

4 Condizioni morfoevolutive della Puglia Settentrionale e dell'Appennino Dauno

di L.Merenda, F.Sdao, E.Crescenzi

4.1 Premesse: campo delle indagini svolte

La ricerca ha riguardato indagini sulle morfologie territoriali della Puglia settentrionale ed ha effettuato una raccolta ragionata di notizie relative alla vulnerabilità di questo territorio agli eventi idrogeologici.

Gli studi hanno avuto lo scopo di definire le caratteristiche dei processi evolutivi in atto nei diversi domini geodinamicamente distinti cui quest'area comprende (parte della Catena dell'Appennino Dauno, parte dell'Avanfossa e dell'Avanpaese settentrionale dauno) per delineare i caratteri essenziali della vulnerabilità di detto territorio ai processi idrogeologici.

In particolare, si è indagato sulla natura e l'entità dei processi morfodinamici in atto per la caratterizzazione delle principali forme demolitive (massiva ed idrica) [*1] riscontrabili nella Puglia settentrionale e specificamente nei domini dell'Appennino Dauno. La descrizione delle forme demolitive e morfoculturali pregresse ed in atto dei versanti riguarderà, oltre agli elementi fondamentali della morfodinamica evolutiva, anche le prevalenti condizioni di vulnerabilità territoriale e lo stato delle principali interferenze prevedibili di detti processi esogeni con l'assetto antropico.

Per l'analisi aereofotointerpretativa delle forme dei processi erosivi si è utilizzato materiale pancromatico di diversa scala ed età. In particolare, levate a scala 1:33.000 dell'IGM dell'anno 1955 e levate a scala 1:18.000 a 22.000 c.a. sempre dell'IGM dell'anno 1976.

Da tali rilievi si è redatto una tavola alla scala 1:250.000 (Tav.: *Condizioni morfoevolutive della Puglia Settentrionale e dell'Appennino Dauno*, in seguito denominata Tav.4.1) che evidenzia, in modo sintetico, la natura, la tipologia e la diffusione nel territorio di alcune delle principali forme evolutive. Essa è stata realizzata applicando le metodologie di individuazione delle tracce morfologiche dei processi erosivi pregressi (sia massivi che idrici) nella evoluzione dei versanti e della rete idrografica.

[*1] Si tratta essenzialmente di un'analisi delle modalità generali con cui nelle varie aree della Puglia settentrionale avviene il processo erosivo [per l'occasione è stato distinto in massivo (o gravitativo) ed idrico (o erosivo p.d.)] ed un censimento delle sue principali tracce pregresse nei versanti naturali.

Tuttavia, per conseguire un risultato apprezzabile nella valutazione di elementi di rischio idrogeologico, si è ritenuto necessario anche raccogliere elementi concreti documentali relativi a notizie di interferenzialità tra l'assetto antropico e gli eventi idrogeologici più significativi di cui si è potuto avere notizia.

Tali elementi documentali sono trattati in apposite sezioni quali allegati al presente lavoro (All. A e B).

4.2 Inquadramento dei domini geologici e principali caratteristiche morfostrutturali della Puglia settentrionale

La parte di territorio più dettagliatamente analizzata è quella della Puglia settentrionale che rientra nei Fogli n.154, 155, 162, 163, 164, 174, 175 della Carta Geologica d'Italia. Quest'area al punto di vista geologico e, più particolarmente geodinamico, è individuabile come appartenente al complesso sistema geostrutturale rappresentato dai domini Catena-Avanfossa-Avanpaese [*2] (Ollier,1980; Ortolani & Pagliuca,1988; Merenda,1991; Bigi *et al.*,1992).

Nell'area interessata, questi tre distinti domini geodinamici (catena-avanfossa-avanpaese), appaiono approssimativamente come fasce orientate secondo l'attuale linea di costa (NO-SE) e si rinvengono, rispettivamente, procedendo dall'interno verso la costa (tav. 4.1).

Relativamente alla morfofodinamica esogena, le analisi hanno evidenziato che questo territorio della Puglia settentrionale è suddividibile anch'esso in tre settori distinti aventi ognuno caratteristiche peculiari ed estremamente diverse tra loro nella dinamica dei processi esogeni e nei caratteri morfoevolativi.

Questi settori, inoltre, sorprendentemente (ma non inaspettatamente) risultano avere confini abbastanza netti ed omologabili con quelli dei domini geodinamici precedentemente citati. Essi sono:

(S1)-un primo settore, ad occidente, che dal punto di vista della dinamica esogena, può essere definito un dominio a predominante evoluzione morfogravitativa. Questo settore individua i domini della Catena Appenninica della Daunia Pugliese, si caratterizza per una orografia prevalentemente montuosa, in cui i profili dei versanti mostrano di avere subito nel tempo un'azione morfoculturale originata in gran parte dalla deformazione gravitativa.

L'intensa attività franosa dell'area mostra condizionare, oltre all'aspetto generale

[*2]-Si tratta di una distinzione ormai universalmente accettata nella teoria della tettonica globale che, nella evoluzione dei bordi di placche convergenti, distingue tra loro tre domini, approssimativamente orientati in fasce parallele, differentemente coinvolti nel processo generale di geodinamica crostale (Wegener, 1924; Bosellini,1978; Ollier,1980).

dei versanti, anche la morfologia e la dinamica anche rete idrografica. Questa, pur presentandosi in prevalente erosione di fondo delle unità litologiche attraversate, evidenzia diffusa invasione detritica degli alvei per effetto dei movimenti franosi.

Il pattern è decisamente parallelo [*3] con corsi fluviali degli ordini superiori incongruenti alle strutture ed a generale andamento cataclinale [*4], mentre, per gli ordini più bassi, si osserva pattern angolare e corsi congruenti alle strutture a generale andamento ortoclinale. Il reticolo principale manifesta, dunque, elementi marcati di epigenesi (forse di sovraimposizione) [*5], mentre quello di ordine più basso dimostra di avere corsi prevalentemente susseguenti. Nell'area si rinvencono unità litostrutturali appartenenti a coltre alloctone accavallate tra loro costituite da rocce fliscioidi tardo-mesozoiche e cenozoiche (Amodio-Morelli, 1976; Ricchetti & Scandone, 1979; Scandone, 1979; Ciaranfi, 1983). In particolare questo settore, rispondente prevalentemente alle aree di catena appenninica, è costituito da una potente serie di terreni di età compresa tra il Mesozoico ed il Pliocene (D'Argenio *et al.*, 1973; Boccaletti *et al.*, 1984). Si distinguono due principali differenti serie di unità (U.Sicilidi ed U.Irpine) accavallate tettonicamente l'una sull'altra che poggiano con contatto tettonico, in profondità (in superficie il contatto è in parte pseudostratigrafico) sui terreni detritici marnoso-argilloso-calcarei dell'Avanfossa Bradanica.

Le due successioni irpine si sono deposte rispettivamente nelle zone orientali (quella inferiore) ed assiali (quella superiore) del Bacino Irpino, ed hanno un'età compresa tra il Langhiano ed il Tortoniano. Entrambe le successioni sono troncate tettonicamente dai terreni marnoso-argillosi delle unità sicilidi del "flysch rosso". Su questi terreni si rinvencono trasgressivi lembi di argille, diatomiti, calcari evaporitici, gessi ed in particolare verso la bradanica sedimenti clastici del Pliocene e del Quaternario (Vezzani 1973; Pescatore, 1978; Merenda, 1990; Crescenzi *et al.*, 1992).

Questo settore, in particolare, ha subito una fase tettonica compressiva del Miocene medio-superiore e dal Pliocene al quaternario una fase di sollevamento che ha raggiunto i 1000-1200 m. di dislocazione verticale (Ciaranfi *et al.*, 1983).

[*3] Il pattern di erosione (inteso come configurazione della rete idrografica) è parallelo quando gli alvei hanno assetto generale parallelo tra loro; angolare quando l'assetto è caratterizzato da confluenze con angoli pressoché costanti (in questo caso specifico sono retti) (cfr. Amadesi, 1977).

[*4] Per corso fluviale cataclinale s'intende il tratto di reticolo fluviale che attraversa (senza dipenderne) le strutture geologiche secondo la pendenza generale dell'area in questione. Per corso Ortoclinale è da intendersi un corso fluviale che segue l'andamento e la direzione delle strutture geologiche (valle isoclinale o monoclinale) (cfr. Castiglioni, 1986).

[*5] Il termine epigenetico viene qui inteso come termine generale di reticolo preesistente alla deformazione tettonica o sollevamento della catena (senza definire se si tratta di reticolo sovrainposto o antecedente) (cfr. Panizza, 1978). Incisione susseguente è inteso nella sua accezione corrente di incisione formatosi successivamente alla deformazione tettonica con controllo della stessa.

(S2)-un secondo settore, ad oriente del primo ma per gran parte al centro delle tre fasce, che si caratterizza per un dominio a prevalente evoluzione morfoerosiva con morfologie riferibili a fasi evolutive ancora prevalentemente giovanili. Si hanno ampie valli percorse da incisioni fluviali e torrentizie con prevalente pattern parallelo [*3] ed andamento conseguente[*4](cfr.Castiglioni,1986) che dissecano complessi litologici a giacitura suborizzontale ed interfluvi spazati rappresentanti relitti di forme erosive terrazzate.

La parte più prospiciente la marina è caratterizzata dalla presenza di abbondanti depositi attuali con pattern di accumulo e conoidi, sia alle maggiori rotture di pendenza che verso la battigia, dove l'abbondanza dell'apporto detritico finisce col produrre la formazione di in cordoni litorali. Questi, nel loro accrescimento verso il mare, consentono l'intrappolamento di bracci marini che si evolvono prima in bacini lacustri (ad esempio Lago di Lesina) eppoi, per colmata, in piana costiera.

Questo settore (S2), come accennato, corrisponde prevalentemente ai domini geologici di Avanfossa. La zona è omologabile geograficamente con la Fossa Bradanica a SE e parte del Tavoliere delle Puglie a NO dove si anastomizza con una depressione trasversale costituita dal Golfo di Manfredonia; verso Nord intercetta la costa adriatica tra Vasto e Termoli. L'area costituisce una depressione tettonica (area di avanfossa) tra la Daunia (area di catena) a NO e le Murge (area di avanpaese) ad NE (Vezzani,1973; Ciaranfi, 1983; Merenda, 1990; Ricchetti & Scandone, 1979; Ricchetti, 1980; Bigi *et al.*,1992).

Tale depressione individuata nel Pliocene con una velocità di subsidenza differenziata in senso trasversale e longitudinale (maggiori comunque verso la catena) di 0,5/0,6 mm/a è stata colmata da vari cicli di sedimenti plio-quadernari che ricoprono in trasgressione (e con spessori decrescenti verso NE) il substrato mesozoico della piattaforma apula che in affioramento è rappresentato dall'avanpaese delle Murge e del Gargano (Crescenti, 1975; Ricchetti, 1980; Ciaranfi, 1983).

In quest'area si distinguono numerose litologie in assetto sub-orizzontale che vanno dalle argille, alle siltiti, alle sabbie, le arenarie e sedimenti calcarei di varia natura. I litosomi più recenti del quadernario sono generalmente terrazzati con paleosuperfici lievementi inclinate e degradanti verso l'attuale linea di costa in assetto convergente (o decrescente)[*6].

Questi complessi, sollevati successivamente da movimenti iniziati nel Pleistocene con movimenti differenziati e massimi verso la zona appenninica, presentano generale carattere di autoctonia. Le isobate di base del Pliocene si ritrovano sotto il fronte della catena appenninica a profondità via via più profonde procedendo da Est verso Ovest (Bigi *et al.*, 1992) tra i 2000 e 6000 metri. Peraltro anche il fronte delle coltri alloctone e dei lembi parautoctoni risultano sepolti sotto i depositi plio-pleistocenici

[*6] I dislivelli tra i terrazzi appaiono via via sempre minori da monte verso valle.

della fossa, mentre in superficie questi stessi litosomi (generalmente di età più recente) risultano trasgressivi sui terreni delle coltri appenniniche (parautoctono).

(S3) Il terzo settore, il più orientale, corrisponde ai domini alto-strutturali e tabulari delle Murge, del Gargano e del Salento; un dominio allungato nello stesso senso della Fossa Bradanica e corrispondente a quella che comunemente viene indicata come Piattaforma Apula (viene indicata specificamente con questo nome la serie carbonatica di età mesozoica).

Questo settore [S3] dal punto di vista della morfodinamica esogena può essere definito come un settore a prevalente erosione dissolutiva avente idrografia endoreica e pattern carsico. Procedendo da Ovest verso Est il rilievo murgiano è digradante verso la costa adriatica con una serie di ripiani collegati da evidenti gradini morfologici (Ricchetti, 1980).

Geologicamente, nella dinamica globale delle placche, tra l'Eocene ed il Miocene si trovò in posizione di Avanpaese (Crescenti, 1975; Ricchetti, 1980). Gli affioramenti di questo dominio [S3] si sono caratterizzati per la loro stabilità nel tempo ed hanno subito solo deboli movimenti di sollevamento generalizzato durante il Quaternario. Litologicamente l'area è rappresentata da una potente serie di calcari mesozoici e terziari (oltre 6.000 m.) che poggiano sul basamento cristallino (Crescenti, 1975; Ricchetti, 1980; Ciaranfi, 1983; Bigi *et al.*, 1992). Gli strati cretacici delle Murge formano un'estesa monoclinale con immersione a S-SO con sistemi di faglie normali a formare una struttura a doppia gradinata progressivamente abbassati sia verso NE che verso SO. In tale modo questa serie viene coperta dai sedimenti della Fossa Bradanica e sotto questi si distribuisce con profondità accrescenti verso la catena appenninica. Infatti nel Plio-Quaternario, questo settore è stato coinvolto in processi geodinamici assumendo, nel suo bordo verso la bradanica ruolo di avanfossa. In affioramento si ritrovano prevalentemente sedimenti carbonatici di età cretacea e miocenica coperti, in più luoghi, da lembi variamente estesi di depositi calcarenitico-sabbiosi del Pleistocene. Strutturalmente il settore (S3) ha l'assetto di Horst asimmetrico con culminazione proprio sul margine murgiano-bradanico. Nelle assisi calcaree, permeabili per fessurazione, manca una idrografia superficiale rilevabile mentre si rinviene una enorme falda idrica galleggiante su acqua di invasione marina (Cotecchia, 1977).

L'assetto morfoerosivo prevalentemente è tipico dei litotipi a forte solubilità, con configurazioni doliniformi e che rappresentano le manifestazioni superficiali visibili variamente estese della rete endoreica.

I tre domini morfogenetici individuati appaiono avere caratteristiche geologiche e morfologiche completamente distinte tra loro. Essi, infatti, differiscono sia per tutta la loro storia evolutiva, sia per le condizioni lito-strutturali che per l'attuale morfodinamica esogena. Forse proprio in ragione di queste particolari caratteristiche essi appaiono nettamente separati tra loro da confini rispondenti a linee

strutturali regionali. In particolare i confini rettilinei aventi direzione Nord-Ovest, Sud-Est, coincidono approssimativamente con precisi confini geologici tra il bordo di accavallamento della catena sull'avanfossa e tra questa e l'avanpaese. Questo a riprova del controllo geodinamico sulla morfodinamica esogena come più avanti sarà fatto cenno (cfr. par.4.3).

Infatti come si può constatare nella carta dei caratteri morfoevolutivi della Puglia settentrionale (riguardante due dei tre settori descritti), i limiti tra i due domini geodinamici sono straordinariamente e perfettamente distinguibili tra loro sulla base dei semplici processi esogeni di morfogenesi.

4.3 Metodologie di individuazione della morfodinamica pregressa e caratteristiche dei processi morfoevolutivi della Puglia settentrionale

4.3.1- Generalità.

I caratteri morfodinamici di un territorio dipendono in larga misura, sia anche in linea del tutto generale, dalle complesse interazioni in atto tra i processi esogeni ed endogeni.

Infatti, benchè la scultura morfologica di un territorio venga eseguita in primo luogo dagli agenti climatici essa è effetto anche dalle condizioni litostrutturali, orografiche, morfologiche ecc. ed, in particolare, dall'energia del rilievo che l'attività endogena ha estrinsecato o estrinseca. Queste interazioni sono estremamente complesse tali da non essere sempre univocamente determinabili anche con studi lunghi e laboriosi. Purtuttavia, è da considerare che in una data area gli elementi essenziali di controllo di detta morfodinamica globale pur variando nel tempo sono fundamentalmente costanti se rapportati a tempi antropici di poche generazioni.

Pertanto, l'analisi della morfodinamica pregressa può fornire sufficienti indicazioni sulla morfodinamica in atto e quella prevedibile nell'immediato futuro [*7] senza che necessariamente si debbano conoscere i complessi equilibri che la determinano. Questo, naturalmente, in un arco temporale sufficientemente breve dal punto di vista geologico in modo da considerare costanti non solo le caratteristiche dei processi geologici globali agenti in dato territorio[*8], ma anche nulla o poco

[*7]- L'assunto di Lyell, universalmente accettato nella comprensione dei processi geologici che "il presente è la chiave di volta per la comprensione del passato"; da tempo è stato correttamente trasformato nell'assunto che "il passato è la chiave di volta per la comprensione del futuro". Questo è particolarmente adattabile alla lettura di eventi che hanno prodotto effetti morfologici nell'immediato passato e che (non essendo variato l'assetto fisico generale) possono riproporsi producendo interferenza dannosa o catastrofica per l'assetto antropico.

[*8]- Gli intervalli di tempo comparabili a quelli di una o più generazioni antropiche sono generalmente i tempi di estrinsecazione di una ragionevole azione di prevenzione del rischio.

significativa ogni apprezzabile evoluzione climatica e geomorfologica, della stessa area. In tale contesto possono essere considerate delle costanti anche la maggioranza dei singoli processi morfogenetici capaci di interferire dannosamente con l'assetto antropico.

Quanto precedentemente detto ed in particolare l'assunto[*7], fungono ormai da fondamento alla moderna valutazione di tutte le fenomenologie relative alla valutazione del rischio geologico[*9], è risultato particolarmente vero anche per la valutazione del rischio idrogeologico nei versanti (Govi 1976; Merenda 1980; 1984; 1989).

In questo contesto [7] [8] le forme morfologiche che si sono prodotte in un'area nell'immediato passato sono estremamente indicative di quelle che si produrranno in futuro nella stessa area. In particolare si può affermare che, come gli altri settori del rischio geologico [9], vi è fundamentalmente anche nel settore del rischio idrogeologico una ripetitività molto marcata degli eventi sia in termini di caratteristiche del processo agente che di risposta fenomenologica territoriale (come ad esempio i siti soggetti a franamenti ed alle esondazioni).

In base a questi principi, in assenza di cambiamenti sensibili nelle condizioni generali e locali dei processi agenti, è possibile in larga massima prevedere le condizioni evolutive generali di un territorio ma anche, a limite di uno specifico sito, in ragione della individuazione delle tracce pregresse lasciate sul territorio dai precedenti processi esogeni (come ad esempio le tracce di eventi di deformazione gravitativa che, in passato, hanno già interessato lo stesso sito di versante).

4.3.2 Indagini storico-bibliografiche, aereofotointerpretative e verifiche di campagna delle morfologie pregresse.

Nella intenzione di definire i caratteri morfoevolativi generali della Puglia settentrionale ed i principali caratteri del rischio idrogeologico, la ricerca svolta ha riguardato due aspetti significativi alla definizione di tale problematica:

- a) esame generale delle condizioni geologiche ed indagini morfoevolutive della Puglia settentrionale in lettura delle tracce pregresse morfogravitative con interpretazione aereo-fotografica e di campagna (all.A).

[*9]-Per settore di rischio geologico si deve intendere l'insieme delle fenomenologie che presiedono l'evoluzione della crosta e della superficie terrestre e che sono agenti di rischio. Prevalentemente gli altri due principali grandi settori del rischio geologico come terremoti e vulcani basano fundamentalmente le loro tecniche prevenzionali sulla ripetitività delle fenomenologie nelle stesse aree. Questo principio, ad esempio è quello che porta ad assegnare un grado di sismicità ad un dato sito.

- b) indagini storiche e tramite notizie stampa dei principali effetti territoriali di eventi pluviali estremi con effetti di piena, esondazione e destabilizzanti di siti di versanti, con relativa notazione degli effetti disastrosi (all.B).

Per quanto riguarda il primo aspetto le ricerche svolte hanno riguardato, nei loro aspetti più generali e prevalenti, la lettura sistematica delle tracce morfoevolutive nell'Appennino Dauno, nel Tavoliere Pugliese ed in parte del Gargano e delle Murge. Le indagini hanno avuto lo scopo di accertare e documentare la diffusione e distribuzione spaziale delle morfologie degradative. In particolare il franamento nei domini della Daunia dove si sono rilevate le condizioni di interferenza tra l'instabilità pregressa e le strutture urbane tramite indagini indirette [*10] seguite da indagini dirette con letture aereo-fotografiche e rilievi di campagna (cfr. par. 4.3.3) nei domini dell'area della Daunia e del settore occidentale del Tavoliere.

Relativamente al punto (b) sono state svolte accurate indagini storico-bibliografiche relativamente agli effetti dannosi verificatisi a causa dei franamenti e delle precipitazioni. Anche in questa fase della ricerca si è verificata la vulnerabilità dell'assetto antropico; in particolare dei centri abitati dove si è avuto una raccolta sistematica dei dati bibliografici sulla distribuzione nello spazio e nel tempo degli eventi di dissesto. Dunque, in sintesi, le informazioni storico-bibliografiche raccolte possono suddividersi in:

- b.1) notizie stampa sulle alluvioni, sul dissesto franoso e sui loro effetti dannosi sulla struttura territoriale ed antropica (all.B1).
- b.2) notizie specifiche sulle interferenze dannose nelle aree di interesse antropico od urbane (all.B2).

Relativamente ai principali risultati sintetici riguardanti l'analisi delle caratteristiche morfologiche di detto territorio è utile sottolineare che:

— i dati riguardanti il punto [a], assunti tramite l'esplorazione aereofotointerpretativa ed in sito (mediati anche dalle notizie raccolte tramite stampa e bibliografia), sono stati riportati in una carta generale delle caratteristiche morfoevolutive della daunia pugliese a scala 1:250.000 (Tav.4.1; All.A);

— i dati riguardanti il punto [b.1] formano l'oggetto dell'allegata appendice costituente una raccolta di informazioni storiche tramite la stampa locale (All.B1);

— i dati relativi a [b.2] sono sinteticamente descritti nel par. [4.4] e riportati più dettagliatamente nell'all. [B2].

La raccolta dati, in complessivo, ha mirato a tratteggiare non solo le principali

[*10] A tale scopo ed in collaborazione con il progetto SCAI si è effettuata un'indagine sistematica con formulari presso le amministrazioni pubbliche dei centri urbani dell'area per conoscere l'eventualità dell'esistenza di tali interferenze storiche.

caratteristiche evolutive del territorio ma anche gli elementi fondamentali della vulnerabilità territoriale e dell'assetto antropico agli eventi estremi.

Tale raccolta di dati ha permesso di constatare che esisteva una relativa scarsità di documentazione storica riguardante le interferenze dannose relative agli effetti dei processi idrologici (alluvioni e frane). Le notizie, specie quelle a stampa, sono risultate generalmente, estremamente frammentarie e disomogenee tanto da rendere non sempre univocamente determinabile l'attribuzione a specifici eventi pluviali dei danni da frane ed allagamenti.

Comunque le verifiche in sito ed il controllo aereo-fotografico con riscontro aereofotointerpretativo delle condizioni del franamento ed il suo stato evolutivo (ad esempio), ha permesso di dare particolare certezza alla documentazione realizzata.

4.3.3. Metodi di rappresentazione cartografica ed analisi delle forme morfoerosive s.s. e morfogravitative.

I rilevamenti degli elementi fondamentali delle morfologie erosive in s.s. ed in particolare delle tracce pregresse delle morfologie gravitative sono avvenute in modo sistematico in tutta l'area della Puglia settentrionale accompagnate da analisi dello stato di sicurezza idrogeologica dell'assetto antropico in tutto l'Appennino Dauno compreso nei confini pugliesi (Crescenzi *et al.* 1991, 1992;) [*11].

Quest'area relativa alla Puglia settentrionale, peraltro, contiene zone con le caratteristiche fondamentalmente comuni a tutti i domini morfodinamici e le tendenze morfoevolutive presenti nella regione. Pertanto, ad esclusione di aree marginali e poco significative, la zona studiata in dettaglio può rappresentare adeguatamente un'area campione valida per l'intera fenomenologia regionale.

Schematizzare, cartografare ed analizzare i dati morfometrici di un territorio ed in particolare di un versante sono operazioni complesse (Savigear, 1967; Blong, 1975) che nella cartografia proposta in tav.4.1 sono state operazioni risolte in modo sicuramente accettabile, almeno per i dati pregressi più importanti relativi ai franamenti ed alle morfologie prodotte dalla rete scolante.

L'identificazione e l'analisi delle forme erosive è stata fatta, sia sul terreno che tramite metodologie di rilevamento a distanza (foto aeree), anche con l'utilizzo di formulari. La cartografazione è avvenuta utilizzando prevalentemente i metodi rappresentativi di Fairbridge, (1968) e Demek, (1972) relativi agli elementi essenziali del processo erosivo di versante (con tipologie erosive distinte in: sheet, rill, gully, bad-land). Nella cartografazione riassuntiva della tav 4.1 si sono riportati solo gli

[*11]- questo settore di ricerca è stato effettuato in collaborazione col progetto SCAI del Gruppo GNDCl.

elementi sintetici di tali rilevamenti (ad esempio, per l'erosione p.d. si sono riportati solo gli elementi essenziali delle caratteristiche dell'idrografia fluviale e delle superfici terrazzate e degli elementi morfoerosivi).

Relativamente alla definizione delle forme e dell'evoluzione dell'erosione in massa (frane) ed idrica (erosione p.d. e rete idrografica) è stata realizzata una cartografazione sintetica ma di dettaglio. Per le deformazioni gravitative, ad esempio, ha riguardato principalmente la definizione dello stato franoso pregresso e costituisce un esempio metodologico di rilevamento evolutivo di movimenti franosi generalizzati a carattere diastrofico. Questa cartografazione delle frane e dell'erosione p.d. si è realizzata tramite indagini sistematiche che, in molti casi, è stata accompagnata da una raccolta di dati discretizzati con formulari standardizzati (Merenda, 1983b) compilati per ogni singolo franamento (la tavola 4.1 ne riporta, al pari degli elementi erosivi p.d., solo gli elementi sintetici).

Per quanto riguarda i franamenti ed i suoi attributi, le indagini realizzate riguardano, principalmente, la tipologia, la morfometria, lo stato del dissesto, le modalità ed i periodi del movimento, ecc. I fenomeni franosi sono stati, oltre che delimitati su foto aree a scala 1:20.000 circa, anche cartografati a scala 1:50.000 e per i casi più importanti gli attributi generali del franamento sono stati raccolti tramite i già citati formulari appositamente creati per l'incameramento dei dati relativi ai franamenti (Carrara, Merenda, 1976; Merenda, 1983b).

La cartografazione del dissesto franoso e la relativa raccolta di dati è avvenuta, principalmente, attraverso la individuazione delle tracce pregresse del movimento franoso nei versanti naturali, utilizzando prevalentemente indagini fotointerpretative e di campagna (Rib e Liang, 1978).

L'analisi esplorativa delle eventuali tracce di franamenti pregressi è stata fatta comparando questi siti con il versante integro nelle immediate vicinanze, in modo di avere verosimilmente un modello di quello che era stato il versante precedentemente all'evento franoso. Di questo versante adiacente al franamento sono stati raccolti diversi parametri fisici e geologici; come le quote minime e massime, la distanza del franamento dalla culminazione e dal piede, l'acclività, la sua qualità di prevalente uniformità o disuniformità; la descrizione schematica del profilo: se rettilineo, concavo, convesso, l'esposizione i caratteri delle giaciture dei corpi geologici integri, ecc.

Naturalmente sono stati raccolti anche numerosi dati relativi ai parametri fisici e geologici dei corpi franosi e delle loro morfometrie; come tipologia, grado di attività, stato del dissesto, età ed evoluzione delle forme, principali misure degli elementi deformativi, periodicità dei movimenti. Relativamente ai criteri di classificazione dei movimenti franosi è stata adottata la classifica messa a punto durante la realizzazione dei Progetti Finalizzati del CNR [1977].

Infatti, malgrado che i criteri di classificazione dei franamenti, siano stati nel tempo estremamente vari e complessi, sia a livello nazionale che internazionale [*12] a partire dagli anni '70, quasi unanimemente è stata adottata nella maggioranza della comunità internazionale la classifica di Varnes come anche nell'ambiente italiano (Carrara, D'Elia, Semenza, 1983). In particolare, lo schema adottato è proprio quello previsto dalla suddetta Commissione del sottoprogetto finalizzato "fenomeni franosi". In particolare, come già previsto nella proposta di Carrara e Merenda, 1974; la commissione (proprio per consentire l'esecuzione di rilevamenti sistematici a scala regionale) propone uno "schema semplificato" di classificazione, dove consiglia una prima grossolana suddivisione del processo franoso con i raggruppamenti di "frana" e "zona franosa".

Nella redazione cartografica adottata la distinzione tra frana e zona franosa dipende essenzialmente dal rapporto tra scala di rilevamento e dimensione dei fenomeni e la individuabilità del fenomeno stesso. Si conviene tracciare preferenzialmente come zone franose: frane diffuse e di piccole dimensioni (non cartografabili alla scala 1:10.000) interessanti vaste parti di versante, oppure franamenti non localizzabili, frane incipienti aventi ancora carattere potenziale, fenomeni di creep, evidenziando comunque, ove possibile, il tipo o i tipi di fenomeni predominanti nell'area.

Nella carta (tav.4.1) i fenomeni franosi sono distinti, quindi, nelle tre tipologie fondamentali di crollo, scorrimento e colata tramite opportune legende già da tempo sperimentate (cfr. Carrara e Merenda, 1974; 1976; Merenda 1981, 1983b, 1984, 1989). Tali legende si basano su una simbologia rappresentativa molto semplificata che oltre alla tipologia del franamento cartografa anche gli elementi del franamento stesso (limiti, nicchie, età, attività). Detti simboli prevedono varie combinazioni tra loro in modo da costituire una legenda specifica per ogni franamento, che può essere utilizzata anche nel caso di dovere operare con un maggiore dettaglio cartografico, per il rilevamento anche a piccola scala delle deformazioni gravitative dei versanti.

Detta simbologia prevede anche il rilevamento di fenomenologie complesse formate dalla combinazione indissolubile di più tipologie contemporaneamente presenti nello stesso fenomeno. In questo caso la tipologia complessa si evince solo dalla considerazione unitaria del fenomeno franoso cartografato, dato che ogni singola parte dello stesso è trattata con la propria tipologia.

Questo metodo di consente di risolvere in modo soddisfacente il problema delle tipologie complesse e, nel contempo, determina una "discretizzazione" di ogni elemento dell'informazione che così diventa suscettibile ad essere trattato ed analizzato come un dato anche separato.

[*12]-In Italia, restando ai lavori più significativi sull'argomento, a partire dall'Almagià (1910) vi sono state numerose classificazioni che hanno avuto alterna fortuna. (Almagià, 1910; Ippolito & Cotecchia, 1954; Penta, 1959; Venzo, 1960; Pozzi, 1968; Nemcok *et al.*, 1972; Brugner & Valdinucci, 1972; Blong, 1973b; Vallario & Coppola, 1973; Amadesi & Vianello, 1978);

La cartografazione prevede anche dati qualitativi riguardanti l'età, l'attività, lo stadio evolutivo ed altre informazioni caratterizzanti il franamento.

Relativamente all'età del franamento si distinguono, in accordo con Zaruba & Mencl (1969), in tre categorie : "molto antico", "antico", "recente".

4.3.4 Descrizione dettagliata dei domini (condizioni dell'instabilità areale, tipologie delle forme evolutive più importanti, ecc.)

I lineamenti fisiografici dell'area della Puglia settentrionale sono distinguibili come già delineato precedentemente in tre settori [S1],[S2] e [S3] (cfr.par4..2): questi settori si diversificano per storia geologica; litologia; assetto strutturale; tipologia dei processi degradativi e di mobilitazione del detrito; genesi, orientazione e stato del drenaggio (cfr. par.4.2); mentre hanno caratteristiche omogenee al loro interno con gli stessi processi o parametri precedentemente citati che si mantengono rigidamente uniformi nell'ambito dello stesso dominio.

Di seguito (par.4.3.2) si descrivono in dettaglio le principali caratteristiche di questi settori che intanto si distinguono in:

Un primo settore occidentale [S1], prevalentemente formato dall'area corrispondente alla catena appenninica che appare a prevalente evoluzione morfogravitativa con dissesto franoso diffuso specie in tutti gli affioramenti costituiti dalle coltri alloctone delle rocce fliscioidi del tardo-Mesozoico e del Cenozoico (cfr. par.4.2). Ad oriente questo settore è confinato da una chiara linea tettonica ad andamento NO-SE (cfr. par.4.2) corrispondente approssimativamente al fronte delle falde alloctone sui sedimenti della Fossa Bradanica.

Al di là di questa linea tettonica, procedendo verso NE, si rinviene un secondo settore [S2] vistosamente distinto dal precedente per caratteri morfologici e caratterizzato da prevalente evoluzione morfoerosiva p.d., con litotipi appartenenti all'avanfossa costituiti dalle formazioni Plio-Quaternarie della Fossa Bradanica e del Tavoliere Pugliese. Questo settore comprende anche la linea di costa immediatamente a sud e a nord del Gargano.

Il terzo settore corrisponde alle aree prevalentemente calcaree delle Murge, del Gargano e del Salento formanti il settore [S3] dell'alto strutturale Apulo caratterizzato da prevalente evoluzione morfodissolutiva (morfologia da dissoluzione; endoreica e carsica). Geodinamicamente tale dominio rappresenta la zona di stabile Avanpaese. Ha rilievo generalmente tabulare con lieve ondulazioni per prevalente aspetto doliniforme della superficie topografica (cfr.par.4.2).

4.3.4.1 Assetto morfologico del settore [S1]: morfogravitativo prevalente.

Malgrado la complessità geologica e strutturale dell'area le caratteristiche complessive di tutti i bacini di questa zona [S1] mostrano una sostanziale omogeneità tra loro sia per caratteristiche fisiche intrinseche (litologia, stato degli ammassi, strutture ecc.) che per caratteristiche morfologiche (stato della deformazione gravitativa, tipologia e mobilitazione del detrito; genesi, orientazione e stato del drenaggio). L'orientazione e la genesi delle linee di drenaggio differisce tra i corsi di ordine superiore (incongruenti -con le linee tettoniche e/o strutturali regionali- e cataclinali)[*4] (cfr. par.4.2) con direzione approssimativamente parallela tra loro verso NE; ed i bacini di ordine basso (congruenti -controllati dalle linee e strutture tettoniche appenniniche- ed ortoclinali)[*4], aventi direzione prevalente NO-SE e, dunque, assetto di confluenza (angolare)[*4] con gli ordini maggiori.

Il reticolo principale mostra, pertanto, elementi marcati di epigenesi. Una sua individuazione e formazione precedente al sollevamento e/o alla deformazione tettonica dell'area (apparentemente "antecedente" ma forse di "sovraimposizione" [*5] se si tiene conto di una superficie morfologica alta rilevata da Ortolani & Pagliuca (1988)), mentre quello di ordine più basso dimostra di avere corsi prevalentemente susseguenti, più recenti dei corsi precedentemente descritti, generatisi posteriormente alle deformazioni strutturali dell'area.

I bacini minori hanno caratteristiche di regime idraulico effimero e pulsivo con alvei generalmente in erosione e direttamente scavati nelle formazioni affioranti, quelli maggiori con tratti nelle stesse condizioni o con letto di materiali alluvionali poco classati. In ambedue i casi sono affetti da notevoli pendenze.

Inoltre, in ragione dei sollevamenti plio-quadernari, questi bacini presentano morfologie poco mature con versanti generalmente dotati di discreta acclività. Tali versanti inoltre, come già accennato, sono soggetti a processi demolitivi massivi ed i detriti franosi che invadono i corsi d'acqua, sia della rete principale che secondaria, ne condizionano spesso anche l'andamento planimetrico come accade nei regimi a prevalente componente morfogravitativa (Copertino *et al.*, 1989).

La maggioranza dei versanti di questo settore [S3] è affetta da fenomeni di movimento di massa (Tav.4.1) che, in alcune aree arrivano a coprire oltre il 55% del territorio e circa l'65% delle superfici acclivi. I dissesti sono rappresentati principalmente da tipologie di colate facenti parte di frane tipologicamente complesse come gli scorrimenti rotazionali-colata che sono relativamente diffusi. L'area in frana occupata specificamente da tipologie di colate sia anche in qualità di componente di franamenti complessi è significativa e in molte aree il dissesto riferibile a tale fenomenologia franosa risulta prevalere rispetto alle altre tipologie morfologiche.

Si tratta generalmente di colate di dimensioni anche considerevoli che, in qualche caso, hanno causato con il loro detrito lo sbarramento dello stesso reticolo idrografico con impedimento per tempi più o meno lunghi del regolare deflusso delle acque

superficiali e formazione di modesti ristagni effimeri.

Per quanto riguarda la distribuzione del franamento, rispetto all'acclività, si ritrova in analisi preliminari, una sostanziale omogeneità con quanto riscontrato in altre aree campioni sia lucane che calabre dove il massimo di distribuzione della franosità si ritrova sui versanti con pendenze tra i 13 e 18 gradi. Questi dati sono da ritenersi tuttavia provvisori dato che nell'intera area l'analisi dei rapporti correlativi della distribuzione franosa in ragione delle caratteristiche geologiche, morfologiche e fisiche del territorio non sono stati ancora realizzati in modo sistematico e dettagliato.

Si rinvengono nelle zone più alte della catena, lungo la linea degli spartiacque, numerose tracce di antichissimi effetti deformativi dovuti alla gravità con allineamento di nicchie e relitti di nicchie di frana generalmente parallelo alla direzione delle creste. La testimonianza di questi antichi, diffusi ed imponenti eventi deformativi molto evidenti sono ora nella quasi totalità privi di apprezzabili movimenti ad indicare una dinamica pregressa ora quasi estinta. Questa fenomenologia è ben visibile nella tavola allegata (Tav.4.1) dove queste nicchie, classificate generalmente come "antiche" o "molto antiche" e risultano allineate lungo le creste con direttrici appenniniche. Tale direzione è anche quella delle principali faglie e bordi di accavallamento delle falde presenti nell'area.

Nella stessa carta (Tav. 4.1), onde evitare di appesantire la sua grafica rendendola poco leggibile, sono stati riportati solo i franamenti geometricamente e tipologicamente ben definibili, mentre le zone franose sono state riportate solo in parte, limitandosi a cartografarne quelle più significative.

In questa fase, avente finalità esplorative del dissesto dell'area, non si sono rilevati particolari dettagli del franamento; di ogni singolo evento franoso cartografato si è determinato solo la localizzazione, la tipologia, l'eventuale rimobilizzazione e ricorrenza.

Relativamente a quest'ultima, dagli episodi di franamenti accertati nell'area, si evince una tipologia pregressa con caratteri di attività franosa intensa. In particolare, i franamenti attivi rispetto a quelli quiescenti sfiorano il 20% del totale in molte aree e la mobilitazione franosa intervenuta nei versanti a seguito di eventi pluviali conosciuti risulta considerevole con interferenze dannose anche nei centri abitati.

4.3.4.2 Assetto morfologico del settore [S2]: morfoerosivo prevalente.

Geodinamicamente l'area risponde prevalentemente al dominio di Avanfossa con litosomi di sedimenti argilloso-sabbiosi aventi morfologia in prevalente evoluzione morfoerosiva s.s.; Ha rilievo collinare dolce con alture spesso tabulari o terrazzate separate da incisioni generalmente decise e profonde (cfr.par.4.2).

L'attività erosiva è prevalentemente idrica (erosione s.s.) e sia nei versanti che nei corsi d'acqua si esplica con tipologie uniformi in tutto il dominio [S2]. Nei versanti prevale l'azione erosiva areale (sheet erosion) e quella concentrata (rill e gully erosion), mentre nelle aree argillose le "facet" morfologiche n.9 rispondenti alle incisioni fluviali (secondo la classificazione geomorfica dei profili di un versante suggerita da Darlymple (Darlymple, 1968, Merenda 1983,a) sono soggette a notevole grado di fenomenologie calanchive o assimilabili anche con asportazione di suolo per fenomeni di piccole colate diffuse (bad-land degli autori inglesi).

In queste aree del settore [S2] l'erosione massiva (frane) è comunque molto scarsa e si rinviene nelle parti più prossimali alla zona di catena appenninica (in particolare nella fascia dove si rinvencono terreni dell'avanfossa in trasgressione sulle falde della catena) (Fig.4.1) che più intensamente risente del disturbo dalla tettonica, ed è limitata prevalentemente nei versanti più acclivi e nelle incisioni fluviali di cui si è accennato precedentemente. Le tipologie prevalenti sono, in questo caso, quelle di creep e di scorrimento rotazionale. Altri fenomeni massivi, di carattere per lo più modesto, si rinvencono lungo i bordi terrazzati, specie quando litologie ad alta permeabilità si ritrovano stratigraficamente sovrapposte a litologie scarsamente permeabili e di scadenti proprietà geotecniche.

La rete scolante principale, pur se in rilevante fenomenologia di approfondimento erosivo, ha letti generalmente ghiaiosi e ciottolosi perchè caratterizzata da notevoli trasporti solidi che prevalentemente provengono dallo smantellamento, a dominante massiva, del settore indicato precedentemente come [S1].

Il settore [S2], caratterizzato da prevalenti morfologie morfoerosive in s.s.; può essere, a sua volta, suddiviso in due sub-domini; uno verso Ovest [S2a] composto da rilievi collinari con paleosuperfici lievementi inclinate e degradanti verso l'attuale linea di costa con più decisa fase erosiva. L'altro ad oriente [S2b] con superfici più decisamente terrazzate a più ordini, fittamente interconessi tra loro e degradanti verso l'attuale linea di costa con notevoli tracce di morfologia pregressa di fenomeni di accumolo e depositi sabbioso-limosi verso le marine. Infatti, questo sub-domino [S2b], nella parte più prospiciente la marina, è caratterizzato da una maggiore presenza di parti pianeggianti con vasti litosomi composti da ampi conoidi di deiezione tra loro interconessi a formare verso il mare abbondanti cordoni di depositi litorali che nella loro evoluzione spesso finiscono col racchiudere aree paludose o considerevoli bracci lacustri. Questi notevoli apporti detritici, come già accennato, sono il risultato dell'intenso smantellamento massivo presente nell'area della catena appenninica [S1] alle spalle di tale sub-domino.

I rilievi collinari di entrambi questi sub-domini hanno incisioni vallive che spesso mostrano notevole dissecazione delle antiche superfici terrazzate. La direzione della rete drenante principale mostra un pattern parallelo e cataclinale [*4] con generale direzione verso NE. Questa direzione è incongruente con l'andamento delle linee

tettoniche (che come già accennato hanno direzione NO-SE). La rete idrografica, quindi, malgrado lo stadio giovanile mostra di essere abbastanza matura tale da avere elementi di autonoma evoluzione. La situazione descritta vale per tutta la rete drenante settentrionale (compresa la rete scolante degli ordini più bassi) ad esclusione dell'apparente anomalia di gran parte del corso principale del Fiume Candelaro (l'andamento dei suoi affluenti, prevalentemente destri, hanno regolare direzione del pattern regionale del dominio). Il corso medio-basso di questo fiume, impostato su rocce di natura clastica dell'avafossa del Tavoliere, nell'incontrare gli affioramenti dell'alto strutturale garganico (appartenenti all'avanpaese), piega decisamente verso SE. Tuttavia, non appena superato l'impedimento dell'alto strutturale del Gargano il corso fluviale assume di nuovo la sua naturale direzione verso NE nella piana di Manfredonia. Questo andamento si spiega col fatto che la rete idrografica si è impostata successivamente all'emersione della fossa con caratteristiche uniformi e cataclinali quando già preesisteva l'alto strutturale garganico.

Per quanto riguarda la morfologia del reticolo idrografico, nei corsi maggiori vi sono spiccati caratteri alla meandricizzazione e, prevalentemente verso le zone più orientali, all'alluvionamento. Mentre per la dinamica fluviale vera e propria, va notato, che durante le fasi di precipitazione più consistenti, oltre al notevole carico torbido ed al notevole trasporto di fondo di detrito poco classato, si determinano spesso considerevoli erosioni di sponda sia delle litologie sabbioso-siltoso-argilloso costituenti il substrato roccioso che di antichi materiali alluvionali Olocenici e Quaternari. Negli ordini più alti di detto reticolo idrografico è diffusa la fenomenologia relativa al salto di meandro con relativa fenomenologia disastrosa. Nelle parti più orientali sono non rare le condizioni di alluvionamento delle aree più depresse o pianeggianti e sovralluvionate.

4.3.4.3 Assetto morfologico del settore [S3]: morfocarsico prevalente.

Nella parte più orientale della Puglia settentrionale si ritrova il dominio morfodinamico indicato con [S3]. Tale dominio, altrettanto allungato nello stesso senso della Fossa Bradanica e corrispondente a quella che comunemente viene indicata come Piattaforma Apula (Gargano e Murge che proseguono in continuità con il Salento). Tale dominio nel quadro geodinamico rappresenta la zona di stabile Avanpaese (cfr. par. 4.2) e i litosomi calcarei hanno l'assetto di Horst asimmetrico con culminazione proprio sul margine murgiano-bradanico.

Ha rilievo generalmente tabulare ed uniforme con assetto morfoerosivo prevalentemente tipico dei litotipi a forte solubilità, permeabili per fessurazione e dove per sviluppo idrografico endoreico manca una idrografia superficiale apprezzabile con configurazioni a lievi ondulazioni tipici dei domini carsici (più mosso l'alto strutturale garganico).

I paesaggi morfologici sono tipici dei rilievi calcarei, con ampie depressioni della superficie topografica, doline ed inghiottitoi quali manifestazioni superficiali visibili variamente estese della rete endoreica. Queste depressioni non raramente sono soggette ad allagamenti effimeri durante le precipitazioni più intense (ad es. lago temporaneo di S.Egidio).

In questa zona [S3] l'attività franosa è scarsa o nulla, se si escudono casi di crollo di cavità sotterranee (gravine) (Zezza, 1976) e rari dissesti presenti lungo i versanti delle incisioni torrentizie più marcate o i gradini morfologici più vistosi e fenomeni di crollo lungo le falesie a mare.

I litotipi calcarei di questo dominio, caratterizzati per la loro stabilità nel tempo, sono stati soggetti ad intensa azione dissolutiva delle acque meteoriche endoreiche. I movimenti di sollevamento generalizzato durante il Quaternario e le oscillazioni eustatiche del livello marino vi hanno sviluppato, in ragione di ciò, un rilevante e diffuso sistema carsico, prevalentemente disposto in più piani. Parte consistente del sistema è inattivo e palocarsico con molte delle cavità carsiche sono ormai fossili riempite totalmente di terra rossa (Grassi *et al*, 1975). Il sistema carsico è generalmente attivo nelle parti più profonde mentre, come già accennato (par.4.2) si rinviene una enorme falda idrica galleggiante su acqua di invasione marina (Cotecchia, 1977). Procedendo da Ovest verso Est il rilievo murgiano è digradante verso la costa adriatica con una serie di ripiani collegati da evidenti gradini morfologici (Ricchetti, 1980).

I sistemi maggiori di doline (specie nelle Murge) sono raccordabili tra loro in allineamenti controllati da fratture regionali allineate secondo direzioni NO-SE che dislocano i principali megablocchi calcarei tra loro. Spesso le doline più grandi hanno drenaggio superficiale di ordine più basso evidenziabile in pattern centripeti mentre, analoga rete superficiale, si è sviluppata lungo i blocchi calcarei più prossimi la marina con fossi prevalentemente cataclinali.

4.4 Caratteristiche della vulnerabilità territoriale e dell'assetto antropico.

Come può evincersi dalle condizioni precedentemente tratteggiate, relative alle condizioni morfoevolutive dei diversi domini della Puglia settentrionale, si hanno condizioni di rischio idrogeologico diversificate in ragione proprio delle differenti condizioni evolutive riscontrate.

In linea del tutto generale si hanno interferenze dannose e/o disastrose quali effetti di instabilità prevalentemente nelle aree di Catena [settore -S1-], mentre gli alluvionamenti per rottura d'argine e più in generale gli effetti della dinamica fluviale si fanno sentire prevalentemente nel settore orientale [S1] ed in particolare nel sub-dominio [S1b].

Nelle aree del dominio [S3] prevalgono invece gli allagamenti temporanei delle zone piu' depresse specie a seguito di acquazzoni ed eventi estremi.

Nelle aree della Catena Appenninica del settore [S1] la maggioranza delle strutture antropiche e dei centri urbani poggiano su terreni fliscioidi caratterizzati complessivamente da scadenti caratteristiche geotecniche; mentre dal punto di vista topografico occupano prevalentemente posizioni di cresta o di dorsale, anche se non mancano le ubicazioni di versante.

Analogamente la quasi totalità dei centri dell'area [S2] sorge su terreni sabbioso-arenaceo-conglomeratico, che a differenza delle litologie precedenti hanno generalmente discrete caratteristiche geotecniche, ed anch'essi occupano, in prevalenza, posizione di culmine topografico.

Si è potuto constatare, nell'area [S1] che l'abbondanza e la distribuzione del movimento di massa presente nell'Appennino Daunio è tale da avere una concreta ed apprezzabile influenza nella stessa evoluzione delle forme dei versanti di un'ampia fascia di tale area.

E' stata, altresì, accertato che questi fenomeni di instabilità non risparmiano gli abitati della zona producendo un rischio geologico (relativamente al solo aspetto franoso) non marginale alla preservazione e sicurezza dei siti residenziali.

Infatti, la maggioranza dei centri urbani risulta, generalmente, affetta da numerosi dissesti statici per le condizioni della franosità pregressa presente nel perimetro urbano. Questa diffusa franosità presente nei centri urbani ha caratteristiche non omogenee a causa di variazioni laterali nella composizione dei flysch, a volte, caratterizzati nei loro affioramenti dalla relativa scarsità degli intervalli pelitici. In questo caso spesso offrono caratteristiche litotecniche di discreta stabilità ai centri urbani ivi ubicati. Pertanto, anche i caratteri giaciturali del flysch possono influire notevolmente e siti della stessa unità urbana posti in domini differenti possono essere notevolmente differenti sotto il profilo della instabilità.

Allo scopo di una verifica della evoluzione dello stato di dissesto nel tempo, si è tentata anche un'analisi comparata dei fenomeni franosi riscontrati nell'area e le notizie provenienti dalle indagini stampa raccolte. A questo proposito è stato analizzato, quando possibile, lo stato fessurativo dei manufatti e le condizioni morfo-strutturali dei corpi franosi e dei movimenti franosi pregressi di carattere diastrotico raccogliendo le informazioni presso gli abitanti del sito.

4.5. Conclusioni.

Lo studio delle condizioni morfologiche della Puglia settentrionale e in particolare delle sue morfologie demolitive in atto e pregresse e della morfologia della rete idrografica ha permesso di delineare differenti unità morfoevolutive che mostrano

sorprendente identità con alcuni dei differenti domini geodinamici e geostrutturali dell'area come quelli di catena e di avanfossa.

Inoltre il miglioramento delle conoscenze complessive sullo stato dei processi demolitivi dell'area (erosione in s.s. e massiva) e della loro interconnessione con la rete idrografica ha permesso di individuare settori d'alveo con differenti processi dinamici.

Gli studi, inoltre, hanno definito con particolare dettaglio lo stato franoso e la tipologia distributiva della deformazione gravitativa nei versanti specie nelle aree della catena appenninica della Daunia. A riguardo sono state anche cartografate le condizioni di instabilità pregressa ed in atto nel territorio e nei centri abitati della Daunia (all.A) e, tramite opportune ricerche storiche, si è definita la interferenzialità dannosa della mobilità franosa sull'assetto antropico (Cotecchia, 1963; Zezza *et al.*, 1989; Crescenzi *et al.*, 1992;) (all.B1) specie nelle aree urbane.

Analoghe indagini sono state effettuate per gli effetti dannosi registrati negli ultimi 50 anni almeno nella dinamica fluviale (all.B2).

In generale sono stati tratteggiati i caratteri generali della morfodinamica territoriale e delineati gli elementi fondamentali dello stato di vulnerabilità territoriale ai fenomeni idrogeologici nelle aree della Puglia settentrionale.

Questi risultati confermano come positiva la scelta metodologica operata che ha visto l'uso dell'analisi aereofotointerpretativa integrata da rilievi di campagna e indagini storico bibliografiche per una più corretta individuazione ed accertamento delle condizioni di rischio territoriale.

4.6 Bibliografia

- Almaga' R.: Studi sistematici sulla distribuzione delle frane della penisola italiana. L'appennino Centrale e Meridionale. Riv. Geog. Ital., 1910.
- Almaga' R.: Studi geografici sulle frane in Italia. L'Appennino Centrale e Meridionale. Conclusioni generali. Mem. R. Soc. Geogr. Ital., v. XII Roma, 1910.
- Amodio-Morelli L., Bonardi G., Colonna V., Dietrich D., Giunta G., Liquori V., Lorenzoni S., Paglionico A., Perrone V., Picarreta G., Russo M., Scandone P., Zanettin-Lorenzoni E., Zuppetta A.: L'arco Calabro-peloritano nell'Orogene Appenninico-Maghrebide.-*Atti 68 Congresso Soc.Geol.It.*-Paola, 1976.
- Bigi G., Coli M., Cosentino D., Parotto M., Praturlon A., Sartori R., Scandone P., Turco E.: Structural Model of Italy. CNR-Roma, 1992.

- Blong R.J.: Hillslope morphometry and classification: a New Zeland example. *Z. Geomorph.* N.F.9,405-429, 1975.
- Boccaletti M., Nicolich R., Tortorici L.: The Calabrian Arc and the Ionian Sea in the dynamic evolution of Central Mediterranean. *Mar. Geol.*,55 219-245, 1984.
- Bosellini A.: Tettonica delle placche e geologia. Bovolenta-Zanichelli ed. 130 p.- Ferrara, 1978.
- Bousquetj.C. : La tectonique récente de l'Appennin calabro-lucanien dans son cadre géologique et géophysique.- *Geologica Romana*- 12-1-104-Roma, 1973.
- Brugner W. & Valdinucci A.: Schema di classificazione delle frane e relativi esempi. *Boll. Ser. Geol. It.* vol.93. pp.73-110.Roma, 1972.
- Canuti P., Focardi P., Garzonio C.A., Morini D., Pittalunga F., Vannocci P.: Il censimento dei fenomeni franosi: metodologie e finalita' per lo studio della stabilità dei versanti in Toscana. *Atti Con. Naz. Cart.* Firenze, 1979
- Carrara A., D'elia B., Semenza E.: Classificazione e nomenclatura dei fenomeni franosi. *PP.FF. "Conservazione del suolo" Sottoprogetto "Fenomeni franosi"*, 1980.
- Carrara A., Merenda L.: Metodologia per un censimento degli eventi franosi in Calabria.-*Geol.Appl.Idrog.*,vol.IX. Bari, 1974.
- Carrara A., Merenda L.: Landslides inventory in northen Calabria, southern Italy. *Geol. Soc. of Am. Bull.*, 87, 8, 1153-1162, Colorado, U.S.A., 1976.
- Carrara A., Pugliese Carratelli E., Merenda L.: Computer based data bank and statistical analysis of slope instability phenomena.*Z. Geomorph.*N.F.,21.2.,187-222. 1977-Berlin, 1977.
- Carrara A., Catalano E., Sorriso V.M., Reali C., Merenda L., Rizzo V.: Lanslides Morphometry and tipologia in two zones, Calabria, Italy.-*AIEG* n.16,pp.8-13, 1977.
- Castiglioni G.B.: La cartografia geomorfica tra ricerca di base e ricerca applicata. *Boll. Soc. Geog. It.*, 1982.
- Ciaranfi N., Guida M., Iccarino G., Pescatore T., Pieri P., Rapisardi L., Ricchetti G., Sgrosso I., Torre M., Tortorici L., Turco E., Scarpa R., Cuscito M., Guerra I., Innaccone G., Panza G.F. & Scandone P.: Elementi sismotettonici dell'Appennino Meridionale. *Boll.Soc. Geol. It.*, 102; 201/222, 1983.
- Colwell R.N.(Editor): Manual of remote sensing. 2 vol. Amer. Soc. Photog. Falls Churc, Virginia, 1983.

- Copertino V.A., Merenda L., Sdao F., Sole A.: Influenza delle colate detritiche nelle modificazioni d'alveo.-*Pres.Conv. "Trasporto solido ed evol. morfologica nei corsi d'acqua"*. Trento, 1988.
- Cotecchia V.: I dissesti franosi del SubappenninoDauno con riguardo alle strade provinciali. La Capitanata, a I,n 5-6 Foggia, 1963.
- Cotecchia V.: Studi e ricerche sulle acque sotterranee e sull'intrusione marina in Puglia. *Quad. n.20* CNR-IRSA, 1977.
- Cotecchia V.: Dinamiche dell'arretramento costiero con particolare riferimento al Golfo di Taranto e possibili indirizzi d'intervento. In *evoluzione dei litorali*. pg.31-60- ENEA- Policoro, 1986.
- Crescenti U.: Sul substrato pre-pliocenico dell'Avanfossa Appenninica dalle Marche allo Ionio. *Boll. Soc. Geol. It.* 94, 1975.
- Crescenzi E.; Bruno G.; Catalano E.; Iovine G.: Analisi sistematica dell'evoluzione franosa degli abitati dell'Appennino Dauno: esempio dell'abitato di Motta Montecorvino. Geodata., 1991.
- D'Argenio B., Pescatore T., Scandone P.: Schema geologico dell'Appennino Meridionale (Campania-Lucania); acc. Naz. Lincei. *Quad.183*, 49/72, 1973.
- Darlymple J.B., Blong R.J. and Conacher A.J.: A hypothetical nine-unit land-surface model. *Z. Geomorph.*, 12 60-76, 1968.
- Demek J.: Manual of detailed geomorphological mapping. I.G.U. Comm.Geol.Survey and Mapping. Czech. Aca. Scien., Academia, Prague, 1972.
- Dramis F., Gentilini B., Pieruccini U.: La carta geomorfica del medio bacino del Tenna (marche centro-meridionali). *Geo. App. Idrogeol.* vol.IV. Bari, 1979.
- Fairbridge R.W.: The encyclopedia of geomorphology. Reinhold Book Corp. 1225pp. New York, 1968.
- Fleming R.W., Varnes D.J., Shuster R.L.: Landslides hazard and their reduction. *Am. Plann. Ass. J.* vol45, 1979.
- Genevois R.,Merenda L.,Tecca P. R.: On landslide phenomena in the S.Arcangelo Basin (Southern Italy). *Proceedig Inter. Conference Losanna*, 1988.
- Geotecneco: Carta della montagna, 1977.
- Govi M.: Photo-interpretation and mapping of Landslides triggered by the Friuli earthquake (1976). *Int. Ass. Eng. Geol. Bull.*,n.15. Krefeldn.4, pp.428-39, 1976
- Govi M., Mortara G.: I dissesti prodotti dal nubifragio del 10 luglio 1972 nella bassa Valle Seriana. *Boll. Ass. Min. Sub.* XIII 1-2., Torino, 1981.

- Govi M., Sorzana P.F.: Landslides susceptibility infuction of critical rainfall depth in piedemont basins (north-western Italy). *Inst. Met. Gosp. Wodnej*, Warszawa, 1979.
- Guerricchio A., Zezza F.: Geomorphological features connected with neotectonic as factor producing instability conditions in southern Italy. Polish-italian seminar, superficial Mass Movement in mountain regions, Varsavia, 1979.
- Grassi D., Romanazzi L., Spilotro C.: Caratteristiche geotecniche delle terre rosse della Puglia in relazione alla composizione mineralogica ed ai diversi tipi di depositi. *Geol. Appl. e Idrog.* vol. X. 1975
- Grassi D., Merenda L., Sdao F.: Gravitational morphogenesis: landslides and their effect on human envirnment in the Calabrian-Lucanian Appennines Southern Italy *Int. Con. of Geology.* 1, 580-581. Washington, 1989.
- Hatanos., Okabe F., Watanabe Y., Furukawa T.: Morphometrical Map of Large-Scale Landslide Landform Hokusho District, North-western Kyushu, Japan. J.N.R.C.D.P.: *Reports of Cooperative Research Disaster Prevention.* n. 32, 1974.
- Ippolito F., Cotecchia V.: Le frane ed i dissesti nelle medie valli dell' Agri e del Sinni in Basilicata (1954) *Geotecnica A.I.* n.2. Milano, 1954.
- Kojane., Foggin G.T.III, Rice M.N.: Prediction and analysis of debris slide incidence by photogrammetry: Santa-Ynez-San Rafael mountains, California. *Proc. 24th Int. Geol. Congr.* Montreal, 1972.
- Melidoro G.: Movimenti franosi e zonizzazione del bacino del Fiume Fortore. *Geologia Applicata e Idrogeologia* v. VI Bari, 1971.
- Mercuri T., Merenda L.: Carta delle mobilizzazioni franose conseguenti alle precipitazioni del gennaio 1981. Bacino del T. Illice (Calabria). *Geodata* n.12, CNR-IRPI 1981.
- Merenda L.: Carta dell'evoluzione franosa del bacino del T.Ferro. *Geodatan.*17, CNR-IRPI Cosenza, 1983a.
- Merenda L.: Formulario censimento eventi franosi. *Geodata* n.19, CNR-IRPI, 1983b.
- Merenda L.: Metodologie di rilevamento del rischio da frana nei centri urbani calabri. *Geodata* n.30, 21pp. 4t., 3all., CNR-IRPI. Cosenza, 1987.
- Merenda L.: Mass movement in the Ferro basin. Symposium on Geomorphology of active tectonics areas. *Geodata* n.39, 1991.
- Merenda L.: Geological frame of northen ionian Calabria. Symposium on Geomorphology of active tectonics areas. *Geodata* n.39. CS, 1991.

- Merenda L., Castelluccio V.: L'aereofotografia nello studio del "Mass Movement" e lineamenti sulla mobilitazione franosa in aree campioni con apporto solido alla costa del Golfo di Taranto. In *Evoluzione dei litorali*- pp. 91-115, ENEA-Policoro, 1976.
- Merenda L., Mercuri T., Nicoletti P.G.: On the remobilization of landslides: some cases studied in southern Italy. CNR-PAN meeting on progress in mass movement: problems in recognition and prediction, 1985.
- Merenda L., Zezza F., Bruno G., Crescenzi E., Iovine G.: Sicurezza idrogeologica e rischio da frana in 10 comuni dell'Appennino Dauno. Volume Appennino Dauno - Vol. I MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI (1963) - *I movimenti franosi in Italia*. Stabilimento Topografico Edigraf. Roma, 1991.
- Nemcoka., Pasek J., Ribar J.: Classification of landslides and other mass movement. *Rock Mechanics*, v.4, 71-78, 1972.
- Ollier C.D.: Terrain classification: methods, applications and principles, in *Applied Geomorphology*, ed. by J.R. Hails. Elsevier. Amsterdam, 1977.
- Ortolani F., Pagliuca S.: Evoluzione morfostrutturale del margine orientale dell'Appennino meridionale tra il Molise e la Basilicata durante il Plio-Pleistocene e rapporti con la sismicità; *Suppl. Geo. Fis. e Din. Quat.*-vol.1.223/234, 1988.
- Panizza M.: Schema di legenda per carte geomorfologiche di dettaglio. *Boll. Soc. Geol. It.* 91, pp.207-237, 1973.
- Pasek J.: Landslides Inventory. *Int. Ass. Eng. Geol. Bull.* 12, 73-74. Krefeld, 1975.
- Penta F.: Contributo alla sistematica delle frane. *Rend. Acc. Sc. Fis. Mat. Soc. Naz. Sc. LL.AA. S.4*, vol. XXVI.- Napoli, 1959.
- Pescatore T.: Evoluzione tettonica del bacino Irpino (Italia meridionale) durante il miocene. *Boll. Soc. Geol. It.*, 97, 783-805, 1978.
- Pozzi R.: Rassegna delle classificazioni delle frane. Desio A. *Acc. Naz. Lincei Quad.* n.112, 1968.
- Ricchetti G.: Contributo alla conoscenza strutturale della Fossa Bradanica e delle Murge. *Boll. Soc. Geol. It.*; 99. 421/430, 1980.
- Ricchetti G., Scandone P.: Inquadramento geologico regionale della fossa bradanica. *Geologia Applicata e Idrogeologia* v.XIV. Bari, 1979.
- Rib H.T., Liang T.: Recognition and identification. in: *Schuster R.L., Krizek R.J. Landslides: analysis and control*. ed., National Academy of Sciences. Sp. Rep n.176. Washington, 1978.

- Savigear R.A.G.: The analysis and classification of slope profile forms. *Slope Comm. Rep.* 5, 271/290, 1967.
- Scandone P.: Origin of the Tirrenian sea and Calabrian Arc. *Boll. Soc. Geol. It.* 98, p.27-34, 1979.
- Valentini G.: Un modello statistico nello studio della franosità nel quadro morfologico, geologico e geotecnico della media valle del fiume Fortore. *Geologia Applicata e Idrogeologia* v. II Bari, 1977.
- Vallario A., Coppola L.: Geologia e Franosità nell'area ad oriente del Taburno-Camposauro e del Partenio (prov. Benevento ed Avellino). *Geo. App. Idr.* vol.8. Bari, 1973.
- Varnes D. J.: Slope Movements Types and Process; in: *Schuster R.L. & Krizek R.J. Landslides: analysis and control.* ed., National Academy of Sciences. Sp. Rep n.176. Washington, 1978.
- Varnes D.J., IAEG Commission on landslides: The principles and practice of Landslides Hazard Zonation. UNESCO
- Vegener A. (1924) - The origin of continents and oceans. Methuen, London 212 pp., 1982.
- Venzo G.A.: Proposta di classificazione pratica delle frane. *Studi Trentini Scienze Naturali.* Nuova Serie 53, 1976.
- Vezzani L.: L'Appennino Siculo-calabro-lucano. *Acc. Naz. Lincei. Quadern* n. 183.53A, 1973.
- Zaruba Q., Mecl V.: Landslides and their control. Elsevier. New York, 1969.
- Zeza F.: Significance of the subsidence collapse phenomena in the carbonatic areas of sothern Italy. *Geologia Applicata e Idrogeologia* v. 11 Bari, 1976.
- Zeza F., Merenda L., De Bellis P., Carofiglio T.: Condizioni di instabilità e sicurezza idrogeologica di centri abitati dell'Appennino dauno. *Atti Conv. SCAI*, pag. 253-262. Portonovo di Ancona, 1991.

Ringraziamenti: un sentito ringraziamento va ai Sig.ri Paolo Mangraviti e Mannio Merenda per aver collaborato alla stesura dell'allegato [B1] ed alla dott.sa Francesca Miceli per avere con pazienza contribuito alla realizzazione dell'allegata Tav. 4.1.

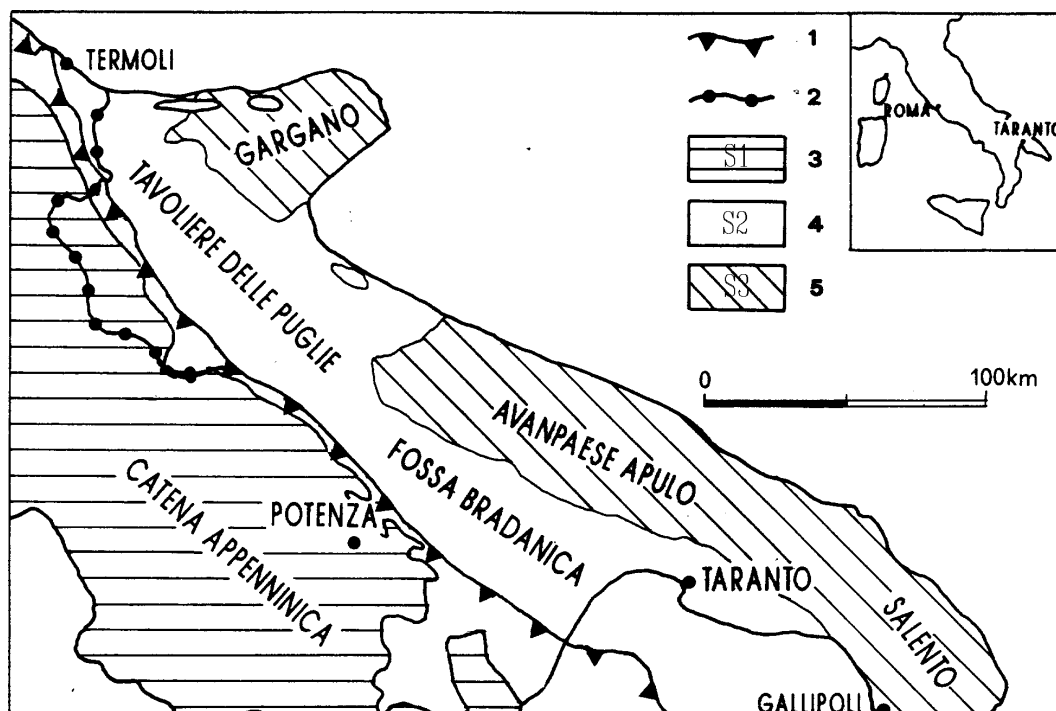


Fig.4.1.-1) fronte delle coltri alloctone e dei lembi parautoctoni sepolti sotto i depositi plio-pleistocenici della Fossa Bradanica;
 2) limite dell'Appennino dauno pugliese;
 3) [S1] Dominio a prevalente evoluzione morfogravitativa, corrispondente alle aree di Catena Appenninica;
 4) [S2] Dominio a prevalente evoluzione morfoerosiva s.s., corrispondente alle aree di avanfossa della Fossa Bradanica e del Tavoliere Pugliese;
 5) [S3] Dominio a prevalente evoluzione morfocarsica, corrispondente alle aree di avanpaese apulo delle Murge e del Gargano.