

COMUNE DI SALERNO

Settore OO.LL.PP. – Servizio Ambiente

RELAZIONE

1 - PREMESSA	pag.	1
2 – CARTA GEOLOGICA	pag.	2
2.1 Inquadramento Appenninico	pag.	2
2.2 Geologia del territorio comunale e presentazione della carta geolitologica	pag.	4
2.3 Inquadramento geografico e fisiografico	pag.	5
2.4 Inquadramento geologico nel contesto stratigrafico-strutturale regionale	pag.	6
2.5 Caratterizzazione geolitologica dei litotipi presenti	pag.	8
2.6 Legenda della Carta Geologica	pag.	12
3 – CARTA DELLA STABILITA’	pag.	13
4 – CARTA IDROGEOLOGICA	pag.	15
4.1 Inquadramento Idrogeologico del territorio Comunale	pag.	16
4.2 Legenda della carta Idrogeologica	pag.	19
5 – CARTA DELLA MICROZONAZIONE SISMICA	pag.	20
5.1 Studi effettuati	pag.	21
5.2 Acquisizione dati sismici nel territorio Comunale di Salerno	pag.	26
5.3 Acquisizione dati sismici a rifrazione a 3 componenti	pag.	27
5.4 Analisi preliminare delle aree con pericolosità potenziale per instabilità dei versanti in conseguenza di un sisma nel comune di Salerno	pag.	31
5.5 Metodologie di I° livello a carattere generale	pag.	32
5.5.1 Criterio magnitudo-distanza	pag.	33
5.5.2 Criterio dell’intensità minima	pag.	34
5.6 Metodologie di 2° livello e Cartografia delle aree a maggiore suscettibilità di dissesti di versante a causa dei terremoti	pag.	34
5.6.1 Metodologia basata sui parametri topografici, geomorfologici e litologici	pag.	35
5.7 Analisi preliminare delle aree a potenziale rischio di liquefazione del suolo a seguito di sisma nel Comune di Salerno	pag.	36
5.7.1 Metodi di I° livello a carattere generale	pag.	36
5.7.2 Metodi di II° livello e Carta a maggiore suscettibilità di liquefazione	pag.	39
5.8 La Microzonazione sismica del territorio Comunale di Salerno	pag.	40
5.8.1 Determinazione della velocità Vp e Vs	pag.	42
5.9 Microzonazione in prospettiva sismica del territorio comunale e Cartografia relativa	pag.	43
6 – CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI	pag.	47

ALLEGATI

- Carta geolitologica con sezioni
- Carta Idrogeologica
- Carta della Stabilita’
- Carta della Microzonazione Sismica
- Carta ubicazione indagini geognostiche
- Banca dati anagrafici sondaggi
- Dati geognostici
- Dati Stratigrafici

1 – PREMESSA

Scopo di questa relazione è quello di inquadrare e descrivere lo studio del territorio comunale di Salerno, effettuato dal punto di vista geo-litologico, idrogeologico, pluviometrico, idraulico, sismologico e della stabilità dei versanti ed ai fini della microzonazione sismica del territorio.

Pertanto si è tenuto conto degli studi specialistici prodotti su incarico dell'Amministrazione Comunale di Salerno dall'A.T.I. Hydrodata – Lombardi – Cestari e dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Napoli Federico II e ci si è avvalsi della banca dati dei sondaggi geognostici in sito e in laboratorio realizzati su supporto G.I.S. del Servizio Ambiente e del "Piano Straordinario per la rimozione delle situazioni a rischio più elevato" predisposto dall'Autorità di Bacino Destra Sele pubblicato sul BURC n° 13 del 24.04.2003

Lo studio è stato articolato per fasi successive, che hanno riguardato la valutazione:

- delle caratteristiche geologiche generali del territorio attraverso la redazione di una cartografia in scala 1: 4.000 con tematiche geo-litologiche.
- delle caratteristiche sismiche del territorio attraverso la redazione di carte della zonazione sismica e della vulnerabilità edilizia, con individuazione degli edifici di pubblica rilevanza a maggiore attenzione sismica.
- del "Rischio Frane" del territorio attraverso la redazione di una cartografia in scala 1:4.000 con tematiche geo-morfologiche, lito-tecniche, delle aree a rischio di frana e della vulnerabilità degli acquiferi.

Le varie fasi sono state compiute attraverso:

- a) il reperimento della banca dati disponibile, sia riguardo ai sondaggi che alla cartografia tematica;
- b) l'esame della documentazione raccolta;
- c) la verifica e l'integrazione dei dati esistenti attraverso nuovi rilievi di campagna e nuovi sondaggi;
- d) la produzione di elaborati tecnici ex-novo in scala 1:4.000 e l'approntamento di una banca dati geo-referenziata.

Lo studio dell'assetto geologico del territorio comunale è stato articolato in diverse momenti quali la ricerca bibliografica, il rilevamento geologico-tecnico di dettaglio e

L'analisi e l'elaborazione dei dati stratigrafici e geo-tecnici dedotti dai sondaggi geognostici. I dati così ottenuti sono stati rappresentati graficamente mediante delimitazione di aree omogenee dal punto di vista geo-litologico.

La valutazione del grado di stabilità dei versanti esistente sul territorio comunale, invece, è stata compiuta tenendo conto delle caratteristiche del territorio che danno luogo a fenomeni di instabilità. In particolare, sono state considerate le correlazioni tra litologie, morfotipi, e pendenze e si è poi tenuto conto della presenza di coperture detritiche sciolte.

La redazione della carta idrogeologica, finalizzata alla definizione della situazione idrogeologica ed idrologica, sia in prospettiva sismica che in funzione di un'eventuale utilizzo e protezione delle risorse idriche, è stata effettuata sulla base di dati raccolti in studi specifici diretti ed indiretti, che hanno consentito di:

- a) riconoscere e cartografare i diversi complessi idrogeologici del territorio, caratterizzati da un diverso grado di permeabilità relativa;
- b) individuare e caratterizzare diversi punti d'acqua sorgiva e pozzi;
- c) delimitare le principali strutture idrogeologiche e definire le caratteristiche del regime idrologico dei corsi d'acqua del territorio in esame.

Lo studio idrologico del territorio, finalizzato all'analisi dei dissesti del territorio, ha previsto:

- a) una fase preliminare conoscitiva e di acquisizione di dati idrologici, cartografici, geologici e morfologici per la caratterizzazione dei bacini idrografici appartenenti al territorio di interesse, necessaria per la valutazione delle piene nelle sezioni delle aste fluviali;
- b) una fase di 'ritaratura' di alcuni parametri di interesse;
- c) una fase di applicazione delle diverse procedure per la valutazione probabilistica delle portate di piena con assegnato periodo di ritorno.

Lo studio dell'idraulica ha previsto diversi passi, tra cui l'acquisizione delle informazioni esistenti, la schedatura e mappatura dei punti critici dei corsi d'acqua mediante sopralluoghi, il rilievo delle sezioni di controllo significative e dei manufatti presenti in alveo, l'impiego di diversi programmi di calcolo per l'analisi della possibilità di esondazione.

La base usata per il rilevamento e la restituzione cartografica, così come richiesto dall' art. 11 della L.R. n. 9/83, è stata di 1: 4000

Per una visione d'insieme si allegheranno alla presente in forma cartacea le cartografie tematiche in scala 1: 15.000 e su base informatica quelle a scala di dettaglio.

Di seguito si descrive la metodologia utilizzata per la redazione delle quattro carte: geologica, stabilità, idrogeologica e della zonazione in prospettiva sismica dell'intero territorio comunale.

2 - CARTA GEOLOGICA

2.1.- Inquadramento Appenninico.

Il territorio comunale si sviluppa sul margine occidentale della catena appenninica e risiede nella depressione tettonica strutturale del golfo di Salerno (Graben del Golfo di Salerno), allungata in senso WSW-ENE per cui la sua storia geologica viene identificata con quella dell'Appennino Campano-Lucano.

In tale catena, le strutture tettoniche più diffuse sono delle monoclinali i cui strati presentano quasi sempre una certa inclinazione, raramente assumono l'orizzontalità e contengono numerose fratture.

Le faglie che interessano queste strutture vengono raggruppate in due sistemi: uno in direzione NW-SE (appenninico), che generalmente comprende le grandi faglie perimetrali dei massicci calcarei, ed un altro (antiappenninico) ortogonale a questo con faglie che presentano un minor rigetto. Sono presenti anche altri due sistemi di faglie in direzione NS e EW risultato di una tettonica più antica che si rinvergono in tutto l'Appennino carbonatico.

Da un punto di vista orografico la catena appenninica è caratterizzata da una forte asimmetria. Spostandoci da ovest ad est si passa dalle massime altezze, in prossimità della costa tirrenica, a minime altezze in prossimità della Fossa Bradanica, dove la morfologia diviene sempre più dolce. Dalla Penisola Sorrentina alla Calabria settentrionale la costa si innalza, salvo che nelle brevi piane alluvionali, con un brusco gradino costituito da calcari e dolomie, meno che nel Cilento e a nord di Palinuro, dov'è formata da terreni calcareo-argillosi o argilloso arenacei.

L'evoluzione tettonica dell'Appennino meridionale viene articolata in tre momenti.

a partire dal Trias medio fino all'Aquitano (Miocene inferiore) si sono verificati dei movimenti tettonici che hanno colpito la zona esterna dell'Appennino meridionale.

Tra il Langhiano (Miocene medio) e il Pliocene una serie di fasi tettonogenetiche colpisce queste zone, dislocando le unità paleogeografiche mesozoiche-paleogene (bacini e piattaforme) e dando origine alle unità stratigrafico-strutturali esterne.

Dal Pliocene medio-superiore, infine, hanno inizio fasi orogeniche in s.s. che faranno assumere alla catena sud-Appenninica la conformazione attuale.

Tutti e tre i momenti della evoluzione appenninica sono stati presumibilmente accompagnati da complesse rotazioni di tipo regionali e da movimenti di tipo trascorrente connessi con l'espansione e la successiva chiusura della Tetide.

L'Appennino è un edificio tettonico a coltri di ricoprimento. I terreni che lo costituiscono si possono raggruppare in unità stratigrafico-strutturali. Sono definiti con tale termine dei corpi geologici di grandi dimensioni unitari e/o in frammenti che, possono aver conservato rapporti stratigrafici con il loro originario basamento e risultare rimosse dalla loro giacitura iniziale. Esse possono aver subito deformazioni o essere quasi per nulla deformati.

Le unità stratigrafico-strutturali che riguardano l'Appennino meridionale, con riferimento a Nord della linea tettonica di Sangineto, vengono suddivise spostandoci da Est verso Ovest in: Unità dell'avampaese e dell'avanfossa; unità tardo-tettonogenetiche; unità esterne della catena e infine unità interne.

Tra il Trias superiore e il Giurassico il modello pre-appenninico prevedeva un'alternanza di piattaforme e bacini, ben tre piattaforme carbonatiche e ben due bacini intermedi (Piattaforma Campano-Lucana, Bacino Lagonegrese, Piattaforma Abruzzese-Campana, Bacino Molisano, Piattaforma Apula).

A partire dal Cretacico le fasi tettonogenetiche interessano maggiormente le piattaforme carbonatiche, provocando emersioni pressoché totali. Esse, continuano a persistere da ridurre le aree di piattaforma e da ampliare le aree di bacino. L'ultima fase tettonica con estensione regionale è di età eocenica, per poi dare spazio alle fasi tettonogenetiche mioceniche.

Le fasi compressive mioceniche che portano all'attuale configurazione possono essere schematizzate come segue:

- FASE LANGHIANA. Durante questa fase, la piattaforma campano-lucana sovrascorre sui terreni del fianco occidentale del bacino lagonegrese, mentre

questi a loro volta si accavallano sui terreni della zona assiale del bacino. La piattaforma stessa si smembra in più parti. Con questi eventi si dà origine al Bacino Irpino, che si imposta in parte sulle coltri, e in parte sulle aree più esterne del bacino lagonegrese non ancora colpite dalla tetto-genesi.

- FASE SERRAVALLIANA . Durante questa fase avvengono estese trasgressioni ma minori deformazioni.
- FASE TORTONIANA . La fase Tortoniana è interessata da altri movimenti traslativi, che provocano la fusione tra il Bacino Irpino e il Bacino Molisano. I depositi delle fasi precedentemente citate sovrascorreranno nelle unità della piattaforma Campano-Lucana e della piattaforma Abruzzese-Campano.
- TETTOGENESI TARDIVA . Tra il Tortoniano superiore e il Pliocene inferiore si formano sulle coltri in avanzamento vari bacini di modesta estensione. Alla fine del Pliocene medio le unità deformate si accavallano le une sulle altre sovrascorrendo verso la piattaforma Apula, continuano a persistere movimenti compressivi nella parte orientale e quelli distensivi nella parte occidentale. I movimenti che seguono nel tempo sono prevalentemente orogenici in sensu strictu. La catena viene così disarmonicamente sollevata assumendo l'attuale conformazione con presenza di faglie subverticali dirette ad andamento appenninico e antiappenninico.

2.2. - Geologia del territorio comunale e presentazione della Carta geolitologica.

La Carta Geologica costituisce l'elaborato di base che fornisce una rappresentazione generalizzata della distribuzione areale e della disposizione stratigrafico-strutturale dei litotipi affioranti nell'ambito del territorio del Comune di Salerno.

Gli studi specifici sul territorio, sono stati eseguiti secondo le indicazioni normative contenute nella Legge Regionale 9/83.

Segnatamente, lo studio è stato articolato in fasi di approfondimento successivo, utilizzando le seguenti metodologie di acquisizione dati:

ricerca bibliografica, condotta nell'ambito della Letteratura Tecnica Ufficiale;

rilevamento geologico-tecnico di dettaglio condotto, per ovvi motivi, su di un'area più ampia che non quella di stretto interesse, e finalizzato alla delimitazione areale dei vari tipi di terreno affioranti, discriminando con particolare attenzione fra i

terreni di copertura ed il “bedrock”, nonché la disposizione degli elementi litostutturali di quest’ultimo;

analisi e rielaborazione dei dati stratigrafici e geotecnici desunti da circa 1000 sondaggi geognostici, molti dei quali completi di analisi di laboratorio di prove penetrometriche e di indagini sismiche.

L’insieme dei dati così ottenuti è stato poi rappresentato graficamente mediante la delimitazione di aree omogenee nell’ambito delle quali affiorano litologie con caratteristiche geologico-stratigrafiche variabili nell’ambito di un ristretto range di valori. Sono state anche riportate, lì dove è stato possibile rilevarle, le giaciture degli strati.

2.3 - Inquadramento geografico e fisiografico.

Il territorio comunale di Salerno è compreso nell’ambito del Foglio 185 “Salerno” e 197 “Amalfi” della Carta Geologica d’Italia 1: 100.000 redatta dall’I.G.M. e più precisamente nelle tavolette 1:25.000:

II SE Foglio 185;

II SW Foglio 185;

I NW Foglio 197;

I NE Foglio 197.

Esso confina ad Ovest con i territori comunali di Vietri, Cava dei Tirreni e Pellezzano; a Nord con Baronissi e Castiglione dei Genovesi; ad Est con S. Mango Piemonte, San Cipriano Picentino, Giffoni Valle Piana, Pontecagnano Faiano.

Comprende l’estremità nord-orientale della Piana del Fiume Sele e la parte finale del corso dei Fiumi: Irno e Picentino, del torrente Fuorni e del vallone Mariconda.

Essa è delimitata verso NE dai versanti di faglia di M.te Stella e M.te Tubenna, attivi a partire dal Miocene e verso NW dai rilievi di M.te Taborre e Prete Martorano.

Dal punto di vista orografico si possono distinguere almeno tre unità fisiografiche: la prima comprende i rilievi montuosi carbonatici presenti a N e NW del territorio comunale, con versanti a pendenze prossime al 100%.

Anche le principali linee di deflusso ricalcano i lineamenti strutturali con un caratteristico andamento rettilineo, in alvei a prevalente sviluppo verticale.

La seconda unità fisiografica è costituita dalla zona alto collinare o di piedimonte in cui si ritrovano in affioramento sedimenti terrigeni, argillosi e argilloso-marnosi a

luoghi arenacei che evolvono verso l'alto a sabbie, arenarie e conglomerati debolmente cementati. Nella fascia pedemontana si ritrovano anche prodotti piroclastici per lo più sciolti che hanno colmato le depressioni morfologiche presenti.

La rete drenante è in rapida evoluzione e ricalca i segni di un modellamento prevalente di pendii per movimenti di massa antichi e recenti.

Le rimanenti aree, posizionate nella fascia sud-orientale del territorio comunale, fanno parte della terza unità fisiografica costituita dalla piana alluvionale in cui si ritrovano litotipi legati alle fasi deposizionali fluviali e marine.

Questi sedimenti si presentano con una forte eterometria, con elementi arrotondati ed appiattiti e mostrano una tipica deposizione lentiforme e discontinua, a conferma delle alterne fasi e regimi deposizionali.

In queste aree la rete drenante assume un tipico aspetto meandriforme, laddove non è stata modificata dall'uomo, dovuto all'assenza quasi totale di rilievo.

2.4 - Inquadramento geologico nell'ambito del contesto stratigrafico-strutturale regionale.

L'area di studio ricade, per quanto attiene all'evoluzione tettonica, nell'ambito della depressione tettonica strutturale del Golfo di Salerno "Graben del Golfo di Salerno", che con le sue propaggini più interne (graben dell'alta valle del Sele) interrompe l'asse di culminazione orografica dell'Appennino Campano-Lucano e prosegue nel Tirreno con la "Salerno trough structure".

In questa depressione, allungata in senso WSW-ENE, sono stati individuati al di sopra delle unità carbonatica mesozoica e delle sovrastanti coltri terrigene, litotipi di età compresa tra il tardo Neogene ed il Quaternario.

La parte superiore di questo riempimento è rappresentata da depositi Plio-Quaternari che testimoniano le fasi di forte approfondimento della struttura in corrispondenza del sollevamento dei rilievi appenninici bordieri.

Tali depositi possono, almeno in parte, correlarsi con le potenti formazioni clastiche continentali che sul bordo sud-orientale della piana del Sele sono identificate col nome di "Conglomerati di Eboli".

La porzione inferiore del riempimento della "Salerno trough structure" è rappresentata dalla sequenza trasgressiva Miocene superiore – Pliocene inferiore

(Pozzo Mina 1; AGIP, 1977) che, totalmente assente sugli alti bordieri emersi, testimonia la precoce individuazione del graben.

Ciò trova conferma anche nel settore continentale della depressione ove, pur mancando i depositi del Miocene sup. – Pliocene inf., si osservano diffusi affioramenti di terreni di un ciclo regressivo tortoniano-messiniano.

Tali depositi sono costituiti da argille più o meno siltose grigio-azzurre intercalate da livelli arenacei di spessore massimo intorno ai 20 cm, che presentano evidenti strutture torbiditiche (laminazione parallela, obliqua e convoluta). Tale successione costituisce la gran parte del rilievo tra Salerno e Fuorni.

Quindi il Graben del Golfo di Salerno è stato individuato a partire dal Miocene superiore, quando il mare del ciclo Tortoniano – Messiniano vi penetrò sino al piede dei massicci circostanti, già definitivamente emersi (monti Lattari a Nord, monti Picentini e monti di Capaccio ad Ovest, rilievi del Cilento a Sud).

Successivamente, mentre la parte marittima di questa depressione peri-tirrenica restava costantemente sommersa ed andava ampliandosi in senso Nord-Sud a spese della Penisola Sorrentina, la parte più prossima agli alti bordieri orientali, teneva un comportamento tettonico variabile: emersa ed in erosione dopo la regressione messiniana, prendeva carattere di piana alluvionale costiera subsidente nel corso della deposizione dei conglomerati di Eboli (Pliocene? – Pleistocene inferiore e medio) per poi sollevarsi a blocchi variamente dislocati quando, probabilmente nel corso del Pleistocene Medio, i massicci carbonatici bordieri subirono l'ultima forte fase di sollevamento.

In relazione a quest'ultima serie di dislocazioni, la sedimentazione alluvionale costiera, rinvigorita dall'aumentata energia del rilievo, si spostò a valle dei settori sollevati (colline conglomeratiche di Salerno, Pontecagnano, Battipaglia ed Eboli), prendendo a costruire, in concorso con episodi marini e lagunari, l'attuale Piana del Sele.

Altro elemento significativo è costituito dalla valle del Fiume Irno, che coincide con una faglia trascorrente destra, attiva durante il Miocene. Nell'area, inoltre, si rilevano lineamenti morfostrutturali con andamenti meridiani e tirrenici.

I versanti facenti parte dei rilievi carbonatici dei M.ti Picentini e Lattari, nella maggior parte dei casi, sono impostati su faglie dirette, che presentano piani subverticali la cui evoluzione deriva dalle passate condizioni morfoclimatiche, in cui subivano una evoluzione morfologica per “recessione rettilineo-parallela” dello

specchio di faglia originario e della sua sostituzione (slope replacement), con un pendio rettilineo inclinato dell'angolo di riposo del detrito generato o in transito sul pendio stesso.

Come detto in precedenza versanti di questo tipo sono da collegare ai climi freddi del Quaternario, quando i cicli quotidiani di gelo-disgelo, decisamente più frequenti che oggi, degradavano arealmente e gradualmente le pareti.

Nelle condizioni climatiche attuali le pareti calcaree (a meno che molto tettonizzate e/o ad alta quota) non producono falde detritiche criogeniche e sono invece attaccate da processi carsici, ed interessate da episodiche frane di crollo.

I rilievi carbonatici dell'area sono in parte ricoperti da una coltre di piroclastiti sciolte, che si presentano nella maggior parte dei casi rimaneggiate e sono collegabili quasi esclusivamente all'attività vulcanica del Somma-Vesuvio.

Questa coltre, il cui spessore aumenta gradualmente a partire dalla parte alta del versante fino a raggiungere, nelle fasce pedemontane, anche i dieci metri, è interessata da fenomeni franosi.

Nelle porzioni sommitali dei rilievi in questione, la copertura piroclastica è discontinua e di spessore esiguo, tanto da consentire alle rocce carbonatiche di drenare verso la falda di base la maggior parte dell'acqua derivante da eventi piovosi particolarmente intensi.

Le sequenze carbonatiche, d'età mesozoica, sono costituite da blocchi monoclinali di calcari, calcari dolomitici e dolomia di piattaforma, in strati e banchi, con giacitura ed inclinazione variamente orientate.

Lo stato di tettonizzazione è variabile da zona a zona, come altrettanto sono variabili gli spessori superficiali di roccia maggiormente fratturata, degradata ed alterata.

2.5 - Caratterizzazione geolitologica dei litotipi presenti.

L'Appennino campano è costituito da una serie di coltri di ricoprimento, messe in posto soprattutto durante le fasi tettonogenetiche del Miocene e del Pliocene.

Nell'ambito di tali coltri sono state distinte varie unità geologiche (unità stratigrafico-strutturali) che si differenziano per le loro caratteristiche stratigrafiche, strutturali e per l'età della messa in posto.

Lo studio in oggetto è stato condotto mediante rilevamento di dettaglio in scala 1:4.000, integrato dalla reinterpretazione di oltre 1000 sondaggi geognostici, prove sismiche e prove di laboratorio fatti eseguire da Enti Pubblici e da privati.

La geologia dell'area in esame è caratterizzata dalla presenza di un netto passaggio litologico tra litotipi calcarei e calcareo-dolomitici presenti a Ovest ed a Nord, litotipi vulcanici presenti, in maniera discontinua, al di sopra dei primi e nelle zone pianeggianti e litotipi alluvionali che rappresentano i depositi che colmano la piana del Sele; sono inoltre presenti, nella porzione centro-meridionale del comprensorio, rilievi arenacei e conglomeratici.

Più precisamente per una prima classificazione delle varie unità litologiche rappresentate nell'area si fa riferimento alla suddivisione classica che individua, dalle più antiche alle più recenti le seguenti formazioni:

A) TRIASSICO-GIURASSICO-CRETACEE (Serie Carbonatica)

Sono le unità che formano i principali rilievi montuosi dell'area, (M.ti Lattari e M.ti Picentini).

Sono distinte in complesso:

Calcareo

Calcari, calcari marnosi e subordinatamente argille e marne grigie e giallastre, con orizzonti fossiliferi. Si ritrova nella parte alta di M.te Stella e nel versante che degrada verso il porto di Salerno in loc. Canalone.

Dolomitico

Dolomia, dolomia calcarea e calcari dolomitici grigi o biancastri, talora bituminosi, spesso intervallati da interstrati argillosi; sottostà, in concordanza angolare rispetto ai termini precedenti. Costituisce il termine carbonatico più diffuso ed affiora in destra idrografica del Fiume Irno nonché sulle pendici sud occidentali del M.te Stella.

B) UNITÀ DI VILLAMAINA

Distinta in complesso:

Argilloso

Costituito da sedimenti argillosi ed argilloso-marnosi, a luoghi sabbiosi di colore grigio-azzurro.

Arenaceo

Sabbie ed arenarie giallastre a granulometria uniforme, generalmente ben cementate, a luoghi fortemente alterate. Spessori decametrici che si rastremano da E verso W, fino ad azzerarsi in prossimità del Masso della Signora, dove i conglomerati di Salerno poggiano direttamente sui termini pelitici miocenici.

C) CONGLOMERATI DI SALERNO (PLIOCENE INF. – PLEISTOCENE INF.)

Lungo la dorsale Masso della Signora – Pietra di S. Stefano – Colle Pignolillo, la successione terrigena di Villamaina è “tagliata” in discordanza da questa potente sequenza clastica, nell’ambito della quale si riconoscono in affioramento due distinti membri:

Complesso Conglomeratico

Conglomerati in matrice sabbiosa o sabbioso-limosa, giallo-ocra, con lenti di sabbie grossolane e di argille limo-sabbiose, talora con livelli carboniosi. Gli elementi risultano fortemente eterometrici e poligenici; si rinvencono, infatti, con dimensioni variabili dalle ghiaie ai blocchi, clasti di natura estremamente variabile: calcari, calcari dolomitici e dolomie mesozoiche, calcari con selce e diaspri della serie lagonegrese, marne ed arenarie mioceniche.

Il membro in esame è di norma massivo; solo in alcuni punti (loc. Masso della Signora) si rileva una giacitura stratoide, con un’inclinazione di una decina di gradi verso i quadranti settentrionali. Gli elementi clastici di taglia inferiore si presentano in genere ben arrotondati, con forme subsferiche prevalenti.

Complesso delle Breccie

Costituito da elementi di natura esclusivamente calcarea, calcareo-dolomitica e dolomitica di dimensioni variabili dalle ghiaie ai blocchi. L’insieme dei clasti per lo più a spigoli vivi, costituisce un ammasso eterometrico, cementato da calcite spatica, con spessori stimabili nell’ordine di poche decine di metri. Si ritrovano a Colle Pignolillo, nel versante SE di Pietra di S. Stefano nonché, a Torrione, al “Forte la Carnale”.

D) PRODOTTI PIROCLASTICI (QUATERNARIO)

Complesso del Tufo Litoide

Form. del “Tufo Grigio Campano” Auct. in gran parte ignimbrico, a scorie nere, a luoghi giallastro, con fessurazione colonnare, colmante superfici e depressioni paleogeomorfologiche.

Si ritrova esclusivamente lungo il fondovalle del Fiume Irno e tra il corso del Rio Sordina e il percorso della SA-RC nei pressi di loc. Masseria Difesa – Altimari.

Complesso del Tufo Incoerente

Tufi incoerenti, suoli, materiale detritico e piroclastico rimaneggiato, frequentemente coperture di ridotto spessore del “Tufo Campano”.

E) COPERTURA DETRITICO ALLUVIONALE

Complesso Detritico

Depositi detritici di falda, per lo più sciolti o debolmente cementati, commisti a piroclastiti sciolte e rimaneggiate. Si rinvengono abbondanti nella fascia pedemontana di M.te Stella e in misura minore alla base nord-orientale del rilievo di Piano Montena.

Depositi Eluvio - Colluviali

Limi sabbioso-argillosi a plasticità da media a bassa, in dipendenza della formazione del substrato di provenienza, con componente sabbiosa eterometrica. Costituiscono i tipici depositi detritici continentali di versante derivati dallo smantellamento, ablazione ed accumulo dei prodotti di alterazione del “bedrock”, secondo meccanismi diversificati tipo “sheet-wash”, solifluzione e “creep”.

Si ritrovano alla base dei maggiori rilievi dell’area.

Complesso dei Depositi Lagunari (retroduna)

Alternanze di limi e di sabbie spesso intervallati da interstrati di torba dello spessore nell’ordine dei metri. Costituiscono tipicamente dei depositi di ambiente costiero retrodunare.

Complesso delle Sabbie Di Duna

Sabbie e sabbie limose con, a luoghi, intercalazioni di elementi ghiaiosi.

Costituiscono tipicamente dei depositi di ambiente costiero dunare.

Complesso dei Terreni Alluvionali

Prevalentemente limi sabbiosi ed, in subordine, livelli più francamente sabbioso-ghiaiosi. In genere è presente un livello superficiale di piroclastiti alterate e/o rimaneggiate.

2.5 - Legenda della Carta geologica.

Sono stati distinte cinque unità litologiche, a loro volta suddivise in complessi, ed è stata adottata la seguente legenda:

1) COPERTURA DETRITICO ALLUVIONALE

- Depositi eluvio-colluviali

Limi sabbioso argillosi a plasticità da media a bassa, in dipendenza della formazione del substrato di provenienza, con componente sabbiosa eterometrica;

- Complesso detritico

Depositi detritici di falda, per lo più sciolti o debolmente cementati, commisti a piroclastiti sciolte rimaneggiate;

Complesso dei depositi lagunari (retroduna)

Alternanza di limi e sabbie, si rinvengono frequenti livelli di torba di spessore generalmente nell'ordine dei metri;

Complesso delle sabbie di duna

Sabbie e sabbie limose, a luoghi con intercalazioni di elementi ghiaiosi;

Complesso dei terreni alluvionali

Prevalentemente limi sabbiosi ed, in subordine, livelli e/o lenti più francamente sabbioso-ghiaiose. Normalmente tali terreni sono sormontati da un livello di piroclastici alterate, a granulometria ricadente nel campo dei limi più o meno argillosi e/o sabbiosi.

2) PRODOTTI PIROCLASTICI (QUATERNARIO)

Complesso del tufo incoerente

Tufi incoerenti, suoli, materiale detritico e piroclastico rimaneggiato, frequentemente coperture di ridotto spessore, del “Tufo Campano”;

Complesso del tufo litoide

Form. del “Tufo Grigio Campano” Auct. In gran parte ignimbrítico, a scorie nere, a luoghi giallastro, con fessurazione colonnare, colmante superfici e depressioni paleogeomorfologiche;

3) CONGLOMERATI DI SALERNO (PLIOCENE INF—PLEISTOCENE INF.)

Brecce

Costituite da elementi di natura esclusivamente calcarea, calcareo-dolomitica e dolomitica di dimensioni variabili dalle ghiaie ai blocchi. L'insieme dei clasti per lo più a spigoli vivi, costituisce un ammasso eterometrico cementato da calcite;

Complesso conglomeratico

Conglomerati in matrice sabbiosa o sabbioso-limosa, giallo ocra, con lenti di sabbie grossolane e di argille limo-sabbiose, talora con livelli carboniosi. Gli elementi risultano fortemente eterometrici e poligenici; si rinvencono, infatti, con dimensioni variabili dalle ghiaie ai blocchi, clasti di natura estremamente variabile: calcari, calcari dolomitici e dolomie mesozoiche. Il membro in esame è, di norma, massivo;

4) UNITA' DI VILLAMAINA (MIOCENE)

Complesso arenaceo

Sabbie ed arenarie giallastre, generalmente ben cementate, a granulometria uniforme. Spessori decametrici che si rastremano da Est verso Ovest;

Complesso argilloso

Costituito da sedimenti argillosi ed argillo-marnosi, a luoghi sabbiosi, di colore grigio-azzurro;

5) FORMAZIONI TRIASSICO-GIURASSICO-CRETACEE

Complesso calcareo

Calcari, calcari marnosi e subordinatamente argille e marne grigie e giallastre, con orizzonti fossiliferi.

Complesso dolomitico

Dolomia, dolomia calcarea e calcari dolomitici grigi o biancastri, talora bituminosi, spesso intervallati da interstrati argillosi.

Infine, sono stati evidenziati anche i Terreni di riporto o di colmata.

3 - CARTA DELLA STABILITA'

Questo elaborato tematico ha lo scopo di fornire un quadro sintetico della situazione di stabilità relativa esistente sull'intero territorio comunale.

Nella valutazione del grado di stabilità relativa delle aree in esame, si è tenuto conto delle caratteristiche del territorio che danno luogo a fenomeni di instabilità:

dall'analisi delle correlazioni tra litologie, morfotipi, pendenze e, a seconda della litologia del substrato, della presenza o meno di coperture detritiche sciolte, si è trovata una corrispondenza numerica tra la combinazione di questi fattori ed il grado di stabilità relativa risultante.

È stata compiuta una prima analisi del territorio basata sulla ricerca di alcuni morfotipi particolari ai quali è stato assegnato un grado di stabilità relativa indipendentemente da ogni altro fattore. Tali morfotipi ed il loro grado di stabilità relativa sono:

le aree in frana o le aree occupate da singoli eventi franosi attivi o quiescenti: instabili;

fossi, valloni o corsi d'acqua maggiori lungo i quali sussistono processi geodinamici in atto o potenziali: potenzialmente instabili;

cave: potenzialmente instabili.

Inoltre, la porzione di versante compresa tra loc. Casa Manzo e la Cava D'Agostino è stata considerata potenzialmente instabile a causa delle particolari condizioni geologico-stratigrafiche (conglomerati su argille), combinate ad azioni antropiche pregresse.

Si è poi passati all'analisi statistica delle tipologie di frana incidenti su ogni litotipo presente, nonché delle tipologie presenti in fasce di transizione tra determinate litologie che presentavano dissesti che interessano entrambi i litotipi.

Sono state quindi codificate sia le tipologie di frana in funzione della litologia, sia i litotipi considerati.

È stato calcolato l'angolo medio del pendio nel tratto interessato dal dissesto, limitatamente all'area di innesco e di alimentazione, ed in più si è misurato l'angolo minimo assoluto al quale si è verificato il dissesto.

Una codifica binaria è stata assegnata anche alla presenza od assenza di copertura detritica sul substrato litoide. Non si è considerato questo parametro nel caso dei terreni plastici in quanto non esiste una netta distinzione tra substrato e copertura, ma piuttosto una "commistione" di materiali che annulla questo parametro.

Esplicitando quanto detto finora, si è giunti alla conclusione che i versanti:

- carbonatici, con copertura detritico-piroclastica, sono soggetti prevalentemente a colate rapide e crolli, con un angolo minimo di 30° calcolato non tenendo conto dell'inclinazione delle pareti soggetti a crolli perché caratterizzate da angoli decisamente superiori che inficiano la media;

- arenacei sono soggetti a fenomeni di dissesto a partire da una inclinazione di 13°;
- argillosi sono soggetti a fenomeni di dissesto a partire da una inclinazione di 6°;
- conglomeratici sono soggetti a fenomeni di dissesto a partire da una inclinazione di 13°;
- ricoperti da potenti coltri di detrito eluvio-colluviali sono soggetti a fenomeni di dissesto a partire da una inclinazione di 10°.

Nella Carta della Stabilità è possibile distinguere sette diversi tipi di aree che possono essere sinteticamente raggruppate in:

“Aree Stabili” per:

- favorevole condizione morfologica;
- inclinazione inferiore agli intervalli di innesco dei fenomeni gravitativi.

“Aree Instabili o Potenzialmente Instabili” per:

- presenza di cave;
- presenza di dissesti attivi o quiescenti;
- presenza di processi geodinamici in atto o potenziali legati alle acque incanalate o corsi d’acqua;
- particolari condizioni geologico-stratigrafiche, quali ad esempio la presenza di conglomerati su argille;
- sfavorevoli condizioni morfologiche, con inclinazioni comprese negli intervalli di innesco dei fenomeni gravitativi.

4 - CARTA IDROGEOLOGICA

Ai sensi dell’Art. 11 comma III, della L.R. 9/83, la Carta Idrogeologica è finalizzata alla definizione della situazione idrogeologica ed idrologica, sia in prospettiva sismica, sia in funzione di un’eventuale utilizzazione e protezione delle risorse idriche.

La redazione di questo elaborato grafico è stata effettuata in base a dati raccolti mediante studi specifici diretti ed indiretti, mirati a:

riconoscere e cartografare le associazioni litostratigrafiche a diverso grado di permeabilità relativa, accorpate in complessi idrogeologici;
individuare e caratterizzare idrogeologicamente i punti d’acqua sorgiva ed i pozzi;

limitare le principali strutture idrogeologiche, delineando i caratteri dell'idrodinamica sotterranea;

delimitare i caratteri del regime idrologico dei corsi d'acqua.

All'uopo, si è proceduto per gradi di approfondimento successivi a partire da una accurata ricerca bibliografica nell'ambito della Letteratura Tecnica Ufficiale; di poi sono stati acquisiti, presso l'ufficio "pozzi ed acquedotti" della Provincia di Salerno, i dati relativi a pozzi e sorgenti censiti presenti nell'ambito del comprensorio comunale; i pozzi sono stati ubicati su base aerofotogrammetrica, in scala 1: 5.000, ed in una successiva fase di campagna, sono stati sottoposti a verifica strumentale, ovvero è stata misurata la profondità della falda rispetto al piano campagna, mediante l'uso di un freatimetro elettronico.

Non è stato possibile però, sia a causa della scarsità di pozzi presenti su gran parte del territorio comunale di Salerno, ad eccezione della estrema periferia orientale (Zona Industriale), sia a causa della presenza, nel sottosuolo dell'area orientale (Piana alluvionale del Fuorni e del Picentino), di un acquifero scomposto in un sistema a "falde sovrapposte", ricostruire la superficie piezometrica della falda acquifera.

Occorre anche aggiungere, a proposito del sistema a falde sovrapposte, che non esistono dati circa la stratigrafia dei pozzi censiti, che avrebbero permesso almeno la ricostruzione dell'andamento spaziale ed i rapporti reciproci delle falde stesse.

Tutti i dati così acquisiti, unitamente ai dati desunti durante le fasi di campagna inerenti il rilevamento geologico di dettaglio, sono stati reinterpretati al fine di ottenere una suddivisione del territorio in "Complessi idrogeologici" nei quali fossero accomunati i litotipi con caratteristiche di permeabilità e conducibilità idraulica omogenee; inoltre, si è inteso fornire indicazioni circa il modello di circolazione idrica sotterranea, riportando su carta le principali direzioni di deflusso della falda idrica nonché l'ubicazione dei pozzi e delle sorgenti censite.

4.1 - Inquadramento idrogeologico del territorio Comunale.

Il territorio comunale di Salerno ha una estensione di circa 60 Km² ed è caratterizzato dall'affioramento di litotipi eterogenei, raggruppabili in cinque gruppi idrogeologici a caratteristiche di permeabilità e trasmissività idraulica omogenee; segnatamente sono:

- Complesso calcareo;
- Complesso dolomitico;
- Complesso arenaceo - conglomeratico;
- Complesso dei terreni a prevalente componente limo-argillosa;
- Complesso alluvionale.

I Complessi “calcareo” (che comprende calcari e calcari marnosi) e “dolomitico” (dolomie e calcari dolomitici) costituiscono parte preponderante dell’impalcatura dei rilievi che segnano i limiti comunali a Nord-Ovest ed a Nord del centro urbano.

In particolare, i termini calcarei e calcareo-marnosi sono caratterizzati da un elevato grado di permeabilità per fessurazione ed, in subordine, per carsismo anche se, localmente, i calcari marnosi poco fratturati possono tamponare le rocce a contatto; le dolomie ed i calcari dolomitici, che normalmente si presentano intensamente tettonizzati, posseggono un buon grado di permeabilità relativa, anche se minore rispetto ai primi.

Il Complesso arenaceo - conglomeratico accorpa i termini sabbioso-arenacei dell’Unità di Villamaina ed i terreni detritici costituenti i Conglomerati di Salerno.

Inoltre, in questo complesso rientrano anche il Tufo litoide che, per stato fisico e caratteristiche di permeabilità è analogo alle arenarie.

Questi litotipi posseggono un grado medio-basso di permeabilità relativa per fratturazione e, limitatamente alla porzione superficiale più alterata e meccanicamente allentata, per porosità.

Affiorano estesamente nella porzione centrale e sud-orientale del comprensorio in esame.

I terreni costituenti le coperture eluvio-colluviali, le potenti coltri piroclastiche argillificate ed humificate che si rinvencono con discontinuità in tutto il territorio comunale, nonché gli estesi affioramenti di argille, sono stati compresi nel Complesso dei terreni a prevalente componente limo-argillosa; il loro grado di permeabilità relativa è variabile localmente in funzione della frazione sottile; globalmente è da considerarsi estremamente basso.

Nel complesso dei depositi alluvionali sono stati accorpati sia le alluvioni in senso stretto, sia le sabbie costiere ed i depositi sabbiosi retrodunari; tutti questi termini del complesso sono, per loro natura, eterogenei ed eterometrici.

Caratterizzati da una estrema variabilità del valore della permeabilità in funzione della frazione sottile, sono da considerarsi nel complesso dotati di un buon grado di permeabilità relativa.

Per estensione e potenza, nonché per le caratteristiche fisiche, i termini carbonatici appartenenti ai primi due Complessi costituiscono gli acquiferi più produttivi dell'intero territorio comunale.

Oltre alla falda di base ospitata in queste rocce-serbatoio, ubicata normalmente a notevoli profondità, possono essere presenti anche “falde sospese” che si mantengono a quote più elevate rispetto alla prima; sono dovute a differenze di permeabilità relativa all'interno dell'ammasso roccioso, legate allo stato fisico dello stesso.

Di minore importanza sono gli acquiferi costituiti dal Complesso arenaceo e conglomeratico, che posseggono una produttività molto limitata, al più sufficiente a risolvere problematiche locali di approvvigionamento idrico.

I litotipi appartenenti al Complesso dei terreni a prevalente componente limo-argillosa, non ospitano falde acquifere se non limitatamente a piccoli accumuli costituiti da “sacche” detritiche più francamente sabbioso-ghiaiose.

Per quanto attiene il complesso dei depositi alluvionali che, come accennato in precedenza sono caratterizzati da permeabilità e conducibilità idraulica di grado medio-alto, anche se localmente molto variabile, possono ospitare acquiferi scomposti in falde sovrapposte.

Il modello idrogeologico schematico applicabile al territorio comunale di Salerno, prevede la sua suddivisione in quattro blocchi principali all'interno dei quali è instaurato il circuito idrico sotterraneo.

Un primo blocco è rappresentato dai rilievi calcarei e dolomitici in destra orografica rispetto al Fiume Irno; un secondo blocco è costituito dai rilievi calcarei e dolomitici in sinistra orografica del Fiume Irno.

Gli interscambi tra questi due gruppi sono, di fatto, impediti dalla presenza dell'importante faglia sulla quale è impostato il corso dell'Irno, ed entrambi sono tamponati alla base dell'acquifero dall'impermeabile rappresentato dal piano di sovrascorrimento dei depositi carbonatici di Piattaforma sui termini delle Unità Lagonegresi.

Il primo blocco alimenta sorgenti ubicate sia sul versante salernitano che su quello in aggetto sul Torrente Bonea, mentre il secondo blocco ha travasi verso la piana

alluvionale ed alimenta alcune sorgenti presenti lungo il contatto tra i carbonati ed il colpetto impermeabile costituito dal Complesso dei terreni a prevalente componente limo-argillosa.

Il terzo blocco, costituito dai rilievi arenacei e conglomeratici che occupano la porzione centrale e sud-orientale del territorio comunale, non possiede come i primi due una importante falda idrica di base, ma è sede di circolazione idrica ipogea limitatamente alla porzione più intensamente fratturata e/o alterata.

Alimenta piccole scaturigini ubicate lungo il contatto con i terreni limo-argillosi che fungono da tampone.

Il quarto blocco è rappresentato dai termini del Complesso alluvionale e del Complesso dei terreni a prevalente componente limo-argillosa: questi depositi vengono alimentati lateralmente e dal basso dai rilievi di bordo che costituiscono gli altri blocchi fin qui esaminati.

Situazione particolare è quella relativa ai depositi alluvionali della Piana del Fiume Picentino, che segna il limite sud-orientale del comprensorio comunale.

A partire dalle propaggini dei rilievi conglomeratici e, senza soluzione di continuità, fino a tutta la Piana del Fiume Sele, la depressione strutturale che costituisce questo graben è occupata da depositi alluvionali ed eluvio-colluviali il cui spessore varia da pochi metri, in prossimità dei rilievi conglomeratici di Salerno, a diverse centinaia di metri nella porzione centrale della Piana del Sele.

Infine, menzione va fatta anche per le sorgenti minerali e quelle sulfuree presenti a Salerno; in particolare le scaturigini delle Terme Campione e della Sorgente Vitologatti.

Le acque che qui sgorgano sono legate a circuiti idrici ipogei particolari: si tratta di acque risalenti dall'acquifero costituito dalle dolomie "farinose", tamponate dai calcari marnosi poco fratturati e localmente, dalle argille Tortoniane (sorgente Vitologatti) e che seguono percorsi lunghi e profondi durante i quali si arricchiscono degli elementi che le caratterizzano.

4.2 - Legenda della Carta idrogeologica.

Su questo elaborato tematico sono stati contraddistinti cinque Complessi idrogeologici ed il relativo grado di permeabilità relativa; è stata adottata la seguente legenda:

COMPLESSI IDROGEOLOGICI E GRADO DI PERMEABILITÀ

PERMEABILITÀ MOLTO ELEVATA : *Complesso calcareo* (calcari e calcari marnosi);

PERMEABILITÀ ELEVATA : *Complesso dolomitico* (calcari dolomitici e dolomie);

PERMEABILITÀ MEDIA: Complesso alluvionale (depositi alluvionali in senso stretto, sabbie dunari e depositi lagunari);

PERMEABILITÀ MEDIO-BASSA: *Complesso arenaceo-conglomeratico*: arenarie, conglomerati e tufo litoide);

PERMEABILITÀ BASSA: Complesso dei terreni a prevalente componente limo-argillosa (coperture eluvio-colluviali, detrito di falda, tufi incoerenti, argille).

5 - CARTA DELLA MICROZONAZIONE SISMICA

La Microzonazione Sismica correlata alla Risposta Sismica di Sito, costituisce un punto essenziale nella pianificazione di un territorio sismico, ed ha come obiettivo la valutazione del comportamento del terreno sottoposto a stress sismico.

E' ben noto che un deposito incoerente poggiante su un basamento rigido può modificare la composizione spettrale dell'impulso sismico determinando l'amplificazione di alcune frequenze. Può verificarsi, di conseguenza, un fenomeno di risonanza nelle strutture, con conseguente rottura del sistema.

La vulnerabilità di una struttura sottoposta ad uno stress sismico dipende, infatti, non solo dall'intensità del terremoto, ma anche, e forse principalmente, dalla intensità delle componenti a varie frequenze contenute nel segnale sismico, in particolare quello relativo alle onde S, che, a loro volta, possono subire amplificazioni differenziali che dipendono dalle caratteristiche meccaniche e geometriche del materiale che costituisce il terreno di fondazione.

E' quindi necessaria, per valutare le modifiche dell'impulso sismico provocate dal terreno, una parametrizzazione geometrica, geolitologica e geosismica, dell'area interessata.

In particolare, come previsto dalle più recenti disposizioni normative ed in particolare dalla L.R. 9/83 è stata effettuata in tutto il territorio comunale la determinazione sperimentale delle velocità delle onde sismiche longitudinali e trasversali (V_p , V_s) relativa alle formazioni geologiche più superficiali, con densità

di misura dipendente dalla litologia superficiale e dall'interesse urbanistico delle varie aree.

Compatibilmente con la disponibilità di accesso carrabile ai siti, sono state, effettuati circa 50 delle suddette determinazione di velocità mediante metodologia sismica tricomponente attraverso profili di lunghezza globale di circa 50 ml.

Le misure sono state effettuate utilizzando un sismometro digitale multicanale provvisto di appositi sistemi di filtraggio e utilizzando come ricevitori triplette di geofoni orizzontali e verticali, ed energizzando il terreno o con massa battente o con sistema Minibang.

L'elaborazione, per la determinazione delle velocità e quindi per il riconoscimento dei primi arrivi delle fasi P ed S, è stata effettuata presso il Laboratorio di calcolo sismico del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università "Federico II", utilizzando una workstation Sun e appositi software avanzati.

I dati relativi alle velocità, ovvero ai moduli elastici ricavabili (in particolare il modulo di taglio G), anche sulla base dei dati geotecnici esistenti o appositamente rilevati, sono stati elaborati mediante cartografia digitale ai fini della redazione della carta di cui sopra.

Tutte le suddette indagini di seguito riportate e commentate hanno permesso di definire una nuova Microzonazione del territorio comunale in prospettiva sismica, intesa come strumento che ha lo scopo di definire con opportuno dettaglio le differenze di accelerazione massima attesa nelle varie Microzone identificate.

Tali differenze sono appunto intese come differenze del prodotto dell'accelerazione massima "ag" su suolo rigido (ovvero di Categoria A, vedi punto 3.2.1. dell'OPCM 20.03.2003) assegnata al Comune di Salerno con la nuova classificazione sismica (di cui alla delibera 5477 del 7.11.02) e cioè 0.25 g, per il Fattore di Amplificazione della Microzona, definito sperimentalmente attraverso le su menzionate indagini sismiche, e dovuto alle differenti caratteristiche geolitologico-sismiche caratterizzanti in media gli affioramenti e le stratigrafie arealmente significative esistenti nel territorio comunale.

5.1 - Studi effettuati

Lo studio del territorio comunale di Salerno, effettuato dal punto di vista geolitologico, idrogeologico, pluviometrico, idraulico, sismologico e della stabilità dei versanti è stato fornito dall'Amministrazione del Comune di Salerno ed è quello

relativo alla “Redazione ed elaborazione degli studi tematici finalizzati alla redazione del P.R.G. e per la definizione del rischio idrogeologico” che specificamente ha valutato:

- le caratteristiche geologiche generali del territorio attraverso la redazione di una cartografia in scala 1:4.000 con tematiche geo-litologiche, idrogeologiche, ideologiche, idrauliche e della stabilità dei versanti.
- le caratteristiche sismiche del territorio attraverso la redazione di carte della zonazione sismica e della vulnerabilità edilizia, con individuazione degli edifici di pubblica rilevanza a maggiore attenzione sismica.
- il “Rischio Frane” del territorio attraverso la redazione di una cartografia in scala 1:4.000 con tematiche geo-morfologiche, lito-tecniche, delle aree a rischio di frana e della vulnerabilità degli acquiferi.

Per la valutazione delle caratteristiche sismiche del territorio è stato condotto, invece, uno studio attraverso:

- a) una ricerca bibliografica mirata alla comprensione del modello sismotettonico Italiano e del significato e dei limiti delle zone sismogenetiche, individuate con il metodo ZS 4.1 (Romeo e Pugliese SSN/RT/Gennaio 1997), tracciate con lo scopo prevalente di servire da input per le valutazioni di pericolosità sismica effettuate dal GNDT applicando la metodologia di Cornell (Slejko et al., 1998). Sono state quindi descritte le zone sismogenetiche rilevanti in Italia e più in dettaglio quelle di interesse per la Campania. In particolare per la provincia di Salerno sono state individuate tre zone sismogenetiche: 56, 57 e 63_N. La zona 56 corrisponde alla zona vulcanica attiva del Napoletano con meccanismi attesi di tipo dip-slip, le altre (57 e 63_N) sono invece connesse con la disattivazione del sistema catena-avanfossa nell’Appennino Meridionale e la rotazione antioraria dell’Adria e sono caratterizzate da meccanismi dip-slip con assi T da SW a NE. Sono stati poi catalogati, per ognuna di queste zone, gli eventi sismici storici ed attuali. In questa fase sono stati inseriti i cataloghi delle Formazioni Geologiche Campane, con relative schede tecniche e degli eventi sismici che hanno interessato il comune di Salerno.

- b) l'ipotesi di riclassificazione sismica del territorio Campano in base alla risoluzione approvata dalla Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi nella seduta del 23 aprile 1997. Il comune di Salerno secondo tale classificazione, basata solo su analisi di pericolosità, passa dalla III alla II categoria sismica.¹
- c) un'attenta analisi di diversi metodi e modelli usati per la valutazione della pericolosità sismica.

Inoltre per una valutazione più affidabile della pericolosità sismica del comune di Salerno, sono stati riportati poi in forma comparata i risultati di analisi di pericolosità con due approcci metodologici :

- *Storico deterministico*, che considera il massimo scuotimento avvenuto nel passato;
- *Probabilistico sismo-tettonico* che considera la probabilità che si verifichi un risentimento locale di assegnata intensità.

Per quanto riguarda il metodo probabilistico sismo-tettonico, sono riportati i risultati degli studi di Romeo e Pugliese per il SSN e quelli di Palazzo et al. per il CUGRI relativo alla provincia di Salerno, basati sul metodo di Cornell (1968), secondo i seguenti passi:

1. Individuazione delle zone sorgente;
2. Parametrizzazione delle leggi di occorrenza dei terremoti per ciascuna zona sorgente;
3. Parametrizzazione empirica della propagazione attraverso le leggi di attenuazione;
4. Calcolo probabilistico della pericolosità assumendo le seguenti ipotesi:
 - I tempi di intercorrenza dei terremoti hanno una distribuzione statistica di un processo di Poisson (gli eventi sono indipendenti tra loro e stazionari nel tempo);
 - La distribuzione statistica dell'intensità è esponenziale (vale la relazione di Gutenberg-Richter tra numero annuo dei terremoti e magnitudo);
 - La sismicità all'interno di ogni zona sismogenetica è uniforme.

¹ In base alla nuova normativa sismica del 2003 il Comune di Salerno è stato effettivamente considerato di 2° categoria.

Le analisi di pericolosità del territorio comunale (Palazzo et al, CUGRI) sono state quindi effettuate con il metodo di Cornell, senza tener conto dell'amplificazione locale, attraverso una convoluzione probabilistica degli scuotimenti che si avrebbero a causa di eventi nelle zone sismogenetiche circostanti, tenendo conto dell'attenuazione dell'intensità.

I risultati ottenuti sono stati:

- La probabilità annua di scuotimenti di determinata intensità MCS;
- L'intensità MCS e la massima accelerazione del suolo (PGA) per ciascun comune della Provincia di Salerno con probabilità di eccedenza del 10% e per intervalli di tempo di 10, 50, 100 e 250 anni.

L'analisi di pericolosità con il metodo di Romeo e Pugliese è stata eseguita con il programma (modificato) SEISRISK III (Bender e Perkins, 1987) ed è basata sulla PGA come unico predittore della pericolosità sismica.

In questa fase, secondo quanto sopra riportato, in base al Decreto Ministeriale del 16/01/1996 ed in considerazione solo degli elaborati relativi alla Carta Geolitologica, Carta Geomorfologica, Carta delle Coperture e della Banca dati dei sondaggi geotecnici disponibili, il territorio del Comune di Salerno è stato diviso, ai fini della pericolosità sismica, in quattro zone, ad ognuna delle quali è stato fatto corrispondere un differente valore del coefficiente di fondazione e :

- zona urbana, ($e=1.0$): comprensiva del centro storico e del nucleo di prima urbanizzazione ;
- zona settentrionale ($e=1.3$): che si compone delle zone di Ogliara, Fratte e Rufoli ed è delimitata ad Ovest dal fiume Irno e ad Est dal fiume Fuorni;
- zona orientale ($e=1.15$), ulteriormente suddivisa in:
 - a) zone di Fuorni, S. Leonardo e Picentino;
 - b) area delimitata dal piano Montana-Monte Giovi;
- zona costiera ($e=1.2$);
- area di attenzione ($e=1.2$) , a ridosso del fiume Irno, in considerazione della presenza di notevoli riporti dovuti all'attività antropica, del particolare uso del suolo e della presenza di una rilevante faglia trascorrente.

Successivamente si è proseguito con l'analisi dei metodi per la valutazione della vulnerabilità urbana. In particolare sono stati analizzati i metodi proposti da Braga et

al., in scala M.S.K., e quello proposto da Palazzo et al, in scala M.C.S., basati entrambi sulle *'matrici di probabilità di danno'*

E' stata poi prodotta una Carta della vulnerabilità edilizia del territorio comunale, con indicazione degli scenari di risentimenti per eventi sismici prevedibili nelle zone sismogenetiche di interesse nel quale è riportata la distribuzione dell'edificato del comune di Salerno così come risulta dai dati forniti dal Comune. Tale suddivisione si discosta lievemente da quella condotta nello studio proposto che segue, invece, la classificazione per età proposta dall'ISTAT.

Dalla intersezione tra questi ultimi e quelli forniti nella Carta viene valutato un indice di vulnerabilità crescente, in funzione solo dell'età. Tale rappresentazione dà una lettura areale e non puntuale del territorio, che permette di valutare un primo scenario di danno per gli eventi attesi di maggior intensità.

Dopo le valutazioni di pericolosità e vulnerabilità sismica, è stato valutato il rischio sismico edilizio ed antropico nel Comune di Salerno basandosi su analisi di sola *vulnerabilità urbana*, con riferimento alla scala MCS.

Tale metodologia permette di stimare il rischio sismico in aree estese in funzione di informazioni disponibili nelle banche dati nazionali ed in particolare dei dati del Censimento ISTAT del 1991.

Il rischio sismico edilizio comunale viene inteso come la combinazione di tre fattori:

- *Pericolosità*: intesa come probabilità che uno scuotimento sismico di una data intensità (MCS) possa aver luogo in un anno.
- *Vulnerabilità*: danno medio, definito come il volume perso nell'intero sistema urbano comunale, per una assegnata intensità macrosismica I ed una probabilità di eccedenza di danno p .
- *Esposizione del patrimonio edilizio*: volume totale edificato per ciascun comune.

In analogia al rischio sismico edilizio, è stato valutato il rischio del sistema antropico in termini di numero medio di vittime e di senzatetto attesi annualmente, provocato da futuri scuotimenti sismici del sito.

Per quanto riguarda lo studio di valutazione del "Rischio Frane" del territorio la zonazione è stata effettuata attraverso la valutazione:

- dei fattori predisponenti al dissesto;
- della pericolosità;
- del danno;

- del rischio.

La valutazione dei fattori predisponenti al dissesto ha previsto la suddivisione del territorio comunale in aree omogenee in funzione delle componenti geologico-strutturali e geomorfologiche (unità territoriali di riferimento).

Queste aree omogenee si otterranno dalla sovrapposizione della caratterizzazione geologica, geomorfologia e morfologica del territorio.

La valutazione della Pericolosità è stata effettuata operando una distinzione fondamentale tra:

A) Pericolosità Reale, legata ai dissesti esistenti sul territorio;

B) Pericolosità Potenziale, legata alla concomitanza delle diverse condizioni geologiche, morfologiche e geomorfologiche da cui si possono originare fenomeni tipo colata rapida di fango e detrito e frane da crollo.

La valutazione del danno dipende dalla stima della pericolosità del fenomeno connesso alle diverse tipologie di dissesto, dal valore degli elementi a rischio e dalla vulnerabilità di tali elementi.

La Valutazione delle Aree a Rischio, infine deriva dalla Valutazione del Danno e prevede l'assegnazione di quattro classi di rischio (moderato, medio, elevato, molto elevato) secondo una scala che tiene conto del danno atteso all'ambiente ed agli elementi antropici.

5.2 - Acquisizione dati sismici nel territorio Comunale di Salerno

Le caratteristiche elastiche dinamiche dei terreni costituenti il sottosuolo sono state determinate attraverso un'indagine sismica multicanale. Il programma delle indagini è stato redatto tenendo conto della estensione dell'area e delle problematiche connesse con i litotipi in essa presenti e le indagini sono state condotte in ottemperanza alla seguente normativa:

Legge Regione Campania n. 9/83;

Delibera n. 5447 del 07/11/2002 - Giunta Regione Campania;

Delibera n. 248 del 24/01/2003 - Giunta Regione Campania;

Delibera n. 334 del 31/01/2003 - Giunta Regione Campania;

O.P.C.M n. 3274 del 20.03.2003.

Per cinque siti campione sono state determinate le amplificazione di sito con algoritmi di calcolo 2D.

Le indagini eseguite comprendono prospezioni di tomografia sismica a tre componenti (in cinque siti) e cinquanta sismiche di rifrazione a tre componenti distribuite sull'intero territorio comunale.

Le indagini sono state eseguite nel mese di aprile del 2004.

5.3.1 - Acquisizione Dati Sismici a Rifrazione a 3 Componenti

Le aree di indagine sono state scelte tenendo conto delle variazioni litologiche in affioramento, del sottosuolo e dell'entità di urbanizzazione del territorio comunale secondo i criteri suggeriti dall'Ordine dei Geologi della Regione Campania.

La campagna è stata divisa in due fasi. Nella prima fase, preliminare, sono stati eseguiti sopralluoghi per il riconoscimento dei siti idonei alle indagini sismiche, concretate nella seconda fase, in cui, come previsto dal programma delle indagini, sono stati acquisiti n. 50 profili a rifrazione a tre componenti, per il riconoscimento dei primi arrivi delle onde P e delle onde S. Scopo di tali profili è di avere un modello mono-dimensionale del sottosuolo rispetto alla velocità delle onde P ed S. La profondità di investigazione risulta variabile in quanto essa è legata alla lunghezza dello stendimento, che a sua volta è legato alle condizioni logistiche del sito d'indagine.

L'acquisizione ha previsto profili sismici nell'area in esame, aventi lunghezza variabile da 38.50 a 115 m (vedere geometrie allegate) ovviamente vincolati alla disponibilità di spazi non edificati ed idonei alle acquisizioni.

Il sismografo utilizzato per l'acquisizione dei dati è il modello ABEM TERRALOC a 24 canali - 21 bit ed i parametri di acquisizione sono i seguenti:

Distanza tra i ricevitori: 5.00 m

Distanza tra le sorgenti: 5.00-10.00 m

Frequenza di campionamento: 1000 Hz

Finestra temporale: 4 secondi

Offset minimo: 5,00 m

Offset massimo: 50,00 m

Sorgente energizzante: Massa battente bidirezionale

Geofoni: verticali ed orizzontali Mark VI, 14 Hz

Sono state acquisite 672 shot

Numero di tracce: 8064.

Durante l'acquisizione dei diversi profili non sono stati applicati filtri analogici, ad eccezione degli antialias, evitando così l'attenuazione del segnale utile.

Successivamente, in fase di elaborazione, potranno essere applicati filtri digitali.

L'acquisizione è stata eseguita anche in aree interessate da intenso traffico veicolare, tenendo cura, però, di operare nelle ore in cui tale traffico, ed in genere l'attività antropica erano drasticamente ridotte.

L'ubicazione dei sondaggi è stata decisa cercando una distribuzione areale dei profili che fosse il più uniforme possibile. Sono state eseguite indagini anche su affioramenti calcarei, che costituiscono il basamento acustico di riferimento.

Nella tabella successiva è riportata l'ubicazione dei profili eseguiti :

<i>N.</i>	<i>Ubicazione</i>	<i>Lunghezza</i>	<i>Data</i>
<i>P1</i>	<i>Via Belvedere</i>	<i>65</i>	<i>01/0 4/20 04</i>
<i>P2</i>	<i>1.1 S Abbagnano – Chiesa S.Felice in Fellini</i>	<i>65</i>	<i>01/0 4/20 04</i>
<i>P3</i>	<i>Nei pressi dell'uscita Tangenziale Sala Abbagnano</i>	<i>65</i>	<i>01/0 4/20 04</i>
<i>P4</i>	<i>Quartiere Popolare Italia</i>	<i>65</i>	<i>01/0 4/20 04</i>
<i>P5</i>	<i>Villa Comunale</i>	<i>55.5</i>	<i>02/0 4/20 04</i>
<i>P6</i>	<i>Lungomare (tratto iniziale)</i>	<i>115</i>	<i>02/0 4/20 04</i>
<i>P7</i>	<i>Lungomare (altezza Chiosco)</i>	<i>115</i>	<i>02/0 4/20 04</i>
<i>P8</i>	<i>Lungomare (altezza Monte Paschi di Siena)</i>	<i>115</i>	<i>02/0 4/20 04</i>
<i>P9</i>	<i>Stadio Vestuti</i>	<i>115</i>	<i>05/0 4/20 04</i>
<i>P10</i>	<i>Via Giuseppe</i>	<i>50</i>	<i>05/0</i>

N.	Ubicazione	Lunghezza	Data
	<i>Paeano (campetto di calcio)</i>		4/20 04
<i>P11</i>	<i>Via Ligea (nei pressi del Varco Porto commerciale)</i>	45	05/0 4/20 04
<i>P12</i>	<i>Castello medioevale Arechi</i>	65	05/0 4/20 04
<i>P13</i>	<i>Procura della Repubblica (nei pressi di P.zza S.Francesco)</i>	38.5	06/0 4/20 04
<i>P14</i>	<i>Ospedale G. da Procida</i>	54.5	06/0 4/20 04
<i>P15</i>	<i>Via V. Laspro (Parco del Seminario)</i>	49	06/0 4/20 04
<i>P16</i>	<i>Cava (nei pressi dello svincolo Autostradale)</i>	115	06/0 4/20 04
<i>P17</i>	<i>Lungomare (nei pressi di P.zza della Concordia)</i>	115	07/0 4/20 04
<i>P18</i>	<i>Via Fratelli de Mattia</i>	65	07/0 4/20 04
<i>P19</i>	<i>Giardini pubblici Forte la Carnale</i>	63	07/0 4/20 04
<i>P20</i>	<i>Via Vinciprova "Giardini pubblici"</i>	62.5	07/0 4/20 04
<i>P21</i>	<i>Parco Pinocchio</i>	65	07/0 4/20 04
<i>P22</i>	<i>Parco Pinocchio (interno)</i>	65	07/0 4/20 04
<i>P23</i>	<i>Via Ligea (nei pressi del 2 varco del Porto)</i>	65	08/0 4/20 04
<i>P24</i>	<i>Via Ligea (nei pressi del 3 varco del Porto)</i>	65	08/0 4/20 04
<i>P25</i>	<i>Cimitero Urbano</i>	50	08/0

N.	Ubicazione	Lunghezza	Data
			4/20 04
P26	La Mennona – Via S. Calende (nei pressi di Enel)	65	08/0 4/20 04
P27	Teatro Verdi – P.zza Francesco Alario	54	08/0 4/20 04
P28	Via Lungomare Marconi (ex Ostello - Torrione)	61.5	14/0 4/20 04
P29	Via Lungomare Tafuri (nei pressi della caserma Angelucci)	64.5	14/0 4/20 04
P30	Via Lungomare (nei pressi dell'Agip Mercatello)	65	14/0 4/20 04
P31	Torre Angellara (Eliporto – Pronto Soccorso)	65	14/0 4/20 04
P32	Via Generale Clark (all'interno della struttura sede della Regione Campania)	63	14/0 4/20 04
P33	Stadio Arechi	115	14/0 4/20 04
P34	Via Generale Clark (Campo Sportivo Volpe)	65	15/0 4/20 04
P35	Centro commerciale Siniscalchi	65	15/0 4/20 04
P36	Pastificio Amato	51.5	15/0 4/20 04
P37	Stabilimento Ideal Clima	60	15/0 4/20 04
P38	Fuorni (campetto di calcio "ITIS AVOGADRO")	60	15/0 4/20 04
P39	Ospedale San	65	15/0

<i>N.</i>	<i>Ubicazione</i>	<i>Lunghezza</i>	<i>Data</i>
	<i>Leonardo</i>		<i>4/20 04</i>
<i>P40</i>	<i>Parco Arbostella (nei pressi della metropolitana in costruzione)</i>	<i>65</i>	<i>15/0 4/20 04</i>
<i>P41</i>	<i>Campo sportivo San Eustacchio</i>	<i>55</i>	<i>16/0 4/20 04</i>
<i>P42</i>	<i>Parco del Mercatello</i>	<i>115</i>	<i>16/0 4/20 04</i>
<i>P43</i>	<i>Rione Mariconda – (Parco il tetto nostro)</i>	<i>65</i>	<i>16/0 4/20 04</i>
<i>P44</i>	<i>Centro sociale</i>	<i>65</i>	<i>16/0 4/20 04</i>
<i>P45</i>	<i>Campo Sportivo Primavera</i>	<i>65</i>	<i>16/0 4/20 04</i>
<i>P46</i>	<i>Collina via Moscati</i>	<i>65</i>	<i>16/0 4/20 04</i>
<i>P47</i>	<i>Sede Uffici Postali (sentiero alle spalle)</i>	<i>65</i>	<i>16/0 4/20 04</i>
<i>P48</i>	<i>Via Alda Borelli (in “Ciampa” di Cavallo)</i>	<i>63</i>	<i>20/0 4/20 04</i>
<i>P49</i>	<i>Pastena/Mercatel lo – Giardini Ipotenusa</i>	<i>65</i>	<i>20/0 4/20 04</i>
<i>P50</i>	<i>Via XX Settembre – Scuola M. Statale Lanzalone Posidonia</i>	<i>65</i>	<i>20/0 4/20 04</i>

5.4 - Analisi preliminare delle aree con pericolosità potenziale per instabilità dei versanti in conseguenza di un sisma nel Comune di Salerno

Utilizzando i dati disponibili è stata effettuata una valutazione a carattere generale della pericolosità per instabilità dei versanti nel territorio comunale di salerno. le

frane provocate dai terremoti sono, infatti, spesso causa di danni, anche ingenti, alle strutture situate in prossimità dei pendii.

L'instabilità di un versante dipende principalmente da due fattori: una forza esterna di spinta (driving force) e la resistenza interna del materiale. la forza esterna comprende sia la forza di gravità che quella sismica, mentre la resistenza interna del materiale dipende dalle caratteristiche geologiche e geotecniche. attualmente esistono solo pochi metodi per la stima di tali fattori ai fini della zonazione sismica. gli approcci standard per la valutazione della stabilità di un pendio richiedono informazioni dettagliate, ma spesso i dati esistenti, geologici e topografici, di grandi aree sono di scarsa qualità e nuove indagini sono costose e difficili da effettuare. Si deve quindi tener conto di tali limitazioni quando si realizza una zonazione sismica per l'instabilità dei versanti.

5.5 - Metodologie di 1° livello a carattere generale

Il tipo di zonazione a più basso costo, ma a carattere preliminare e di primo livello, è basato sulla conoscenza della sola Magnitudo o della Intensità sismica di un terremoto. Questo primo grado di zonazione permette di individuare le zone di pendio potenzialmente instabili usando criteri basati sull'intensità o la magnitudo di terremoti avvenuti in passato. In genere però il limite esatto di una zona caratterizzata da un'instabilità di versante non può essere ben definita da questo criterio. Questo tipo di approccio, basato sull'intensità o la magnitudo dei terremoti passati, non considera infatti direttamente gli effetti della geologia e del sistema idrogeologico locale. Poiché le condizioni delle acque sotterranee influenzano notevolmente la stabilità di un pendio, anche l'andamento delle precipitazioni nella regione esaminata dovrebbe essere preso come parametro-chiave.

Le mappe topografiche, geologiche e idrogeologiche disponibili contengono in genere informazioni a basso costo che possono essere usate per delineare le zone a differenti gradi di instabilità di versante. Finora sono stati pubblicati numerosi studi sulla relazione tra la distanza, magnitudo, quantità e tipo di frane generate da un terremoto (Tamura, 1978; Yasuda e Sugitani, 1988; Keefer e Wilson, 1989 e Ishiara e Nakamura, 1987; Mora e Mora, 1992). Su tali studi ci si baserà per la valutazione di massima della pericolosità per instabilità nel territorio Comunale di Salerno.

5.5.1. - Criterio magnitudo-distanza

I risultati degli studi citati precedentemente permettono di definire la potenzialità al rischio in oggetto come funzione della massima distanza da una faglia o da un epicentro e come funzione della quantità di frane. E' risultato evidente che la massima distanza delle frane dall' epicentro è minore nei paesi aridi (ad es. Iran ed Armenia) rispetto a quelli umidi (ad es. Giappone e Filippine). Inoltre si è notato che la massima distanza di una frana da una faglia è più piccola della massima distanza dall'epicentro. Purtroppo esistono pochi studi sulle relazioni magnitudo-distanza in altri paesi al di fuori di quelli citati.

Il criterio su riportato può essere facilmente applicato per il Comune di Salerno, in quanto i dati necessari sono già disponibili. In base alla distribuzione e alla magnitudo dei terremoti avvenuti in passato sarà così possibile calcolare se nel territorio comunale è prevedibile che avvengano fenomeni franosi innescati da un terremoto.

Secondo la carta dell' Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia (INGV) "Zonazione Sismogenetica del territorio nazionale ed aree limitrofe", il territorio di Salerno risente dei terremoti che hanno origine nelle zone 56, 57 e 63N. La zona 56 corrisponde alla zona vulcanica attiva del Napoletano, la zona 57 al Margine Tirrenico, mentre la zona 63N (che origina i terremoti più forti) risulta connessa con la disattivazione del sistema catena-avanfossa nell'Appennino Meridionale e la rotazione antioraria dell'Adria.

In base a questa carta ed al database DOM4.1 (INGV) "Osservazioni Macrosismiche di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno" è possibile constatare che, considerando i terremoti rilevanti più recenti risentiti nell'area, la zona sismogenetica più vicina a Salerno risulta essere l'Irpinia e la massima magnitudo da considerare pari a 7 (scala Richter). L'ultimo forte terremoto che ha interessato l'area è stato quello del 1980, con un epicentro distante circa 40 km da Salerno ed una magnitudo di 6.9 nella scala Richter. In base alle relazioni suddette basate sulla distanza epicentrale e considerando l'Italia un paese dal clima mediamente umido, con una distanza epicentrale di 40 km (vedi fig.1 allegata) ed un terremoto di magnitudo pari a 7, il comune di Salerno non risulta ricadere nel campo delle frane distruttive, ma risulta suscettibile di dissesti di minore entità.

5.5.2 - Criterio dell'intensità minima

Keefe e Wilson (1989) hanno condotto uno studio su 47 eventi tipici avvenuti in tutto il mondo. Sulla base di questi dati, la minima intensità che provoca fenomeni franosi varia dal V al VI grado della scala M.M. Poiché, secondo la carta delle Massime Intensità Macrosismiche osservate nei Comuni Italiani (INGV), la massima intensità risentita nel comune di Salerno è pari all'VII della scala M.M., anche questo secondo metodo ci indica che il territorio comunale è, sempre sensu lato, suscettibile di frane innescate da terremoto.

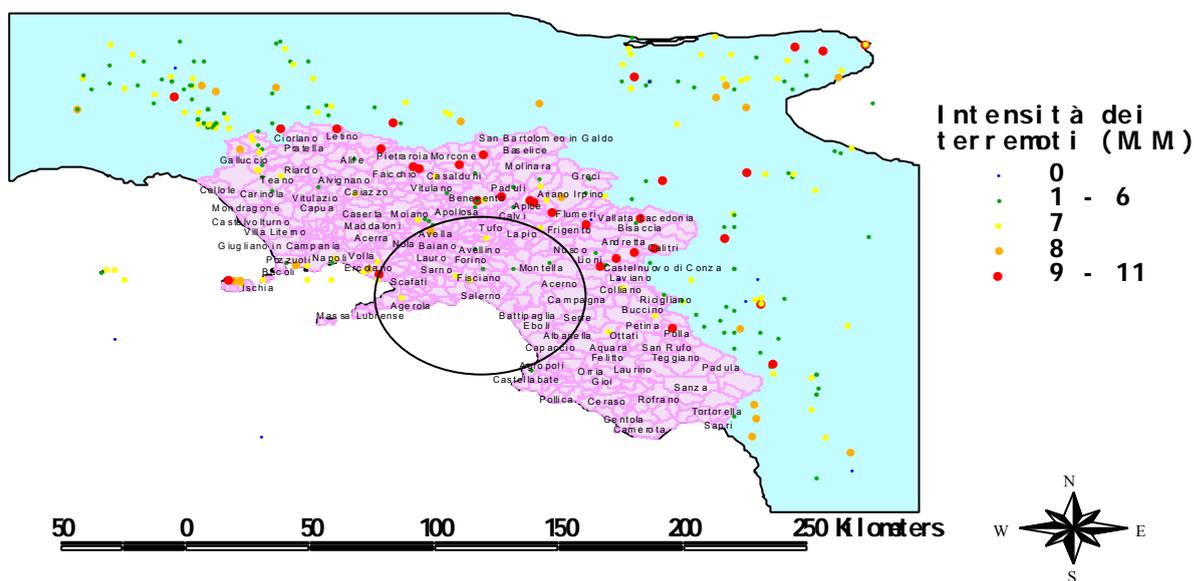


Fig.1 - Carta dell'intensità dei terremoti storici nell'Italia centro meridionale (database DOM4.1, INGV). Il cerchio ha centro in corrispondenza di Salerno e raggio di circa 40 km.

5.6 - Metodologie di 2° livello e Cartografia delle aree a maggiore suscettibilità di dissesti di versante a causa di terremoti

I metodi di zonazione di primo grado precedentemente descritti hanno stabilito che l'area comunale è potenzialmente suscettibile di dissesti idrogeologici non distruttivi innescati da terremoti, ma senza considerare se nel territorio esistano realmente siti a rischio di dissesto e quindi si è ritenuto opportuno procedere con un'analisi più dettagliata, di 2° livello.

Secondo la carta del rischio frane, esistono nel territorio di Salerno delle specifiche zone a rischio, e quindi stato scelto di applicare due diversi metodi di zonazione di secondo livello per questi specifici siti.

5.6.1.- Metodologia basata sui parametri topografici, geomorfologici e litologici

Questo metodo di secondo livello è stato sviluppato per la zonazione di un'area caratterizzata da un'elevata instabilità dei versanti nella Prefettura di Kanagawa, in Giappone (Kanagawa Prefectural Government, 1986), ed è basato sulle frane avvenute durante tre recenti terremoti: il terremoto di Izuhanto-oki del 1974, il terremoto di Izuhoshima-kinkai del 1978 e quello di Naganoken-seibu del 1984.

In questo tipo di approccio sono individuati vari fattori che governano l'instabilità dei versanti e che considerano i principali parametri topografici e geomorfologici, naturali o artificiali, e le caratteristiche delle litologie presenti:

Analizzando i su detti fattori per tutte le frane avvenute durante i tre terremoti, è stato possibile valutare il peso di ciascun fattore. La somma di tutti i fattori pesati dà la suscettività del pendio al dissesto. In base al valore di suscettività, viene calcolato il numero di frane attese per ogni maglia di area stabilita.

Si è ritenuto interessante applicare questo metodo per la zonazione di Salerno. I dati necessari sono stati reperiti dalle carte topografiche e geologiche fornite dal Comune, mentre per il valore della massima accelerazione orizzontale si è scelto quello previsto dalla nuova normativa sismica del 2003 (pari a 0.25 g).

La carta del territorio comunale è stata divisa in maglie di 1000x1000 m, ed è stata calcolata la suscettività al dissesto solo per le maglie in cui ricadevano siti a rischio già individuati nella Carta del Rischio Frane fornita dal comune di Salerno. Da tale calcolo è emerso che il maggior rischio di dissesti a causa di terremoti è presente in tre aree (vedi figura 2 allegata).

Si deve comunque considerare che tale tipo di zonazione non tiene però conto della piovosità, altro importante fattore innescante i dissesti idrogeologici in occasione di eventi sismici.

In conclusione, è stata innanzitutto valutato che, in termini generali, il territorio Comunale di Salerno è potenzialmente sede, in occasioni di eventi sismici forti, di instabilità dei versanti.

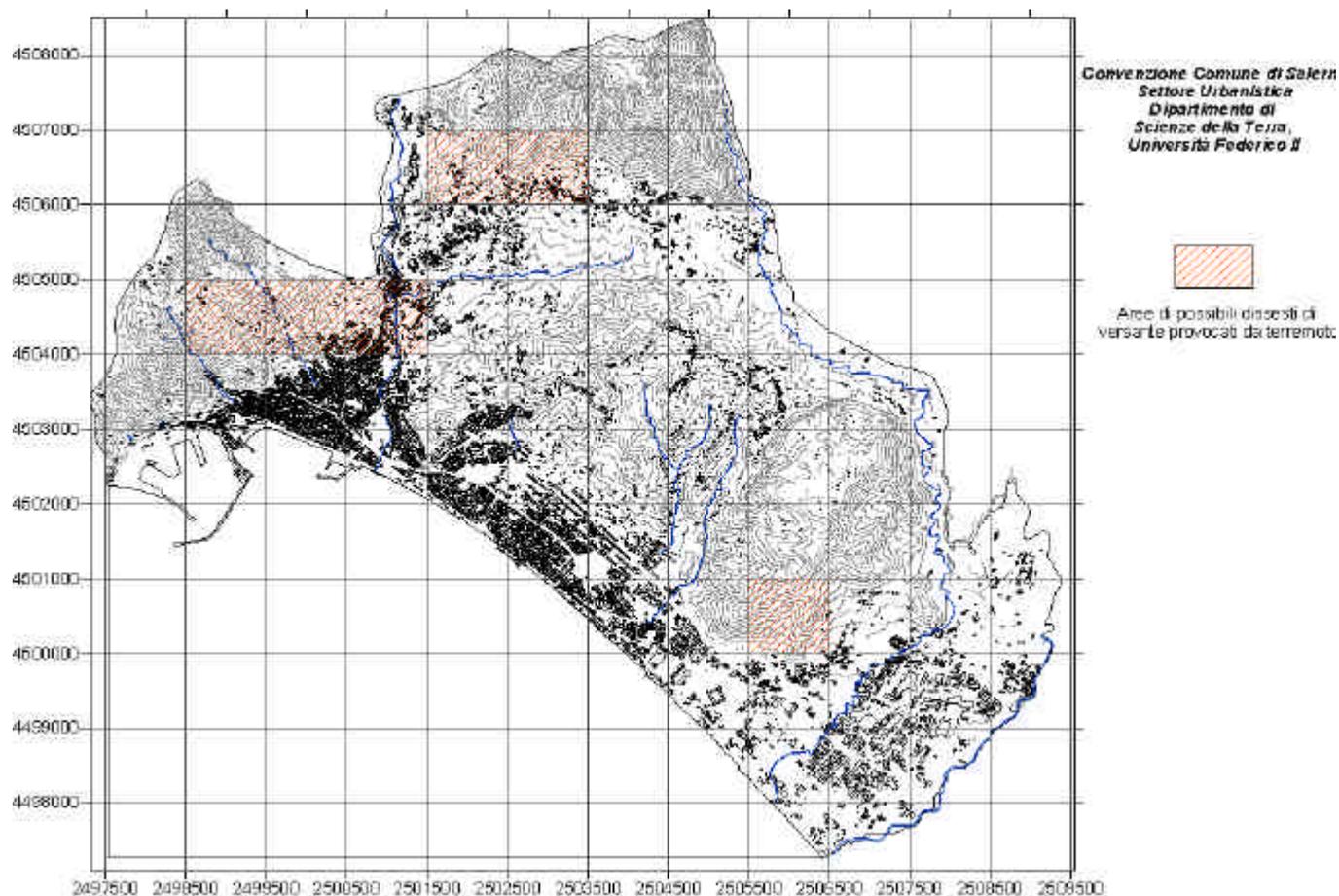


Fig.2 – Cartografia delle aree a maggiore suscettibilità di dissesti di versante a causa di terremoti, individuate nel territorio comunale di SALERNO

5.7. - Analisi preliminare delle aree a potenziale rischio di liquefazione del suolo a seguito di un sisma nel Comune di Salerno

La liquefazione del suolo è stata in molti casi la maggiore causa di danni alle strutture durante i terremoti passati e rappresenta quindi una delle principali minacce per i terremoti futuri. La zonazione di aree a rischio liquefazione rappresenta quindi un obiettivo molto importante.

Il potenziale di liquefazione dipende principalmente da due fattori: la natura dello scuotimento e la suscettività del materiale alla liquefazione.

5.7.1 - Metodi di 1° livello a carattere generale

I metodi di primo livello per la zonazione a carattere generale di aree a rischio liquefazione, come quelli per la valutazione dall'instabilità dei versanti, sono basati solo su dati già esistenti e disponibili.

Un primo criterio efficace per la valutazione generica della potenzialità a rischio liquefazione di un'area vasta è quello della relazione massima distanza/magnitudo. La distanza dell'epicentro di un terremoto dal sito più lontano ove possono avvenire fenomeni di liquefazione, e che quindi limita l'area a rischio liquefazione, può essere stimata direttamente dalla magnitudo del terremoto atteso, che si valuta dalla conoscenza dell'attività sismica di un'area in tempi storici. Sono stati effettuati finora numerosi studi sulla distribuzione delle aree interessate alla liquefazione durante i terremoti passati, allo scopo di individuare la relazione tra la magnitudo di un terremoto e la distanza dall'epicentro al più lontano sito di liquefazione.

Secondo i dati dell'Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia (INGV) "Zonazione Sismogenetica del territorio nazionale ed aree limitrofe" ed il database DOM4.1 (INGV) "Osservazioni Macrosismiche di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno" è possibile constatare che, considerando i terremoti rilevanti più recenti risentiti nell'area del Comune di Salerno, la zona sismogenetica più vicina risulta essere l'Irpinia e la massima magnitudo da considerare pari a 7 (scala Richter). L'ultimo forte terremoto che ha interessato l'area è stato quello del 1980, con un epicentro distante circa 40 km da Salerno ed una magnitudo di 6.9 nella scala Richter.

Considerando un terremoto di magnitudo pari a 7 ed una distanza epicentrale di 40 km, secondo le relazioni di Liu e Xie (1984), Ambraseys (1988) e Wakamatsu (1991, 1993) il territorio del comune di Salerno risulta potenzialmente a rischio liquefazione.

E' noto che il fenomeno della liquefazione avviene più volte nello stesso sito (Kuribayashi e Tatsuota, 1975; Youd, 1984; Yasuda e Tohno, 1988; Wakamatsu, 1991), e pertanto le zone interessate da liquefazione in passato possono essere considerate come aree di potenziale rischio per il futuro. In particolare è possibile stabilire la relazione tra fenomeni di liquefazione e tipologie di terreni per poter individuare, per similitudine, altre aree a rischio.

Una relazione di questo tipo è stata sviluppata da Iwasaki et al. (1982), analizzando numerosi terremoti avvenuti in Giappone e viene mostrata nella tabella successiva.

Unità geomorfologiche	Potenziale di liquefazione
Alvei fluviali attuali e passati; plaudi; aree bonificate; piane di interduna	Liquefazione probabile
Argini naturali; dune di sabbia; piane inondate; spiagge; altre piane	Liquefazione possibile
Terrazze; colline; montagne	Liquefazione non probabile

In particolare, le dune di sabbia, le piane da esondazione, ed in generale tutte le piane, sono aree di possibile liquefazione. In base a tali considerazioni, dallo studio della morfologia e della carta geologica sono state considerate come aree di liquefazione possibile le seguenti unità geologiche:

- Complesso dei depositi lagunari (retroduna) – Alternanza di limi e sabbie, si rinvencono frequenti livelli di torba di spessori generalmente dell'ordine del metro.
- Complesso delle sabbie di duna – Sabbie e sabbie limose, a luoghi con intercalazioni di livelli ghiaiosi.
- Complesso dei terreni alluvionali – Prevalentemente limi sabbioso-ghiaiosi in subordine, livelli e/o lenti più francamente sabbioso-ghiaiosi.

5.7.2 - Metodi di 2° livello e Carta delle aree a maggiore suscettibilità di liquefazione

I metodi per la zonazione di secondo livello differiscono da quelli di primo per l'utilizzo di dati più specifici ma sempre a carattere generale. Tali dati sono in generale disponibili, anche se solitamente non pubblicati. Si è già detto che a causa della mancanza di una relazione univoca tra criteri geologici/geomorfologici e proprietà geotecniche, la suscettività al rischio calcolata con i metodi di primo livello non fornisce informazioni definitive per siti specifici. Dati che possono essere utili in questa fase più a carattere locale, sono:

- Interpretazioni di fotografie aeree per definire in dettaglio le unità geomorfologiche e geologiche

- Indagini di campo per la definizione di unità suscettibili alla liquefazione
- Analisi di fotografie aeree scattate poco dopo eventi di grande flusso per definire le aree di flusso e di accumulo di sedimenti
- Interviste alla popolazione locale per ottenere informazioni storiche su fenomeni di liquefazione avvenuti in passato

La differenza tra i metodi di primo e di secondo livello per la zonazione delle aree a rischio liquefazione appare in realtà minima, anche se bisogna tenere presente la maggior quantità di lavoro che i metodi di secondo grado richiedono per acquisire i dati con il dettaglio necessario.

I criteri geologici e geomorfologici per identificare le aree a rischio di liquefazione sono basati sui risultati degli studi sulla suscettibilità alla liquefazione di depositi sedimentari durante forti scuotimenti (Youd e Perkins, 1978) e di quelli, sempre sulla suscettibilità alla liquefazione, di depositi sedimentari durante terremoti di intensità VIII (M.M.) (Wakamatsu, 1992, modificata)

In base a questi studi, alla morfologia e alla carta geologica abbiamo ritenuto dover considerare a maggiore rischio liquefazione le stesse unità geologiche individuate con il metodo di primo livello, che quindi vengono confermate anche grazie a questa seconda valutazione.

I risultati ottenuti dalla applicazione ai dati disponibili dei criteri su ricordati e relativi a valutazioni generali e locali, ma non di dettaglio, sono riportati nella figura 3, nella quale sono indicate le aree a maggiore potenziale di rischio di liquefazione.

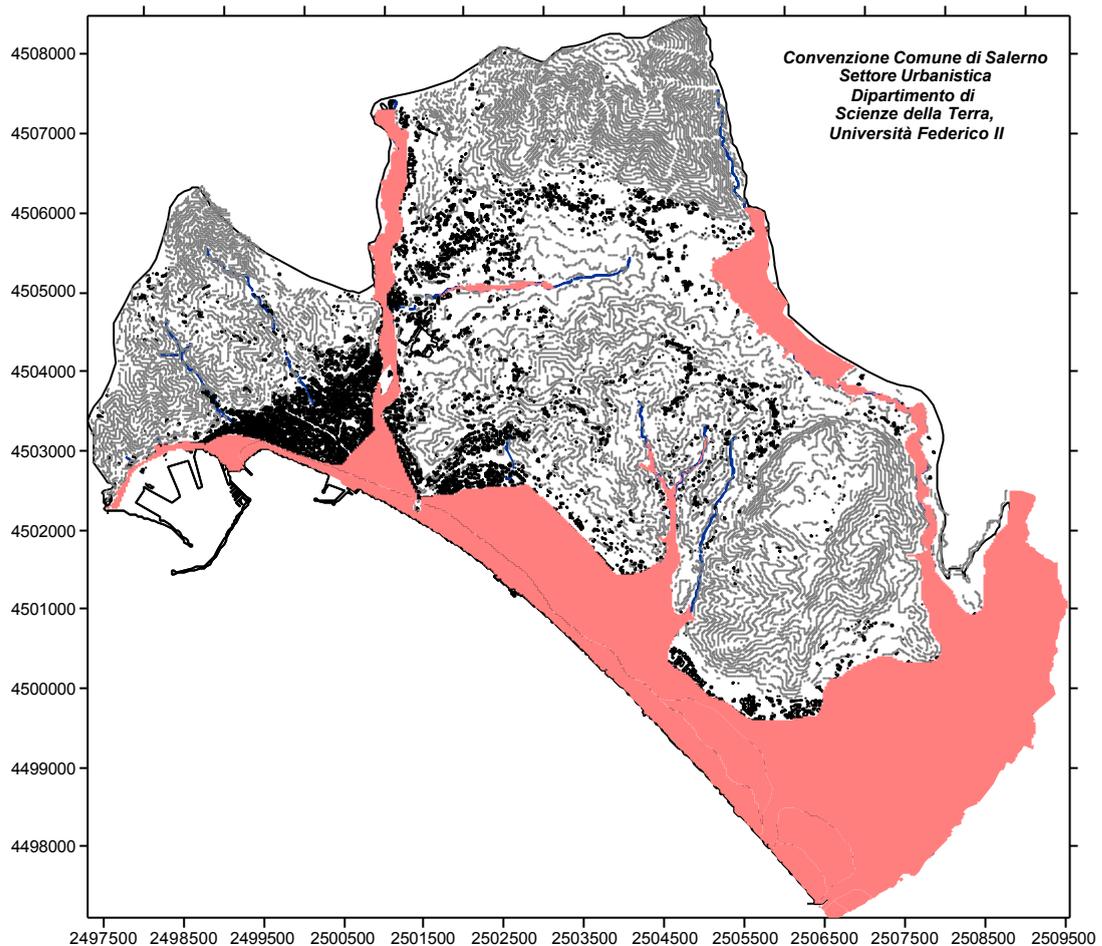


Fig. 3 - Carta delle aree a maggiori potenzialità di liquefazione nel Comune di Salerno individuate con metodi di zonazione di primo e secondo livello a carattere generale.

5.8.- La Microzonazione sismica del territorio Comunale di Salerno

La legislazione italiana precedente ripartiva il territorio nazionale in aree (**Macrozone**) sismiche di I, II e III categoria, alle quali veniva assegnato un «grado di sismicità S» pari, rispettivamente, a 12, 9 e 6. Il grado di sismicità consentiva di calcolare il «coefficiente di intensità sismica c», con la semplice relazione: $c = (S - 2) / 100$; questo coefficiente rappresentava la massima accelerazione (espressa in termini di accelerazione di gravità “g”) alla quale si vuole che i manufatti rispondano elasticamente.

Nell’anno 2003 si sono avute diverse iniziative legislative che hanno non solo modificato l’assegnazione di categoria per i vari comuni ma anche i criteri di suddivisione della varie macrozone nel territorio nazionale sia in termini di numero di zone che di accelerazione di picco al suolo per le singole zone.

In questo lavoro verrà effettuata una Microzonazione che tenga conto sia di quanto espressamente citato nella citata legge regionale 9/83 riguardo la zonazione del territorio in prospettiva sismica ma che sia anche congrua ed omogenea con quanto previsto dalla Ordinanza 3274 relativamente alle costruzioni ed ai relativi siti.

Nel contesto relativo ai Piani Regolatori Generali, bisogna, quindi, utilizzare, come previsto dalla L.R. 9/83, Art. 11 e 12, la procedura detta di Microzonazione Sismica che, utilizzando parametri significativi da acquisire sperimentalmente, possa permettere di valutare a larga scala, le variazioni dell'Accelerazione sismica di progetto. Il parametro fisico che è risultato essere più significativo e contemporaneamente facilmente misurabile è il Modulo di Taglio dinamico G_{din} , ovvero la Velocità delle onde sismiche trasversali V_s ($V_s = v_{G_{din}} / \text{densità}$), che caratterizza il pacco di terreno più superficiale. Pertanto, attraverso la cartografia della litologia superficiale e la determinazione sperimentale del Modulo di taglio o delle V_s , che mediamente caratterizzano i vari terreni superficiali, sarà possibile individuare zone del territorio Comunale alle quali verrà attribuito un valore del Fattore di Amplificazione dell'Azione sismica di normativa F_c , che in genere sarà posto pari ad 1.0 per le aree ove affiora il basamento o che mostrano una velocità delle onde sismiche trasversali, V_s , superiore a 750-800 m/s, e, per le altre, i valori di 1.1 o 1.2 o 1.3, via via che i valori di V_s siano risultati proporzionalmente minori. Su tale argomento e sulla densità e tipologia delle indagini a farsi si vedano le Raccomandazioni dell'Ordine dei Geologi della Campania pubblicate su Geologia Ambientale (Rapolla A., 1993).

E' da sottolineare che su questo aspetto della Microzonazione del territorio comunale, quindi, nulla è cambiato con le recenti disposizioni Nazionali e della Regione Campania che, nel riclassificare molti comuni, hanno di conseguenza loro attribuito differenti valori dell'Azione sismica di progetto. Ovviamente, la variazione di classificazione significa una variazione del livello di Pericolosità sismica previsto e quindi necessiterà di una maggiore attenzione nella valutazione delle varie Microzone.

5.8.1- Determinazione della Velocità V_p e V_s

Nel precedente Capitolo si è dato conto delle modalità e dei risultati della campagna di acquisizione dei dati relativi alle Velocità V_p e V_s nei primi strati del sottosuolo (circa 30 metri) effettuata in tutto il territorio Comunale ad eccezione ovviamente delle aree ove la cartografia geologica fornita mostrava la presenza in affioramento di terreni rigidi. La densità di misure è stata pertanto maggiore nelle aree di principale interesse urbanistico e ove venivano segnalati in affioramento terreni sciolti.

Dai tempi di arrivo sono state determinate attraverso opportune elaborazioni al computer, di seguito descritte, le suddette Velocità V_p e V_s oltre che gli spessori che caratterizzano i vari sismostrati presenti nel sottosuolo sino ad una profondità di circa 30 metri. Dal rapporto V_p/V_s possono poi essere estratti tutti i dati geomeccanici che eventualmente fossero di interesse.

In primo luogo si è effettuato uno “screening” preliminare dei dati per accertare la presenza di eventuali tracce inutilizzabili in fase di elaborazione.

La sequenza di elaborazione dei dati suddetti può essere così riassunta:

- Analisi spettrale per valutare il contenuto in frequenza del segnale: dagli spettri ottenuti su un campione di 100 tracce, si evidenzia che il contenuto in frequenza del segnale è concentrato intorno ai 35 Hz.
- Filtraggio passa-banda delle tracce: le frequenze di taglio sono state fissate in base al tipo di rumore presente. Si è scelta una frequenza di taglio minima di 15 Hz ad una massima di 60 Hz.
- Picking dei primi arrivi: è la fase più importante nel processo di elaborazione; le velocità e profondità sono infatti legate ai valori dei primi arrivi.
- Controllo tempi reciproci: questo passo dell’elaborazione è avvenuto in parte in campagna in ambito di acquisizione; l’acquisizione è stata ritenuta valida quando il rapporto tra i tempi reciproci riferiti ad un dato profilo coniugato è risultato essere minimo.
- Identificazione dei “Crossover point” (punti ginocchio): il punto “ginocchio” identifica il passaggio tra gli arrivi diretti e rifratti. La sua identificazione è necessaria per determinare la velocità dello strato areato e quindi, le profondità e velocità degli strati in profondità.

In Appendice, per ognuno dei cinquanta siti investigati, la cui ubicazione è stata data nel precedente Capitolo, è fornita una sezione verticale con l'andamento delle Vp e Vs con la profondità oltre che gli spessori ed i valori di dette velocità risultanti dai processi interpretativi effettuati.

Dalle determinazioni degli spessori e delle velocità Vs ad essi attribuite è stato possibile calcolare il valore medio pesato relativo ai primi 30 metri di sottosuolo indicato con il simbolo Vs30 .

5.9 - Microzonazione in prospettiva sismica del territorio comunale e Cartografia relativa

Il territorio è stato suddiviso in aree omogenee dal punto di vista della “Vs30”, ovvero della media ponderale della velocità delle onde sismiche per i primi 30 m (punto 3.1 ordinanza 3274, Normativa sismica Edifici). Successivamente in base ai detti valori di Velocità sismica relativa alle onde S è stata redatta una carta di fattori di incremento da applicare all'accelerazione sismica relativa allo spettro elastico di ancoraggio come prevista dal punto 3.2.1 della stessa normativa.

Si ricorda che in tale normativa sono state suddivise quattro Macrozone nell'ambito delle quali sono stati inseriti i vari comuni italiani. Tali zone sono caratterizzate dalle seguenti accelerazioni:

Zona	Accelerazione orizzontale d ancoraggio dello spettro d risposta elastico(ag/g)
1	0.35
2	0.25
3	0.15
4	0.05

All'interno di un territorio a scala comunale, esiste però una molteplicità di situazioni geologiche che possono comportare variazioni dell'accelerazione «ag». A tali variazioni pertanto, attraverso la Microzonazione sismica, corrisponderanno conseguentemente incrementi all'accelerazione di progetto così da essere più

rappresentative del modo in cui concretamente si risentirà in una determinata area comunale un evento sismico allo scopo di minimizzarne gli effetti.

Il comune di Salerno è stato classificato di II categoria sismica nella delibera della Giunta Regionale della Campania n. 5447 del 07/11/2002 con un'accelerazione macrosismica di 0.07 g. Avendo l'ordinanza 3274 equiparato la seconda categoria sismica della vecchia legge alla II zona, l'accelerazione di progetto viene portata ad un valore di 0.25 g.

Attraverso la valutazione delle varie situazioni geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, geotecniche e principalmente geosismiche, dalle quali dipende la differente potenzialità di danno per un evento sismico si è effettuata, quindi, la Microzonazione sismica che ha permesso di suddividere il territorio comunale di Salerno in aree a comportamento simile dal punto di vista della Pericolosità sismica. La valutazione è stata effettuata in modo da ottenere una carta tematica di sintesi o Carta della Microzonazione in prospettiva sismica; in essa sono state indicate le aree a diverso valore della velocità delle onde S pesata sui 30 m.

Ovviamente per motivi logistici, con le indagini sismiche non sempre è stato possibile arrivare a profondità di interesse per cui anche a scopi precauzionali l'ultima velocità delle S rilevata nei profili è stata considerata rappresentativa fino ai 30 m.

La scala dell'intervento è stata estesa all'intero territorio comunale. In una sequenza logica, sono stati scelti, come già detto precedentemente, diversi siti (cinquanta) tenendo conto della varietà litologica, della densità d'urbanizzazione e della programmazione territoriale.

Per delimitare, nell'ambito del territorio comunale, le aree a comportamento omogeneo nei riguardi della risposta sismica o Microzone, è stata utilizzato, come detto in precedenza, il parametro Vs30, ovvero la velocità media ponderale sui primi 30 m di suolo.

Tutti i valori determinati sperimentalmente della velocità Vs30 risultano essere, nelle aree dove non affiorano i terreni del Complesso calcareo e dolomitico, inferiori a circa 800 m/s, valore limite che caratterizza i terreni a comportamento non rigido. E' infatti risultato che basamento rigido può essere considerata la litologia che presenta valori di Vs superiori ad 800 m/s. Si ricorda che il valore dell'Azione sismica di progetto previsto dalle norme è quello relativo al su detto basamento rigido.

Le varie misure effettuate hanno mostrato che in vari casi i valori determinati di Vs30 sono compresi tra 500 ed 800 m/s mentre in molti altri casi detti valori risultano compresi tra 360 e 500 m/s o anche inferiori a 360 m/s.

Si ricorda che il profilo stratigrafico del suolo per ambedue i primi due intervalli di Vs30 è classificabile come categoria di suolo “B” (punto 3.1 norme tecniche – ordinanza n. 3274/2003): “depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori di Vs30 compresi tra 360-800 m/s.”

Come su detto in altri casi i valori determinati di Vs30 sono invece risultati anche inferiori al valore di 360 m/s, terreni classificabili, sulla base del su richiamato punto 3.1.delle norme tecniche dell’ OPCM 3274, come categoria di suolo di tipo C .

Per differenziare tra loro le varie Microzone si sono quindi utilizzati i limiti su riportati in quanto come detto essi rappresentano i limiti che caratterizzano la categoria di suolo A (Vs superiore ad 800 m/s), la categoria di suolo B (Vs tra 360 ed 800) e la categoria di suolo C (Vs tra 360 e 180 m/s). Si è inoltre ritenuto opportuno differenziare, principalmente sulla base della litologia affiorante, quale desunta dalla Carta Geolitologica del territorio comunale fornitaci, suddividere le aree di cui alla categoria di suolo B, estremamente estesa, in due Microzone aventi limiti negli intervalli rispettivamente 800-500 m/s e 500-360 m/s.

Pertanto sono state distinte quattro Microzone :

1. **Microzona A**. Comprende aree ove affiorano terreni che hanno mostrato valori di Vs30 in genere superiore ad 800 m/s (Complesso calcareo e Complesso dolomitico). A tale Microzona è attribuito il Fattore di Amplificazione del segnale sismico **Fc = 1.0**
2. **Microzona B**. Comprende aree ove affiorano terreni che hanno mostrato valori di Vs30 in genere compresa tra 500 m/s ed 800 m/s (Complesso del tufo litoide, Breccie, Complesso conglomeratici, Complesso arenaceo e Complesso argilloso). A tale Microzona è attribuito il Fattore di amplificazione Sismico **Fc = 1.1**
3. **Microzona B2**. Comprende aree ove affiorano terreni che hanno mostrato valori di Vs30 in genere compresa tra 360 m/s e 500 m/s (Depositati pluvio-colluviali, Complesso detritico, dei terreni alluvionali, del tufo incoerente). A tale Microzona è attribuito il Fattore di amplificazione Sismico **Fc = 1.2**

4. **Microzona C.** Comprende aree ove affiorano terreni che hanno mostrato valori di Vs30 in genere inferiore a 360 m/s. (Complesso dei depositi lagunari, Complesso delle sabbie di duna, Terreni di riporto o colmata). A tale Microzona è attribuito il Fattore di amplificazione Sismico **Fc = 1.3**

Le Microzone sono riportate nelle Carta di cui alla figura 4 nella quale per completezza espositiva state segnalate anche le aree a maggiori potenzialità di liquefazione individuate con metodi di zonazione di solo primo e secondo livello e le aree di possibili dissesti di versante individuate anche qui con metodi di zonazione solo di primo e secondo livello.

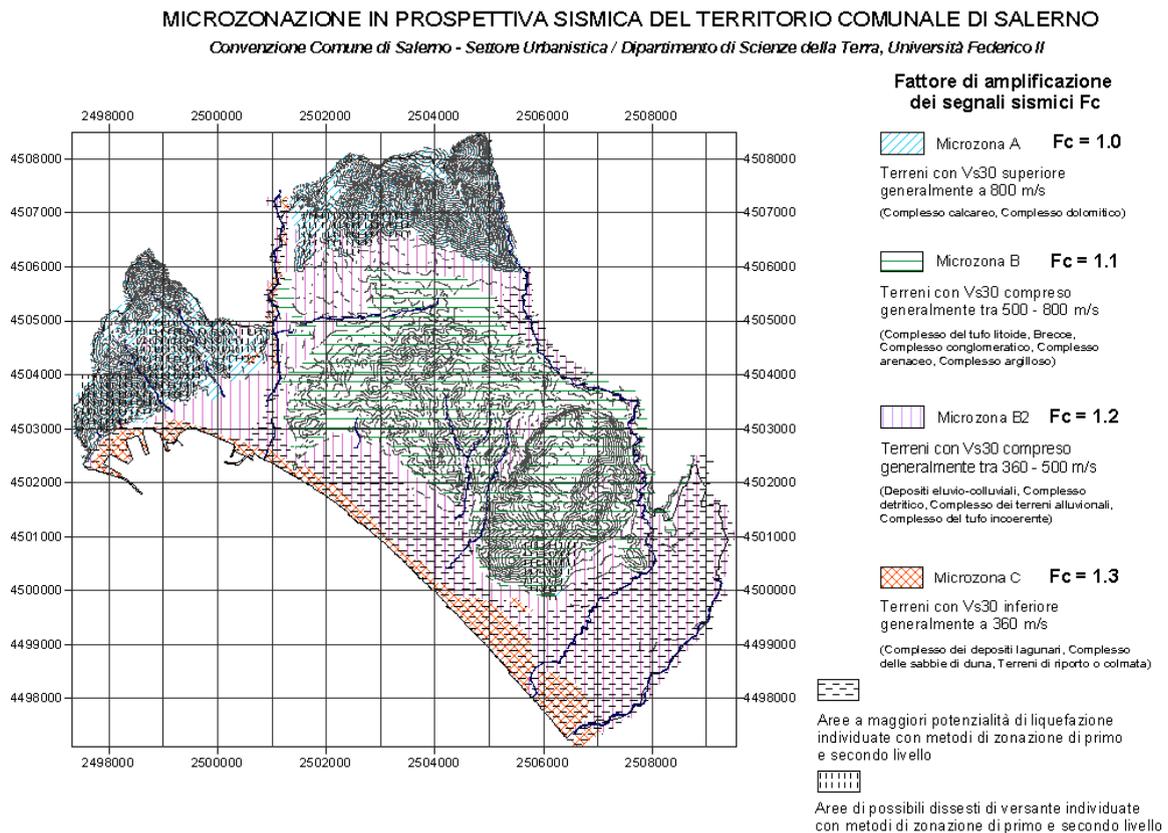


Fig. 4 : Carta della Microzonazione in prospettiva sismica del territorio comunale di Salerno

6. - CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI

Nei precedenti Capitoli, sono stati descritti gli studi e le metodologie effettuati per la redazione delle Carte: Geolitologica, Idrogeologica, della Stabilità e di Microzonazione sismica.

La base usata per il rilevamento e la restituzione cartografica, così come richiesto dall' art. 11 della L.R. n. 9/83, è stata di 1: 4000 ma che per una visione di insieme si allegano alla presente in forma cartacea in scala 1: 15.000.

Sulla base della nuova classificazione sismica (Del. Giunta Reg. Campania n. 5447 del 7.11.2002) il Comune di Salerno, ricade nella “zona 2” per la quale è prevista (Ord. Pres. Cons. Min. 20.3.2003) un'accelerazione orizzontale macrosismica pari a 0.25 g per i suoli di fondazione di Cat. A (= Formazioni litoidi o Rigide) e quindi per la Carta della Zonazione in prospettiva sismica, in analogia e congruità con le nuove normative relative alle Costruzioni, il parametro utilizzato per la Microzonazione è stato il parametro Vs30.

La suscettibilità a fenomeni di liquefazione e di dissesti di versante causati da terremoti di maggiore intensità delle varie aree del territorio comunale è stata determinata, invece, con metodologie carattere generale (di 1° e 2° livello; vedi ad es.: Ass. Intern. Geotec., 1993 riv.; Wakamatsu, 1991, 1993; Mora e Mora, 1992).

Con la rivisitazione della pericolosità potenziale per dissesti e per liquefazione connessi ad eventi sismici nella Carta della Microzonazione in prospettiva sismica del territorio comunale di Salerno, sono indicate anche le aree potenzialmente più a rischio di possibili dissesti in occasione di forti eventi sismici.

E' da sottolineare con fermezza che, nello spirito della normativa, la Microzonazione, e cioè la suddivisione del territorio Comunale in zone a risposta sismica relativamente omogenea, rappresenta una zonazione sismica a carattere ancora generale, a livello cioè di pianificazione del territorio comunale e pertanto, per i piani esecutivi sarà necessario per la valutazione della pericolosità sismica una determinazione delle caratteristiche del terreno mediante indagini di maggior dettaglio.

Tanto perché i valori di Vs30 determinati nei vari punti stazione sono stati estrapolati nelle diverse aree sulla base della litologia affiorante e, come è ben comprensibile, possono solo essere rappresentativi di situazioni generali e non

particolari, come è appunto negli obiettivi di una Microzonazione in prospettiva sismica di un territorio Comunale.

Il quadro complessivo fornito dal presente studio, sullo stato del territorio comunale in generale e sulle caratteristiche di alcune zone in particolare, offre le indicazioni necessarie per una corretta futura gestione del territorio. Individuate le peculiarità di ciascuna zona in cui è stato suddiviso il territorio, è raccomandabile, da parte di chi è addetto alla gestione del territorio stesso, concentrare l'attenzione sulle criticità emerse al fine di individuare ed attuare le strategie finalizzate alla diminuzione del rischio.

Ciò si esplica ricorrendo ad una serie di azioni che possono essere suddivise in due gruppi:

1) misure non strutturali:

-attività di previsione e sorveglianza (monitoraggio);

-regolamentazione dell'uso del suolo nelle aree a rischio (eventualmente prevedendo la inedificabilità) introducendo prescrizioni e vincoli negli strumenti di programmazione comunale (P.R.G.C.);

-mantenimento delle condizioni di assetto del territorio e dei sistemi idrografici (manutenzione programmata sui versanti e sulle relative opere di stabilizzazione);

2) misure strutturali:

-opere estensive, da realizzare direttamente negli alvei torrentizi o sui versanti, con interventi sia di I.N. che di tipo tradizionale (inerbimento, riforestazione, graticciate e viminate);

-opere intensive di bonifica e prevenzione dei dissesti, costituite da difese spondali, regimazione delle acque di ruscellamento superficiale, o interventi diretti sulle frane esistenti, al fine di stabilizzarle ed impedirne una riattivazione; contenimento dei fenomeni di dissesto;

-previsione di delocalizzare alcune attività o insediamenti abitativi ricadenti in aree a rischio frana; riduzione della vulnerabilità mediante interventi di rinforzo strutturale sulle opere a rischio.

Estremamente raccomandabile affinché le opere, realizzate per il mantenimento ed il miglioramento dell'equilibrio idrogeologico del territorio, siano efficienti è programmare ed attuare nel tempo una efficiente azione manutentoria, sia ordinaria che straordinaria, quest'ultima generalmente necessaria a seguito del verificarsi di

eventi critici. Tale aspetto, a volte trascurato, in molti casi si è rivelato decisivo nel verificarsi di eventi dannosi. Di seguito si ricordano alcune descrizioni di azioni di manutenzione.

Per le frane di crollo: disgaggio dei massi instabili; taglio della vegetazione al ciglio delle pareti quando le radici penetranti nelle fratture esercitano un'azione negativa; azioni atte a ridurre l'erosione al piede di blocchi fratturati; pulizia e ripristino delle reti paramassi ostruite dall'accumulo di materiale detritico; ripristino delle opere di consolidamento soggette a fenomeni di corrosione mediante sostituzione di parti o integrazione del sistema con elementi aggiuntivi; ripristino e riqualificazione di opere strutturali lesionate mediante rinforzi; ecc.

Per le colate di materiale incoerente: controllo, pulizia ed eventuale ripristino della rete drenante superficiale; controllo degli scarichi antropici delle abitazioni, delle strade ecc. e allontanamento delle relative acque in modo controllato;

Per le frane in generale: controllo ed eventuale ripristino delle opere di stabilizzazione e di sostegno eseguite, con particolare attenzione allo scarico dei drenaggi; controllo ed eventuale sigillatura di fratture nel terreno, sintomo di attività da parte della frana; messa in opera e/o l'integrazione di specie arbustive ed arboree capaci di ridurre l'infiltrazione superficiale e consolidare col proprio apparato radicale gli strati più superficiali; rimodellazione dei versanti; pulizia delle linee impluviali e dei fossi.

Sempre nell'ottica della salvaguardia dell'equilibrio idrogeologico ed in seguito alle evidenze risultanti dallo studio in oggetto si potrebbe pensare di redigere delle norme che regolino l'uso del suolo e le attività ammissibili soprattutto per le aree a rischio. Tali norme potrebbero essere parte integrante sia degli strumenti di programmazione, limitando l'utilizzo di alcune zone per effetto della presenza di vincoli idrogeologico-geotecnico, e sia degli strumenti di approvazione di nuovi interventi inserendo dei controlli specifici, per esempio sulla compatibilità geologica, inoltre, si potrebbero concepire delle norme tecniche in cui indicare le tipologie di intervento ammissibili in ciascuna zona tenendo conto sia dell'aspetto prettamente tecnico che ambientale. Le norme potrebbero contenere indicazione sui contenuti degli studi geologici a corredo

di nuove iniziative, compreso le modalità di esecuzione ed il numero di sondaggi da effettuarsi, magari rapportandoli all'estensione ed all'importanza dell'intervento.

Altro aspetto da non trascurare è la possibilità di ricorrere, per le zone a forte rischio frana, a tecniche di monitoraggio. Attualmente, grazie alle nuove tecnologie nel campo del trasferimento dei dati, alle strumentazioni sempre più affidabili ed ai costi più accessibili, diventa sempre più conveniente ricorrere a tale tecnica, la quale in tempi medio lunghi può dare precise indicazioni sulla tipologia e sulle caratteristiche (velocità, direzione, piano di scorrimento, presenza della falda, ecc) del fenomeno in atto o che si sta per sviluppare. Gli strumenti più comunemente utilizzati sono gli inclinometri, i piezometri e gli estensimetri che peraltro hanno un impatto molto ridotto sull'ambiente. La conoscenza della meccanica del fenomeno consente di intervenire nel modo più mirato ed appropriato. Contemporaneamente si potrebbe pensare di affiancare al servizio di monitoraggio un efficiente servizio di allerta.

Come già accennato in precedenza, una fase che certamente non va mai sottovalutata nella gestione di una area a rischio è quella della scelta e della progettazione degli interventi strutturali e non strutturali per la mitigazione del rischio da fenomeni di instabilità di versante. Ciò richiede una serie di studi e di valutazioni articolati, secondo fasi logicamente concatenate, come schematicamente di seguito elencato:

Fase A: studio (geologico, geotecnico) del fenomeno di dissesto; formulazione di uno scenario di rischio per il centro abitato (o altro elemento a rischio) considerato; verifica degli strumenti urbanistici. Se necessari interventi di mitigazione passaggio ad una delle fasi successive;

Fase B: limitazioni d'uso del territorio; limitazioni d'uso del suolo agrario;

Fase C: predisposizione di un sistema di monitoraggio (idrologico, geotecnico); monitoraggio (aggiornamento e interpretazione dei dati); predisposizione di un piano di allertamento; se non sufficienti interventi non strutturali: intervento geotecnico;

Fase D: progettazione dell'intervento geotecnico:

- con movimenti di masse (modifiche di geometria);
- con sistemi di drenaggio superficiali;
- con sistemi di drenaggio in profondità;
- con interventi di trattamento del terreno;
- con interventi attivi di sostegno e di stabilizzazione;
- con opere di protezione passiva;
- con opere lungo la rete idraulica minore;
- con opere di ingegneria naturalistica;
- valutazione d'impatto ambientale degli interventi;
- attuazione degli interventi;
- monitoraggio e controllo dell'efficacia degli interventi.

Gli studi di compatibilità geologica devono essere commisurati all'entità e dimensione dell'intervento stesso ed alle effettive problematiche dell'area di intervento e di un suo congruo intorno.

Detti studi devono dimostrare:

- la compatibilità del progetto con quanto previsto dalla normativa di attuazione del piano, con particolare riferimento alle garanzie ed alle condizioni vincolanti rispetto alle problematiche connesse al rischio idrogeologico;
- che le realizzazioni garantiscono, secondo le caratteristiche e le necessità relative a ciascuna fattispecie, la sicurezza del territorio in base ai criteri definiti dal quadro normativo che disciplina la formazione dei piani stralcio per l'assetto idrogeologico, dagli articoli 3, 17 e 31 della legge quadro sulla difesa del suolo N. 183/1989 e successive modifiche ed integrazioni.

La compatibilità geologica deve essere:

- verificata in funzione dei dissesti che interessano le aree a diversa suscettività al dissesto perimetrate ai sensi del presente piano;
 - stimata in base alle interferenze tra i dissesti idrogeologici individuati e le destinazioni
- o le trasformazioni d'uso del suolo in progetto;
- valutata confrontando gli interventi proposti con gli effetti sull'ambiente.

Per gli interventi di manutenzione e ristrutturazione di opere pubbliche o di interesse pubblico, consentiti dalle norme di attuazione, lo studio di compatibilità geologica deve contenere:

- cartografia topografica in scala adeguata alla localizzazione dell'intervento;
- cartografia tematica in scala adeguata relativa a: 1) individuazione, caratterizzazione dei fenomeni franosi; 2) individuazione e caratterizzazione dei danni esistenti e pregressi;
- indagini specifiche, laddove necessarie, finalizzate alla caratterizzazione geologica, idrogeologica e geotecnica dei fenomeni e alla comprensione della causa del dissesto;
- verifiche di stabilità del pendio, verifiche cinematiche per crolli rocciosi, verifiche di run-out per colate detritiche;
- relazione di compatibilità.

Per gli interventi di realizzazione di nuove opere pubbliche o di interesse pubblico, gli interventi di edilizia cimiteriale, gli interventi sul patrimonio edilizio e di ristrutturazione urbanistica, consentiti dalle norme di attuazione, lo studio di compatibilità geologica deve contenere:

- cartografia topografica in scala adeguata alla localizzazione dell'intervento;
- cartografia tematica in scala adeguata relativa a: 1) geolitologia; 2) spessori delle coperture (laddove necessario); 3) geomorfologia; 4) idrologia; 5) idrogeologia; 6) individuazione e caratterizzazione dei fenomeni franosi; 7) individuazione e caratterizzazione dei danni esistenti e pregressi.
- indagini dirette sul sottosuolo (laddove necessario);
- sezioni stratigrafiche di progetto (laddove necessario);
- verifiche di stabilità del pendio, verifiche cinematiche per crolli rocciosi, verifiche di run-out per colate detritiche;
- valutazione della vulnerabilità e sua riduzione a seguito dell'intervento;
- relazione di compatibilità.

Per gli interventi di realizzazione di opere di regimazione delle acque di ruscellamento superficiale, consentiti dalle norme di attuazione, lo studio di compatibilità geologica deve contenere:

- cartografia topografica in scala adeguata alla localizzazione dell'intervento;
- cartografia tematica in scala adeguata relativa a: 1) geolitologia; 2) spessori delle

coperture (laddove necessario); 3) geomorfologia; 4) individuazione e caratterizzazione dei fenomeni franosi; 5) individuazione e caratterizzazione dei danni esistenti e pregressi; 6) idrologia; 7) idrogeologia; 8) insediamenti e uso del suolo;

-verifiche di stabilità del pendio, verifiche cinematiche per crolli rocciosi, verifiche di run-out per colate detritiche;

-indagini dirette o indirette finalizzate alla migliore definizione degli interventi;

-relazione di compatibilità.

Per gli interventi di realizzazione di opere di bonifica e sistemazione di movimenti franosi e dei dissesti di versante, laddove risulta possibile a seguito di valutazioni accurate, è consentito il ricorso alle tecniche di ingegneria naturalistica descritte nelle “linee guida” del Ministero dell’Ambiente.

Lo studio di compatibilità geologica deve contenere:

-cartografia topografica in scala adeguata alla localizzazione dell’intervento;

-carta dei vincoli;

-cartografia tematica in scala adeguata relativa a: 1) geolitologia; 2) spessori delle coperture (laddove necessario); 3) geomorfologia; 4) individuazione e caratterizzazione dei fenomeni franosi in atto o potenziali; 5) individuazione e caratterizzazione dei danni esistenti e pregressi; 6) idrologia; 7) idrogeologia; 8) insediamenti e uso del suolo;

-indagini dirette ed indirette per una corretta caratterizzazione litostratigrafica, geomeccanica, idrogeologica, del sottosuolo;

-monitoraggio strumentale;

-sezioni stratigrafiche di progetto dalle quali risulti con chiarezza la costituzione del sottosuolo, le proprietà fisico-meccaniche dei terreni, il regime delle acque sotterranee e le superfici di scorrimento evidenziate dal monitoraggio strumentale e da altre metodologie di osservazione;

-verifiche di stabilità del pendio, verifiche cinematiche per crolli rocciosi, verifiche di run-out per colate detritiche, in assenza e in presenza degli interventi di stabilizzazione, con descrizione dei metodi di calcolo adottati;

-le diverse tipologie delle opere di consolidamento e le finalità di ognuna di esse con valutazioni di tipo analitico che ne evidenzino l’efficacia in riferimento alle

condizioni pre-intervento;

-il piano di manutenzione degli interventi;

-il piano di monitoraggio per il controllo della efficacia degli interventi di consolidamento ed il programma delle misure sperimentali;

-una valutazione analitica del costo complessivo dell'intervento; -relazione di compatibilità.

Soltanto considerando contemporaneamente tutti gli aspetti prima richiamati si può arrivare ad una felice gestione del territorio, recuperando un equilibrio idrogeologico stabile, in armonia con l'ambiente naturale e che mira ad abbassare la soglia di rischio per ciascuna area.

Salerno luglio 2005

dr. geol. Rosario Lambiase