoscenza della loro distribuzione nel territorio nazionale, unitamente alla carenza di normative in campo urbanistico, hanno portato ad uno sviluppo delle aree urbane nei pressi di queste faglie, facendo accrescere il fattore di pericolosità del rischio naturale. Solo recentemente, grazie agli studi nel campo della paleosismologia e della sismotettonica, sono disponibili anche dati relative alla loro presenza e dislocazione a livello nazionale.

I risultati ottenuti dalla ricerca a carattere nazionale e quelli più in dettaglio di questo studio relativi a due aree campione, attraverso uno specifico indicatore, hanno rilevato dove il fenomeno sia stato più intenso. In futuro, è auspicabile che tali ricerche vengano utilizzate per una migliore pianificazione del territorio e per una normativa che introduca vincoli di edificabilità nelle aree in cui siano presenti questo tipo di faglie.

Introduzione

La dinamicità dell'ambiente in cui viviamo è talvolta imprevedibile e si manifesta sotto l'azione di forze talmente potenti a cui l'uomo non è in grado di reagire. Questo fa sì che alla natura si attribuisca il concetto di *pericolosità* quando essa rappresenti una minaccia, diretta o indiretta, per la salute e la vita umana. Conoscere la pericolosità di un determinato fenomeno è la base per carpirne il rischio ad esso associato. Il rischio naturale è, quindi, funzione della *pericolosità*, cioè della probabilità che si produca un determinato fenomeno naturale, di una certa estensione, intensità e durata con conseguenze negative e della *vulnerabilità*, cioè dell'impatto che tale fenomeno ha sulla società. E' l'incremento di quest'ultima a provocare un aumento del rischio naturale.

Esistono diverse tipologie di rischi naturali. I terremoti rientrano nella categoria dei rischi di origine geofisica legati all'attività tettonica del nostro pianeta e ad essi è strettamente correlato il fenomeno delle *faglie*, cioè fratture della crosta terrestre dove si osserva uno scorrimento lungo superfici di contatto.

Le *faglie superficiali* sono “il risultato dell'insieme di dislocazioni tettoniche che generalmente si formano sul terreno in occasione di forti terremoti crostali”¹

In passato, i primi studi sulla pericolosità legata alla fagliazione superficiale sono stati sviluppati dalla IAEA (*International Atomic Energy Agency*) nell'ambito di studi sulle procedure di siting per le centrali nucleari.

Su questo tipo di ricerche si basa la definizione di *faglia capace*. Una faglia capace è “una faglia attiva ritenuta in grado di produrre fagliazione in superficie (cioè di muoversi durante forti terremoti) in un prossimo futuro”².

1 Michetti A.M., Serva L., Scandone P., 1994 - *Paleosismologia e pericolosità sismica: stato delle conoscenze ed ipotesi di sviluppo*. CNR-Gruppo nazionale per la difesa dei terremoti, Roma.

2 IAEA, 1991 – Earthquakes and associated topics in relation to nuclear power plants siting. IAEA Safety Guide N° 50-SG-S1.

La riattivazione di un faglia capace quindi, può causare dislocazioni e/o deformazioni della superficie terrestre e di ciò che vi è stato costruito al di sopra, divenendo un fattore di rischio per la popolazione che vi risiede.

1. NORMATIVA E STRUMENTI DI ELEBORAZIONE

1.1 Normativa in vigore

Nel territorio nazionale, la scarsa conoscenza della distribuzione delle *faglie capaci* unitamente alla mancanza di normativa finalizzata a regolamentare la pianificazione territoriale nei pressi di questo tipo di faglie, ha portato ad uno sviluppo significativo dell'urbanizzazione in corrispondenza di esse.

In Italia, non esiste una normativa che abbia introdotto specifiche norme per la pianificazione dell'espansione di qualsiasi tipo di urbanizzato ad una distanza di rispetto dalle faglie. La presenza delle faglie capaci e le eventuali indagini geologiche, così come le soluzioni progettuali o le delocalizzazioni dell'opera, vengono considerate solamente nella progettazione di particolari opere quali quelle di importanza strategica e/o ad alto rischio.

Altri paesi, invece, come ad esempio gli Stati Uniti hanno adottato specifiche norme in merito. Ne è un esempio la "*Alquist-Priolo Earthquake Fault Zoning Act*", introdotta dallo Stato della California (USA) nel 1972 a seguito del terremoto di San Fernando del 1971. Tale legge è finalizzata a regolamentare la pianificazione territoriale all'interno di una fascia di rispetto dalle faglie capaci, la cui larghezza standard di edificabilità è fissata ad un quarto di miglio (circa 400 m) dalla faglia. Ai sensi della legge viene considerata attiva, una faglia che ha avuto una rottura superficiale negli ultimi 11.000 anni. Prima di autorizzare un progetto, le Amministrazioni Locali devono richiedere una indagine geologica al fine di dimostrare che le costruzioni proposte non vengano costruite entro le fasce di rispetto. Se viene rilevata la presenza di una faglia capace, viene vietata l'edificazione di qualsiasi tipo di edificio che generalmente dovrà sorgere ad una distanza di 50 piedi da essa.

1.2 Banche dati e indicatore CFUI

Questo lavoro s'inserisce all'interno di uno studio a scala nazionale ottenuto dall'intersezione tra la banca dati ITHACA (*Italian Hazard from Capable Faults*), che fornisce informazioni relative alla presenza e dislocazione delle faglie capaci sul territorio nazionale e la CORINE Land Cover, relativa alla copertura del suolo tra il 1990 e il 2000. La banca dati ITHACA è stata pubblicata per la prima volta dall'ANPA (ora APAT)³, sulla base delle conoscenze sismotettoniche e paleosismologiche note in letteratura ed è in costante aggiornamento⁴. Lo studio a scala nazionale è stato svolto mediante l'ultima versione di quest'ultima ad una scala di risoluzione 1:100.000 con approfondimenti sia a livello regionale che provinciale.

L'obiettivo di questa ricerca è individuare dove il fenomeno dell'urbanizzazione in corrispondenza delle faglie capaci è più intenso attraverso un apposito Indicatore denominato CFUI (*Capable Fault in Urban areas Index*)⁵. Tale indicatore fornisce per una determinata area, una stima percentuale di quale aliquota dell'espansione urbana è stata realizzata entro una fascia di rispetto di X m dalla faglia all'istante T. Tale rapporto è dato:

$$CFUI_{X,T} = \frac{\text{Superficie urbanizzata all'istante T ad una distanza inferiore a X m dalla faglia}}{\text{Totale superficie urbanizzata all'istante T}}$$

³ Michetti A.M., Serva L. Vittori E., 2000. - ITHACA – *Italy Hazard from Capable faults*. 31st International Geological Congress, Rio de Janeiro Brasile, luglio 2000, abstract + CD.

⁴ Vittori E., 2004 – *The map of active faults of Italy*. 32nd International Geological Congress, Firenze 2004. Abstract Volume.

Di Manna P, Blumetti A.M., Fiorenza D., Ferrel L., Giardina F., Michetti A.M., Serva L., Vittori E., 2006 – ITHACA (versione 2006): *new data on capable faults in Italy*, 5th European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems, Barcellona, giugno 2006, 452-454.

⁵ Guerrieri L., Blumetti A.M., Brusita E., Caputo A.M., Poddighe S. & Vittori E. (in stampa) - *L'espansione urbana in prossimità di faglie capaci: analisi a scala nazionale e su aree campione*. III Rapporto Qualità dell'Ambiente Urbano, Volume APAT.

Quando sono disponibili più banche dati di *land cover* alla stessa risoluzione e relative a momenti diversi T1 T2, è possibile riferire l'indicatore ad un determinato periodo di tempo, considerando quale aliquota dell'espansione urbana è avvenuta in quel periodo. Il rapporto è dato da:

$$CFUI_{X,T1-T2} = \frac{\text{Superficie urbanizzata all'istante T1 - T2 ad una distanza inferiore a X m dalla faglia}}{\text{Totale superficie urbanizzata all'istante T1 - T2}}$$

L'ampiezza della fascia di rispetto dovrebbe essere valutata considerando la risoluzione dei dati in possesso e soprattutto in base alla deformazione attesa in corrispondenza di ciascuna faglia. Per questo lavoro, così come in quello a carattere nazionale, è stata considerata una fascia di rispetto standard ampia 200 m su entrambi i lati della faglia, ritenendo che quest'ampiezza possa mettere maggiormente in evidenza l'entità del fenomeno dell'urbanizzazione nei pressi delle faglie.

2. METODOLOGIA

2.1 Scelta dell'area studio

L'analisi a livello nazionale ha evidenziato dove l'espansione urbana, tra il 1990 e il 2000, ha interessato in maniera significativa zone attraversate da faglie capaci (Tab 1).

Tab.1- Aree urbane totali, entro 200m e indicatore CFUI200 calcolato per ciascuna delle 24 aree urbane, relativamente al 1990, al 2000 e al periodo 1990-2000.

Provincia	Area urbana totale (m ²)	Area urbana a < 200 m (m ²)	CFUI ₁₉₉₀	Area urbana totale (m ²)	Area urbana a < 200 m (m ²)	CFUI ₂₀₀₀	Area urbana totale (m ²)	Area urbana a < 200 m (m ²)	CFUI ₁₉₉₀₋₀₀
Bari	244652580	0	0	248615124	0	0	1873410	0	0,00
Bologna	164426647	26172587	15,9	196842305	31174769	15,84	27897869	3179338	11,40
Brescia	348034087	14543094	4,2	363495510	15253532	4,20	14450903	710439	4,92
Brindisi	88705632	0	0	89691593	0	0	987969	0	0,00
Cagliari	236225969	0	0	273659906	0	0	37810563	0	0,00
Catania	236125299	16913345	7,16	240015248	17289349	7,20	3602168	376004	10,44
Firenze	157461735	4083255	2,59	176632050	4802785	2,72	17916291	693901	3,87
Foggia	134665496	2842348	2,11	134665496	2842348	2,11	0	0	0,00
Genova	118195601	0	0	119169729	0	0	0	0	0,00
Livorno	80475621	0	0	92190371	0	0	9683737	0	0,00
Messina	180561063	274616	0,15	185998441	348901	0,19	1983370	0	0,00
Milano	653442878	3281946	0,50	673132279	3281946	0,49	11714473	0	0,00
Modena	143809836	14301651	9,94	155108363	15157378	9,77	12198858	845593	6,93
Napoli	325432248	11081304	3,41	335027885	11316204	3,38	7830991	323414	4,13
Padova	205048052	8601804	4,20	221804376	9259939	4,17	16371123	658134	4,02
Palermo	234760711	20639	0,01	241990381	20639	0,01	6466966	0	0,00
Parma	90642605	5696803	6,28	105640286	7019139	6,64	14703667	1322336	8,99
Prato	40600388	2969133	7,31	45262685	3529993	7,80	4390041	290507	6,62
Reggio Calabria	99952638	7373819	7,38	110385252	7619049	6,90	10657784	232340	2,18
Roma	591576209	0	0	622048883	0	0	29617674	0	0,00
Taranto	146808020	0	0	149929544	0	0	2819923	0	0,00
Torino	391609046	1836827	0,47	434900924	1971282	0,45	40372261	82419	0,20
Trieste	43397065	3962934	9,13	45596526	4167492	9,14	1587569	83030	5,23
Venezia	208667358	1045699	0,50	222821136	1063400	0,48	14035890	17701	0,13
Verona	245948373	11226730	4,56	259696111	11282697	4,34	11237856	173404	1,54
	1990			2000			1990-2000		

Con l'obiettivo di validare i risultati ottenuti a scala nazionale si è cercato, con coperture urbane di maggior dettaglio ad una scala di risoluzione 1:25.000, di analizzare porzioni del territorio in cui la deformazione in superficie, associata alla riattivazione di faglie capaci, potesse essere più intensa. In base a questi dati sono state selezionate alcune aree campione (Fig. 1):

- 1) Aree urbane di Bologna e Reggio-Emilia, ove le deformazioni superficiali sono dovute a riattivazioni di faglie capaci di tipo inverso;
- 2) Foglio 348 “Antrodoco” e area urbana dell’Aquila, caratterizzate fondamentalmente da dislocazioni di faglie capaci di tipo normale, come tipicamente avviene in Appennino centrale.
- 3) Area di Catania e versante orientale dell’Etna, indicativa di faglie capaci in ambiente vulcano-tettonico.



Fig. 1- Ubicazione delle aree campione a livello nazionale e casi studio.

L’oggetto di questo studio riguarda il Foglio 348 “Antrodoco” e l’area urbana dell’Aquila.

Il Foglio Antrodoco ricade in un settore della catena appenninica a contatto tra il dominio pelagico umbro-marchigiano e il dominio di piattaforma carbonatica laziale-abruzzese.

Le faglie capaci incluse nella banca dati ITHACA sono di tipo normale, legate all’attività estensionale tuttora presente in questo settore della catena appenninica.

La riattivazione di questo tipo di faglie si accompagna ad eventi sismici di magnitudo fino a 6.5-7.0, producendo dislocazioni superficiali di diverse decine di centimetri fino anche al metro.

Uno studio di dettaglio ancora superiore è stato eseguito nell'area urbana dell'Aquila, prendendo in considerazione la fascia urbanizzata nell'*hanging wall* (la zona ribassata) delle faglie di Pizzoli e di Monte Pettino⁴.

⁴ Guerrieri L. *et al.*, op. cit.

2.2 Dati di partenza e processi di elaborazione

L'analisi delle due aree studio ha riguardato l'intervallo temporale tra il 1954 e il 1995 per quanto riguarda il Foglio Antrodoco e quello tra 1954 e il 2000 per l'area urbana dell'Aquila.

I materiali utilizzati sono stati (Tab. 2):

- foto aeree del 1954 (Volo Italia, 1954) e del 1995 (IGM, 1995);
- ortofoto Terra Italy 2000;
- la banca dati ITHACA (*Italian Hazard from Capable faults*) aggiornata al 2006;
- tavolette IGM del 1954 e del 1995.

Tab. 2- Materiali utilizzati nell'analisi dei due casi studio

MATERIALI	
FOTO AEREE 1954	Volo Italia 1954, foglio 139 L'Aquila Str.: 39-40-41-42-43-44-45-46-47-48. Scala 1:33.000
FOTO AEREE 1995	IGM 1995, foglio 348 Antrodoco Str.: 1-2-4-7-9. Scala 1:50.000
IGM 1954	Foglio Montereale 139 I SO; Foglio Pizzoli 139 II NO; Foglio Monte S. Franco 139 II NE; Foglio L'Aquila 139 II SE Foglio Scoppito 139 II SO; Foglio Antrodoco 139 III SE; Foglio Monte Giano 139 III NE; Foglio Borbona 139 IV SE.
IGM 1995	Foglio n.348 sez. I Montereale; Foglio n. 348 sez. II Pizzoli; Foglio n. 348 sez. III Antrodoco; Foglio n. 348 sez. IV Posta; Foglio n. 359 sez.IV L'Aquila.
ORTOFOTO	Ecwp://193.206.192.231/centro/Abruzzo.ecw
ITHACA 2006	Italian Hazard Capable faults database

I fotogrammi necessari a coprire le aree di studio sono stati sottoposti a scansione, georeferenziati e mosaicati attraverso il software ENVI 4.0. Successivamente, con l'ausilio del software GIS Arcview 3.2, sono stati utilizzati come base per la fotointerpretazione delle diverse tipologie di copertura urbana ad una scala di risoluzione 1:25.000 (Fig. 2).

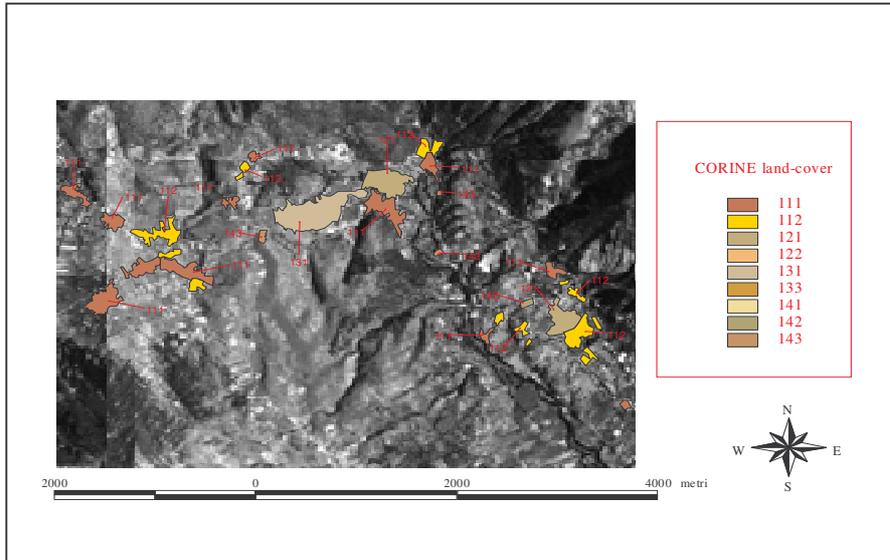


Fig. 2- Metodologia utilizzata.

In questo modo si è potuto realizzare uno *shapefile* che contenesse le diverse coperture di urbanizzato, negli intervalli di tempo considerati, utilizzando la prima classe della legenda CORINE land cover fino al terzo livello (Allegato 1). Successivamente, attraverso le relative tabelle (Allegato 2) che riportano la superficie totale delle aree urbane fuori e dentro la fascia di rispetto si è proceduto al calcolo dell'Indicatore CFUI, mettendo in evidenza l'andamento della crescita dell'urbano nei pressi delle faglie capaci.

3. RISULTATI

3.1 Analisi qualitativa

L'analisi qualitativa evidenzia la tipologia della componente urbana presente nella superficie totale dell'area oggetto di studio e all'interno delle fasce di rispetto.

Nel caso studio del Foglio Antrodoco ci troviamo di fronte ad una situazione tipica di un'area montana in cui l'urbanizzazione risente delle caratteristiche orografiche del territorio assumendo uno sviluppo definito "a macchia di leopardo" (Fig. 3).

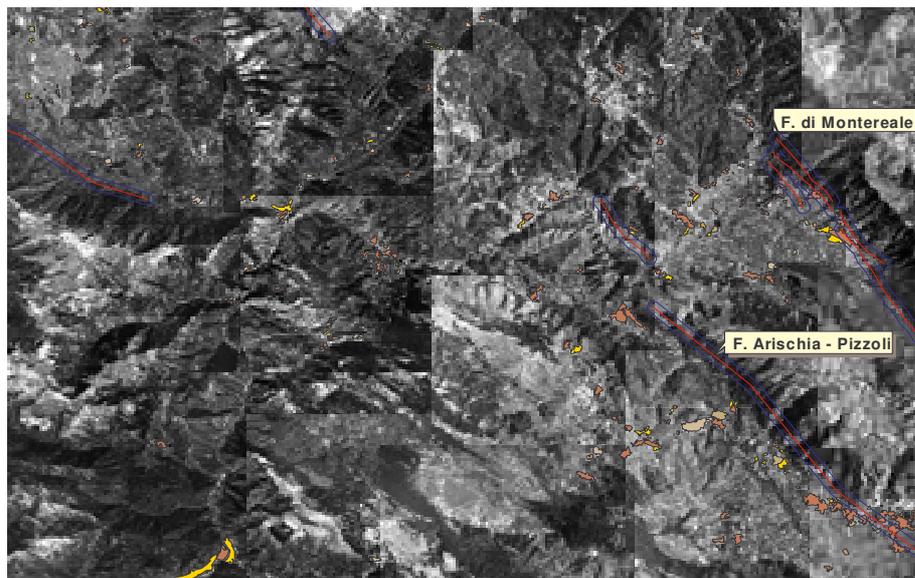


Fig. 3- Urbanizzato tipico dell'area montana di Antrodoco.

La maggiore espansione si è avuta nei pressi delle faglie di Montereale e Pizzoli ed ha riguardato prevalentemente le categorie del *tessuto urbano continuo e discontinuo*. Il *tessuto urbano continuo* occupa il 93% delle superfici urbanizzate nel 1954, il 63% nel 1995, mentre il *tessuto urbano discontinuo* rispettivamente il 2% e il 21%.

Le altre tipologie presenti sono riconducibili alle *aree industriali e commerciali*, le *aree estrattive*, le *aree sportive*, le *reti stradali e ferroviarie* ed infine i *cimiteri* (Fig.4).

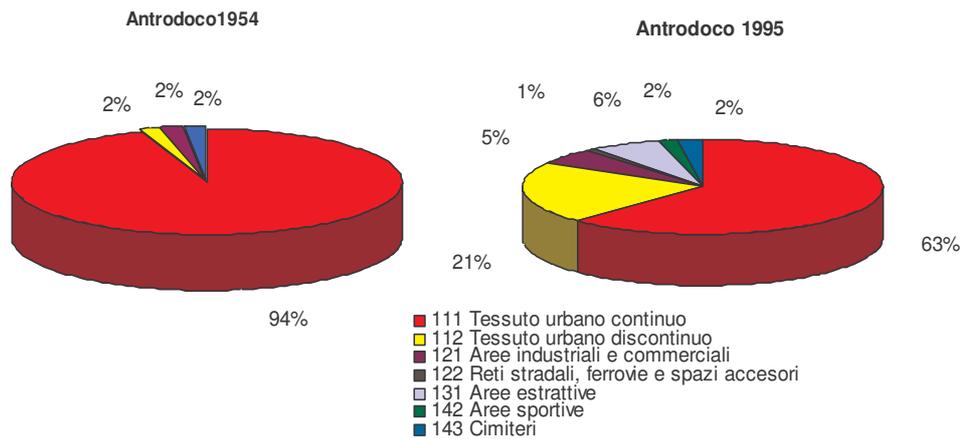


Fig. 4- Distribuzione qualitativa della superficie urbana totale nel 1954 e nel 1995 nel caso studio del Foglio Antrodoco.

Quest'andamento viene riscontrato anche all'interno delle fasce di rispetto, dove l'espansione urbana è composta prevalentemente da *tessuto urbano continuo e discontinuo*. Nel 1954, infatti, la totalità della superficie urbana entro i 200 m dalla faglia era composta da *tessuto urbano continuo*; nel 1995, quest'ultimo è sempre presente in percentuale maggiore (87%), anche se l'espansione urbana ha riguardato altre tipologie quali, il *tessuto urbano discontinuo* (12%) e le *aree sportive* (1%) (Fig.5).

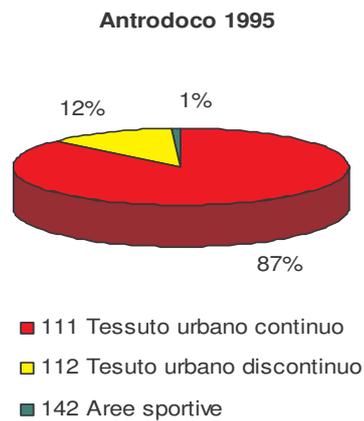


Fig. 5- Distribuzione qualitativa della superficie urbana dentro le fasce di rispetto nel 1995 nel caso studio del Foglio Antrodoco.

Nell'area urbana dell'Aquila il *tessuto urbano continuo* rappresenta la categoria di urbanizzato maggiormente diffusa con l'80% nel 1954 e il 77% nel 2000. Nel 1954, la restante superficie urbanizzata era occupata dalle *aree sportive* (12%) e dal *tessuto urbano discontinuo* e dalle *aree industriali e commerciali* (4%). Le restanti categorie presenti nel 2000 sono: il *tessuto urbano* (8%), le *aree industriali e commerciali* (7%), le *aree sportive* (6%), *reti stradali e ferrovie* e *aree estrattive* (1%) (Fig. 6).

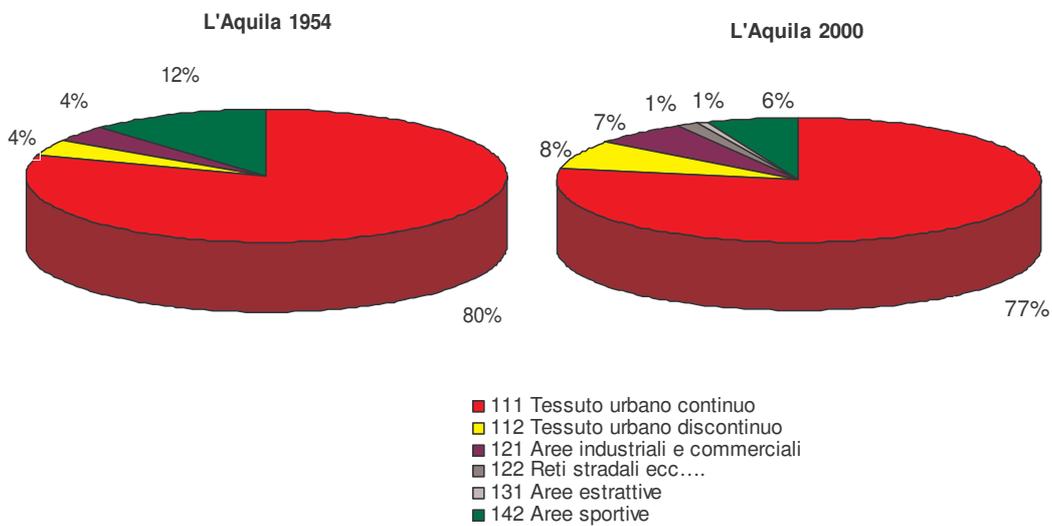


Fig. 6- Distribuzione qualitativa della superficie urbana totale nel 1954 e nel 1995 nel caso studio dell'Aquila..

Le aree prossime alle faglie capaci di Pizzoli e Monte Pettino nel 1954, erano occupate nella totalità da *tessuto urbano continuo*. Nel 2000, l'espansione urbana al loro interno ha portato, ad una variazione delle tipologie. La presenza del *tessuto urbano continuo* è sempre in percentuale maggiore (84%), la superficie restante è occupata da: *tessuto urbano discontinuo* (12%), *aree industriali e commerciali* (3%) e *aree estrattive* (1%) (Fig.7).

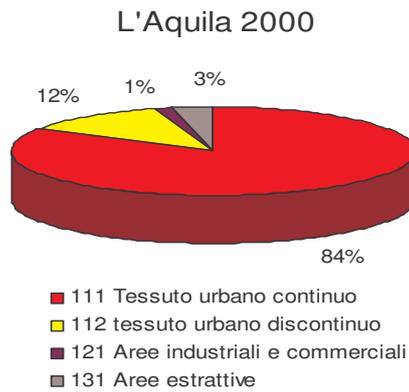


Fig. 7- Distribuzione qualitativa della superficie urbana dentro le fasce di rispetto nel 2000 nel caso studio dell'Aquila.

3.2 Analisi quantitativa

L'analisi quantitativa dei due casi studio mette in evidenza l'espansione urbana e la stima percentuale di quella parte dell'urbanizzato che è stata realizzata entro i 200 m dalle faglie capaci attraverso l'Indicatore CFUI.

Nell'area del Foglio Antrodoco, la superficie urbanizzata è cresciuta, dal 1954 al 1995 di circa 561 ettari. Di questi poco più di 21 ettari ricadono all'interno delle fasce di rispetto (Fig. 8).

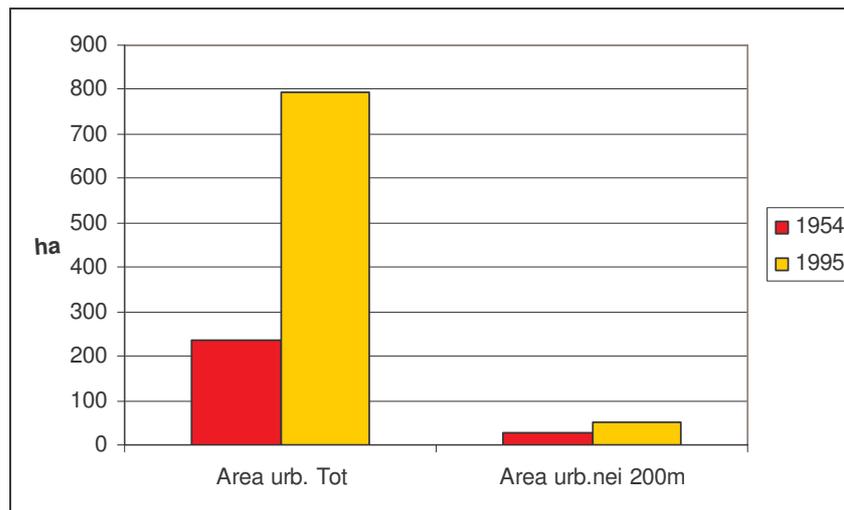


Fig. 8- Espansione urbana nella superficie totale e nella fascia di rispetto dei 200 m dalla faglia del Foglio Antrodoco nel 1954 e nel 1995.

Anche i risultati ottenuti attraverso il calcolo dell'Indicatore CFUI (Fig.9), mettono in evidenza che l'espansione della superficie urbana si è sviluppata in prevalenza al di fuori delle fasce di rispetto interessando solo marginalmente quest'ultime, con un valore dell'Indicatore CFUI tra il 1954 e il 1995, del 3,83%.

ANTRODOCO	
Area urbana totale (m)	2338832
Area urbana entro 200 m (m)	292328
CFUI_54	12,50
Area urbana totale (m)	7955499
Area urbana entro 200 m (m)	507398
CFUI_95	6,38
Area urbana totale (m)	5616667
Area urbana entro 200 m (m)	215070
CFUI_54-95	3,83

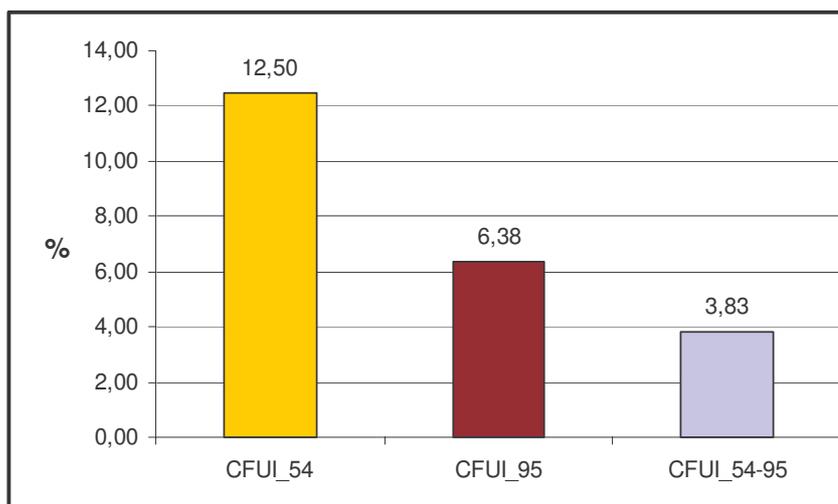


Fig. 9- Tabella e grafico dei valori dell'Indicatore CFUI nel Foglio Antrodoco tra il 1954 e il 1995.

Nel caso studio dell'Aquila, l'espansione urbana dell'area totale, tra il 1954 e il 2000, si attesta intorno ai 790 ettari, mentre entro i 200 metri dalle faglie è di circa 33 ettari (Fig 10). Anche in questo caso i valori dell'Indicatore CFUI (Fig.11), sono diminuiti passando dal 8,64% del 1954 al 5,31% del 2000, ma l'espansione urbana prossima alle faglie è stata meno marginale rispetto al Foglio Antrodoco (4,22%).

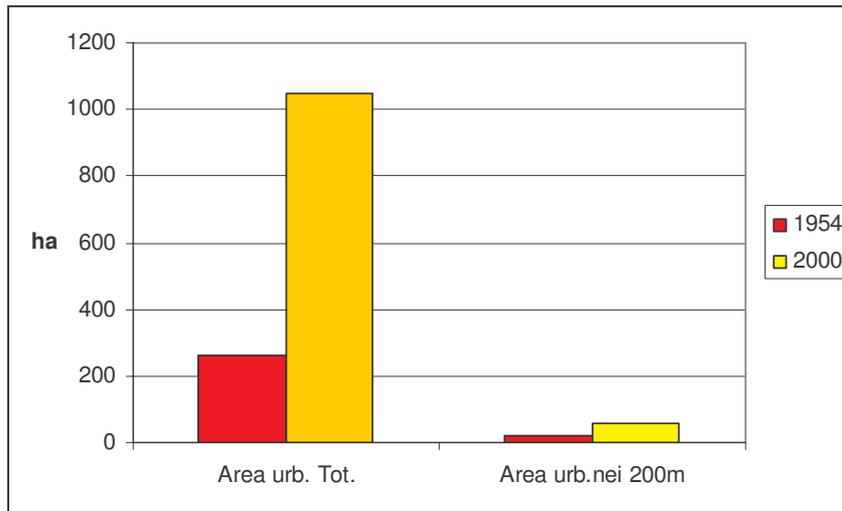


Fig. 10- Tabella e grafico dei valori dell'Indicatore CFUI nel caso studio dell'Aquila tra il 1954 e il 2000.

L'AQUILA	
Area urbana totale (m)	2608693
Area urbana entro 200 m (m)	225303
CFUI_54	8,64
Area urbana totale (m)	10503619
Area urbana entro 200 m (m)	558165
CFUI_00	5,31
Area urbana totale (m)	7894927
Area urbana entro 200 m (m)	332862
CFUI_54-00	4,22

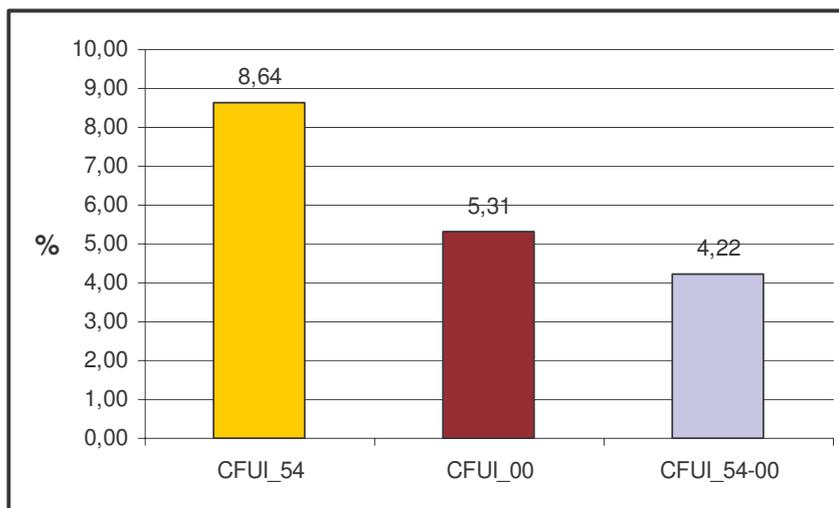


Fig. 11- Tabella e grafico dei valori dell'Indicatore CFUI nel caso studio dell'Aquila tra il 1954 e il 2000.

CONCLUSIONI

I due casi studio, Foglio Antrodoco e area urbana dell'Aquila, hanno permesso di caratterizzare, attraverso uno studio di maggior dettaglio, sia a livello qualitativo che quantitativo, i dati ottenuti a livello nazionale. L'analisi di quest'ultima, infatti, ha messo in evidenza, in linea generale, le zone ove l'espansione urbana recente è avvenuta in prossimità delle faglie capaci.

Dai risultati ottenuti si evince che l'espansione urbana nell'area del Foglio Antrodoco è avvenuta prettamente nelle aree che hanno risentito meno dell'orografia del territorio e cioè nei pressi delle faglie di Montereale e Pettino. L'espansione urbana ha riguardato solo in maniera marginale le aree prossime alle faglie capaci e si può ritenere che questa si sia stata realizzata precedentemente al 1954. Nell'area urbana dell'Aquila, invece, l'espansione nei pressi delle faglie di Pizzoli e Monte Pettino è stata soprattutto recente e prossima alle faglie. Dal punto di vista qualitativo, in entrambi i casi, ciò che è aumentato maggiormente sono le zone urbanizzate di tipo residenziale ovvero il tessuto urbano continuo e discontinuo.

Quest'analisi ha confermato l'efficacia dell'Indicatore CFUI nel fornire una prima indicazione nell'individuazione dell'intensità dell'espansione urbana nei pressi delle faglie capaci. Ad esso andrebbe però associato uno studio più approfondito riguardo le informazioni relative alla scelta di una fascia di rispetto che tenga conto del contesto sismotettonico nel quale si sta operando.

In prospettiva, è auspicabile che questo studio, così come i precedenti ed i successivi, siano utili innanzitutto all'individuazione della pericolosità legata al fenomeno della fagliazione superficiale e alla realizzazione di una normativa che, così come avviene in altri paesi, possa regolare la pianificazione del territorio, introducendo vincoli idonei a limitare l'espansione urbana in prossimità di faglie capaci.

Bibliografia

IAEA, 1991 – *Earthquakes and associated topics in relation to nuclear power plants siting*. IAEA Safety Guide N° 50-SG-S1.

Di Manna P, Blumetti A.M., Fiorenza D., Ferrelì L., Giardina F., Michetti A.M., Serva L., Vittori E., 2006 – ITHACA (versione 2006): *new data on capable faults in Italy*, 5th European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems, Barcellona, giugno 2006, 452-454.

Guerrieri L., Blumetti A.M., Brustia E., Caputo A.M., Poddighe S. & Vittori E. (in stampa) - *L'espansione urbana in prossimità di faglie capaci: analisi a scala nazionale e su aree campione*. III Rapporto Qualità dell'Ambiente Urbano, Volume APAT.

Michetti A.M., Serva L. Vittori E., 2000. - ITHACA – *Italy Hazard from Capable faults*. 31st International Geological Congress, Rio de Janeiro Brasile, luglio 2000, abstract + CD.

Michetti A.M., Serva L., Scandone P., 1994 - *Paleosismologia e pericolosità sismica: stato delle conoscenze ed ipotesi di sviluppo*. CNR-Gruppo nazionale per la difesa dei terremoti, Roma.

Vittori E., 2004 – *The map of active faults of Italy*. 32nd International Geological Congress, Firenze 2004. Abstract Volume.

<http://www.consrv.ca.gov/CGS/rghm/ap/>, 28/06/2006.

http://www.consrv.ca.gov/CGS/rghm/ap/chp_7_5.htm, 28/06/2006.

<http://www.crew.org/ep/ubcmaps.html>, 28/06/2006.

<http://www.iccsafe.org/>, 28/06/2006.

Ortofoto Terra Italy 2000

Foto aeree, Volo Italia 1954 - Foglio 139 L'Aquila. Strisciate: 39-40-41-42-43-44-45-46-47-48. Scala 1:33.000.

Foto aeree, IGM 1995 - Foglio 348 Antrodoco. Strisciate: 1-2-4-7-9. Scala 1:50.000.

IGM 1954 - Foglio Montereale 139 I SO; Foglio Pizzoli 139 II NO; Foglio Monte S. Franco 139 II NE; Foglio L'Aquila 139 II SE; Foglio Scoppito 139 II SO; Foglio Antrodoco 139 III SE; Foglio Monte Giano 139 III NE; Foglio Borbona 139 IV SE.

IGM 195 - Foglio n.348 sez. I Montereale; Foglio n. 348 sez. II Pizzoli; Foglio n. 348 sez. III Antrodoco; Foglio n. 348 sez. IV Posta; Foglio n. 359 sez. IV L'Aquila.

ALLEGATI

Allegato 1- Legenda CORINE land cover fino al terzo livello

Legenda "Corine Land Cover"		
1. Superfici artificiali	1.1. Zone urbanizzate di tipo residenziale	1.1.1. Tessuto urbano continuo
		1.1.2. Tessuto urbano discontinuo e rado
	1.2. Zone industriali, commerciali ed infrastrutturali	1.2.1. Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati
		1.2.2. Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche
		1.2.3. Aree portuali
		1.2.4. Aeroporti
	1.3. Zone estrattive, cantieri, discariche e terreni artefatti e abbandonati	1.3.1. Aree estrattive
		1.3.2. Discariche
		1.3.3. Cantieri
	1.4. Zone verdi artificiali non agricole	1.4.1. Aree verdi urbane
		1.4.2. Aree sportive e ricreative
		1.4.3. Cimiteri
	2. Superfici agricole utilizzate	2.1. Seminativi
2.1.2. Seminativi in aree irrigue		
2.1.3. Risaie		
2.2. Colture permanenti		2.2.1. Vigneti
		2.2.2. Frutteti e frutti minori
		2.2.3. Oliveti
2.3. Prati stabili (foraggiere permanenti)		2.3.1. Prati stabili (foraggiere permanenti)
2.4. Zone agricole eterogenee		2.4.1. Colture temporanee associate a colture permanenti
		2.4.2. Sistemi colturali e particellari complessi
		2.4.3. Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti
		2.4.4. Aree agroforestali

3. Territori boscati e ambienti semi naturali	3.1. Zone boscate	3.1.1. Boschi di latifoglie
		3.1.2. Boschi di conifere
		3.1.3. Boschi misti di conifere e latifoglie
	3.2. Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea	3.2.1. Aree a pascolo naturale e praterie
		3.2.2. Brughiere e cespuglieti
		3.2.3. Aree a vegetazione sclerofilla
		3.2.4. Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione
	3.3. Zone aperte con vegetazione rada o assente	3.3.1. Spiagge, dune e sabbie
		3.3.2. Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti
		3.3.3. Aree con vegetazione rada
		3.3.4. Aree percorse da incendi
		3.3.5. Ghiacciai e nevi perenni
	4. Zone umide	4.1. Zone umide interne
4.1.2. Torbiere		
4.2. Zone umide marittime		4.2.1. Paludi salmastre
		4.2.2. Saline
		4.2.3. Zone intertidali
5. Corpi idrici	5.1. Acque continentali	5.1.1. Corsi d'acqua, canali e idrovie
		5.1.2. Bacini d'acqua
	5.2. Acque marittime	5.2.1. Lagune
		5.2.2. Estuari
		5.2.3. Mari e oceani

Allegato 2- Esempio di tabella realizzata attraverso la costruzione di uno *shapefile* della copertura dell'urbanizzato.

CLC	NOME	AREA	PERIMETER	HECTARES
111	Vallunga	16102,53	749,982	1,61
111	Colleverde	11321,8	684,278	1,132
111	Volciano	11768,58	657,122	1,177
121	Fornace	5983,115	334,764	0,598
143		864,731	119,795	0,086
143		1089,149	138,659	0,109
111	Vallinpuni	6287,829	431,431	0,629
111	S. Clemente	7156,678	558,76	0,716
111	Albaneto	25311,91	1012,446	2,531
111	Termine	39159,96	1237,688	3,916
111	Santi	9485,275	551,08	0,949
143	S. Salvatore	6847,845	388,788	0,685
111	Cavallari	19065,26	736,729	1,907
111	Cermone	1739,756	167,123	0,174
111	Torre	33872,75	1335,011	3,387
111	Villa Camponesch	7498,453	437,046	0,75
111	Laculo	5898,7	500,276	0,59
111	Sigillo	16077,82	1086,383	1,608
111	Cumulata	2315,732	285,182	0,232
111	Viesci	28360,43	1097,781	2,836
111	Vindoli	13202,2	722,535	1,32
143	Cim. Posta	2418,268	197,478	0,242
111	Posta	43751,19	1363,808	4,375
111	Favischio	9675,901	471,243	0,968
112	La Cerqua	1133,68	153,2	0,113
111	Villa Cortese	5042,53	350,349	0,504
111	Villa Tocchio	4167,025	278,475	0,417
111	Borbona	12224,56	861,754	1,222
111	Venditto	9782,271	610,006	0,978
112	S. Giovanni	3403,975	431,919	0,34
143		3108,205	224,111	0,311
111	Le Paghette	1535,726	158,117	0,154
111	La torra	7511,496	519,497	0,751
111	Borgovelino	29407,41	1097,035	2,941
111	Antrodoco	40544,63	913,654	4,054
111	Borgo Velino	32807,14	1072,656	3,281
111	Ponte basso	2310,726	233,16	0,231
111	Ponte alto	2040,019	270,43	0,204
112	Ville	580,272	129,493	0,058
111	Collerinaldo	4832,579	368,728	0,483
122	Staz. Antrodoco	13098,87	871,762	1,31
143	Cim. Laculo	559,549	108,779	0,056
111	Vallemare	15523,12	774,92	1,552
111	Lonaro	35597,64	1158,773	3,56
143	Cim. Ville di Fano	3080,228	219,711	0,308
111	Ville di Fano	19764,21	896,726	1,976
111	Cauccio	6380,113	466,497	0,638
111	Ville di Fano	9279,8	477,74	0,928
111	Capo Fano	4698,074	350,528	0,47
111	Montereale	47643,73	1649,707	4,764
112	Montereale	9802,365	760,231	0,98
111	PiP di Colle	2927,771	296,248	0,293
121	Forn.ce dell'Omo	12428,23	545,114	1,243
111	Colle	33925,63	1004,087	3,393
111	S. Giovanni	21943,74	1071,71	2,194
143		1089,263	133,106	0,109
131		5546,616	403,577	0,555
143		5079,587	380,831	0,508
112	Marignano	1752,639	286,057	0,175
111	Marignanetto	2321,956	208,174	0,232
111	Rovagnano	1814,436	239,606	0,181
111	Rovagnano	2842,515	257,976	0,284
111	Pago	8855,529	679,63	0,886
111	Agliani	13054,11	786,029	1,305
111	Collenoveri	15429,22	765,963	1,543
111	Paterno	19116,64	848,688	1,912
111	Sivignano	20324,89	1026,812	2,032
111	Sivignano	10343,99	713,84	1,034
111	Capitignano	77660,65	3006,563	7,766
111	Mopolino	18787,28	842,56	1,879
143		3344,018	243,129	0,334
111	Colle Calvo	25536,5	1211,511	2,554
111	Cavallari	13043,07	701,006	1,304