

Elettrodotto a 380 kV in semplice terna "Laino – Altomonte 2"
RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE

Storia delle revisioni

Rev. 00	del 25/10/2009	
---------	-------------------	--




Elaborato	Verificato	Approvato
 Dott.ssa V. Carucci (geologa)	F.Giardina AI/AAU G.Luzzi SRI/SVT/ASI	N.Rivabene SRI/SVT/ASI

m010CI-LG001-r02

Indice

1	INTRODUZIONE.....	3
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	4
3	DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	5
3.1	Ubicazione dell'intervento	6
3.2	Descrizione delle opere.....	7
3.3	Vincoli.....	8
3.4	Caratteristiche tecniche delle opere.....	9
3.4.1	Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto.....	9
3.4.2	Distanza tra i sostegni.....	9
3.4.3	Conduttori e corde di guardia.....	9
3.4.3.1	Stato di tensione meccanica.....	10
3.4.4	Capacità di trasporto.....	11
3.4.5	Sostegni.....	11
3.4.6	Isolamento.....	12
3.4.6.1	Caratteristiche elettriche.....	13
3.4.7	Morsetteria ed armamenti.....	15
3.4.8	Fondazioni.....	16
3.4.9	Messa a terra dei sostegni.....	16
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE.....	18
4.1.1	Evoluzione geodinamica dell'Arco Calabro.....	18
4.1.2	Il Bacino di Castrovillari.....	20
5	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E LITOLOGICHE.....	21
6	OSSERVAZIONI GEOMORFOLOGICHE.....	23
7	IDROGRAFIA SUPERFICIALE.....	25
8	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	26
8.1	Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico.....	27
9	INQUADRAMENTO CLIMATICO.....	30
10	INQUADRAMENTO SISMICO.....	32
11	CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE SUI TERRENI.....	36
11.1	Caratteristiche geotecniche.....	36
11.2	Gestione delle terre e rocce da scavo.....	37
11.3	Possibili indagini per la progettazione definitiva.....	38
12	CONCLUSIONI.....	40
13	BIBLIOGRAFIA.....	41

1 INTRODUZIONE

La presente relazione ha come finalità un inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico preliminare per la realizzazione di un nuovo elettrodotto a 380 kV in semplice terna, da parte della società Terna – Rete Elettrica Nazionale S.p.a., che attraverserà quattro territori comunali della provincia di Cosenza, per una percorrenza di 9,51 km. L’opera in oggetto è inserita nel piano di sviluppo della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) elaborato da TERNA S.p.A. ed approvato dal Ministero dello Sviluppo Economico, ed, in particolare, è inserita nell’ambito dei lavori di razionalizzazione e potenziamento della RTN nella zona del Nord della Calabria, denominati “Riassetto del Pollino”.

Nello svolgimento di questa attività si è fatto riferimento alla normativa vigente in materia,

- D.G.R. 2984/1999 – Piano Regionale Difesa del Suolo;
- D.G.R. 115/2001 – Approvazione Piano Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) – art. 1bis della L. 365/2000, art 17 L. 183/1989, art. 1 L. 267/1998;
- 31/07/2002 - Modifiche al PAI da parte del Comitato Istituzionale dell’ Autorità di Bacino Regionale;
- D.G.R. 47/2004 – Riclassificazione sismica del territorio regionale (come da All. A dell’ordinanza P.C.M. 3274/2003);
- Ordinanza P.C.M. 3519 del 28 aprile 2006 - "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone".

Il contenuto della presente è conforme alle prescrizioni del D.M. 14/01/2008 “Testo Unico – “Norme tecniche per le costruzioni”, del D.Lgs. n. 152/2006 e successiva modifica del D.Lgs. n. 4/2008.

La seguente relazione rientra in un ambito progettuale preliminare, per cui si è proceduto a una ricerca bibliografica sulla letteratura esistente per quanto riguarda la parte degli inquadramenti geologico, geomorfologico, idrogeologico; a una ricerca dei dati disponibili in rete per le informazioni climatiche, sismiche e della compatibilità con il “Piano Assetto Idrogeologico”.

Nell’ambito della presente relazione geologica di carattere preliminare, si è ritenuto opportuno consigliare alcune indagini geognostiche generali, da effettuare per la definizione delle caratteristiche dei terreni che saranno interessati dalla presenza delle strutture di sostegno del nuovo elettrodotto.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area interessata dal passaggio dell'elettrodotto si trova in provincia di Cosenza, a sud del Parco Nazionale del Pollino, e interessa i comuni di:

- San Basile,
- Castrovillari,
- Saracena,
- Altomonte.

Il tracciato della linea da realizzare si estende grossomodo da nord verso sud, andando dal versante est del Massiccio del Pollino fino alla pianura dell'alta valle del fiume Coscile.

Nel dettaglio si sviluppa partendo dalla località Masseria Napoleone nel territorio comunale di San Basile, e successivamente nel Comune di Castrovillari, attraverso una zona dolcemente degradante da quote di circa 430 m s.l.m. a quote prossime a 340 m s.l.m., e interessata da un impluvio. In seguito entra nel Comune di Saracena presso la località “la Riccetta” attraversando le valli del torrente Salso e del fiume Garga, costeggiando per circa un chilometro l'autostrada A3. Infine percorre l'ultimo tratto nel comune di Altomonte passando sul torrente Tiro, per terminare presso la località di Serra Giumenta a circa 185 m s.l.m. accanto alla strada 534, dove si ricongiunge alla stazione elettrica di Altomonte.

Dal punto di vista della corografia si tratta di un territorio essenzialmente collinare caratterizzato da pianure che costituiscono la parte sommitale di una serie di terrazzi fluviali. L'elettrodotto attraverserà tali terrazzi tagliando diverse valli fluviali e vallecole minori, andando da quote superiori ai 400 m s.l.m. fino a quote di circa 150 e 113 m s.l.m. riscontrate nei fondovalle del torrente Tiro e del fiume Garga.

Le pendenze variano in modo graduale, mantenendo per alcuni tratti la stessa quota sui versanti attraversati, caratterizzati prevalentemente dalla presenza di zone agricole e secondariamente da boschi, sui versanti più ripidi delle valli fluviali.

Da un punto di vista della cartografia, tutta l'area di interesse dello studio comprende una fascia di circa 2 km di raggio intorno ad ogni singolo sostegno progettato, ricadendo all'interno delle seguenti tavole della Carta Tecnica Regionale, scala 1:10000: foglio 221, II NO_C, II NO_D, II SO_C, II SO_D, III NE_A, III NE_B

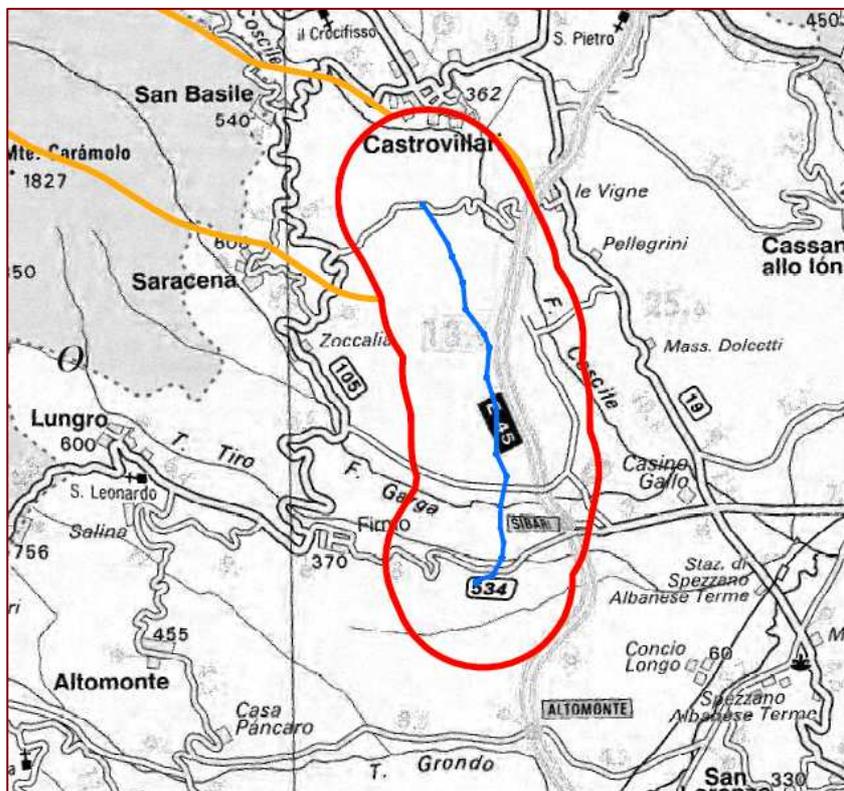


Fig. 2-1: Ubicazione area di studio

3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

La società Terna – Rete Elettrica Nazionale S.p.A. è la società responsabile in Italia della trasmissione e del dispacciamento dell'energia elettrica sulla rete ad alta e altissima tensione.

Terna S.p.a., nell'ambito dei suoi compiti istituzionali e del vigente programma di sviluppo della Rete di Trasmissione (RTN), approvato dal ministero per lo Sviluppo Economico, intende realizzare un nuovo elettrodotto a 380 kV in semplice terna che funga da secondo collegamento tra la S.E. di Laino e la S.E. di Altomonte. In particolare tale elettrodotto collegherà una delle due terne esistenti del tronco Laino – Rossano con la S.E. di Altomonte in modo tale da formare il suddetto secondo collegamento tra le S.E. di Laino e di Altomonte, ovvero la “Laino – Altomonte 2”. Tale intervento consentirà di ridurre le congestioni di rete, liberando una consistente quota di capacità produttiva della Calabria.

L'opera di cui trattasi è inserita nel piano di sviluppo della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) elaborato da TERNA S.p.A. ed approvato dal Ministero dello Sviluppo Economico. Le sue motivazioni risiedono principalmente nella necessità di aumentare l'affidabilità della Rete Elettrica di Trasmissione Nazionale e di far fronte alle congestioni di rete che potranno verificarsi.

Tale opera rappresenta il primo intervento previsto nell'ambito della razionalizzazione e potenziamento della Rete di Trasmissione Nazionale nella zona del Nord della Calabria, denominato “Riassetto del Pollino”. La serie di interventi in esso previsto, consentiranno nel loro complesso di incrementare l'affidabilità e la continuità del servizio di Trasmissione. Essi, inoltre, renderanno possibile l'evacuazione dell'energia prodotta nella zona centrale della regione Calabria che si genererà per effetto dell'ingresso in esercizio di nuove centrali termoelettriche a ciclo combinato.

In particolare l'opera consentirà il conseguimento dei seguenti risultati:

- incremento dell'affidabilità del collegamento con la stazione di Altomonte (con annessa la centrale a ciclo combinato omonima)
- riduzione delle probabilità di perdita complessiva del collegamento tra Rossano e Laino a seguito di un unico evento.

La progettazione dell'opera oggetto del presente documento è stata sviluppata tenendo in considerazione un sistema di indicatori sociali, ambientali e territoriali, che hanno permesso di valutare gli effetti della pianificazione elettrica nell'ambito territoriale considerato nel pieno rispetto degli obiettivi della salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità dell'ambiente, della protezione della salute umana e dell'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali.

3.1 Ubicazione dell'intervento

Tra le possibili soluzioni è stato individuato il tracciato più funzionale, che tenga conto di tutte le esigenze e delle possibili ripercussioni sull'ambiente, con riferimento alla legislazione nazionale e regionale vigente in materia.

I comuni interessati dal passaggio dell'elettrodotto sono elencati nella seguente tabella:

REGIONE	PROVINCIA	COMUNE	PERCORRENZA
Calabria	Cosenza	San Basile	circa 2,5 km
		Castrovillari	circa 1,5 km
		Saracena	circa 4,9 km
		Altomonte	circa 0,7 km

3.2 Descrizione delle opere

L'attività di realizzazione nel suo complesso prevede l'attestazione dell'attuale elettrodotto 380 kV Laino – Rossano Linea 21 – 322 su un nuovo elettrodotto in semplice terna **da realizzare** che consentirà un nuovo collegamento alla stazione di Altomonte (a cui è connessa la centrale a ciclo combinato di Altomonte) aumentando l'affidabilità dello stesso.

A conclusione dei lavori si avranno i seguenti collegamenti:

- Collegamento denominato “**Laino – Altomonte 2**” costituito dalle seguenti tratte:
 - Tratta **esistente** in ST sul tracciato attuale dell'elettrodotto 380 kV Rossano – Laino 1 Linea 21-322 fino al comune di San Basile in località Masseria Napoleone;
 - Tratta **da realizzare (oggetto della richiesta di autorizzazione)** in ST dal comune di San Basile in località Masseria Napoleone fino alla S.E di Altomonte annessa alla omonima Centrale a ciclo combinato;

Di seguito si riporta la descrizione del tracciato dell'elettrodotto da realizzare relativo al collegamento “Laino – Altomonte 2”.

Il tracciato parte da un nuovo sostegno, sostegno n.1 nei pressi della Masseria Napoleone nel comune di San Basile, che si innesta sul troncone nord dell'esistente elettrodotto 380 kV Laino – Rossano 1 linea 21-322 e prosegue in direzione sud-est attraversando consecutivamente:

- Il Vallone dei Ciucci
- Il tratto di linea aerea a 380 kV già autorizzato con decreto Decreto ATEN 6102 del 07/10/02 che consentirà il collegamento del troncone sud della linea Rossano –Laino Linea 21-322 al tratto in DT della linea esistente Laino – Altomonte – Feroletto – Rizziconi in località Masseria dell'Arciprete
- Il Vallone Bellizzi.
- La condotta forzata della Centrale idroelettrica del Coscile

In corrispondenza del sostegno n.4 il tracciato dell'elettrodotto si dirige leggermente verso sud, interessando territori prettamente pianeggianti e destinati ad uso agricolo attraversando l'acquedotto So.Ri.Cal in prossimità del sostegno n. 5.

Nel tratto compreso tra i sostegni n.6 e n.7 la quota del terreno sotto l'asse linea diminuisce di 40 metri in corrispondenza dell'attraversamento di un fosso e di una linea MT di ENEL per poi aumentare di circa 20 metri in corrispondenza del sostegno n.7, sito in prossimità della Masseria Bellizzi, dal quale il tracciato devia ancora leggermente verso sud. Da qui il tracciato percorre zone pianeggianti, come prima, destinate prevalentemente ad uso agricolo abbandonando la percorrenza nel Comune di San Basile per entrare in quello di Castrovillari.

Si arriva dunque al sostegno n. 9 in corrispondenza del quale il tracciato devia decisamente, proseguendo in direzione di sud-est. Dal sostegno n.10, in prossimità di una strada campestre, la quota del terreno inizia progressivamente a diminuire ed il tracciato, dopo aver piegato leggermente verso sud in corrispondenza dei sostegni n. 11 e n.12, attraversa il torrente Salso ad una quota di circa 138 metri s.l.m. e si mantiene parallelo al percorso dell'Autostrada Salerno – Reggio Calabria.

In corrispondenza di tale torrente il tracciato finisce la percorrenza nel territorio comunale di Castrovillari per entrare in quello di Saracena.

Da qui la quota del terreno aumenta repentinamente, attraversando una zona incolta destinata a pascolo, fino al sostegno n.13 in corrispondenza del quale il tracciato volta leggermente in direzione sud-est. Successivamente il tracciato si mantiene pianeggiante attraversando il Piano delle Rose per poi proseguire lungo una zona incolta fino ad arrivare al sostegno n.15 sito sul C.zo S. Leone. Da questo punto si piega verso sud e la quota del terreno diminuisce fino al doppio attraversamento con il Vallone Rinni per poi aumentare di nuovo e mantenersi costante lungo gli attraversamenti di altri tre Valloni e due Fossi interessando sia territori incolti che territori destinati ad uso agricolo. In corrispondenza del sostegno n.17 il tracciato cambia lievemente direzione, proseguendo verso sud-est attraversando altri Valloni in corrispondenza dei quali l'altitudine delle zone interessate diminuisce abbastanza bruscamente di circa 50 metri.

Si giunge così nei pressi della Masseria Marsia al sostegno n.18, in corrispondenza del quale il tracciato devia verso sud-ovest, perdendo gradatamente quota, proseguendo su territori rivolti ad impiego agricolo ed oltrepassando la Strada Provinciale per Saracena.

Dal sostegno n.20, il tracciato avanza verso sud attraversando il Torrente Garga in corrispondenza del quale si raggiunge il punto più basso del tracciato: circa 113 metri s.l.m..

Da qui l'altitudine del terreno aumenta gradualmente fino ad arrivare ad una quota di 166 metri s.l.m. in corrispondenza del sostegno n. 21.

Qui il tracciato volta verso sud-est fino al sostegno n.23 in corrispondenza del quale il tracciato devia verso sud-ovest. Da questo punto e fino alla S.E. di Altomonte, il tracciato si mantiene a non meno di 550 metri dalla cava esistente.

Proseguendo il suo percorso, il tracciato attraversa dapprima la Strada Provinciale n.265, immediatamente dopo il torrente Tiro, che rappresenta anche il confine tra i Comuni di Saracena ed Altomonte, e di nuovo, per due volte la Strada Provinciale n.265. Si arriva così al sostegno n. 24 dove il tracciato piega verso ovest fino ad arrivare al sostegno capolinea n. 26. Da qui parte il collegamento con la S.E. di Altomonte, localizzata nel territorio dell'omonimo comune.

La lunghezza totale del tracciato è di circa 9,5 km.

3.3 Vincoli

Il tracciato dell'elettrodotto non ricade in zone sottoposte a vincoli aeroportuali.

3.4 Caratteristiche tecniche delle opere

I calcoli delle frecce e delle sollecitazioni dei conduttori di energia, delle corde di guardia, dell'armamento, dei sostegni e delle fondazioni, sono rispondenti alla Legge n. 339 del 28/06/1986 ed alle norme contenute nei Decreti del Ministero dei LL.PP. del 21/03/1988 e del 16/01/1991 con particolare riguardo agli elettrodotti di classe terza, così come definiti dall'art. 1.2.07 del Decreto del 21/03/1988 suddetto; per quanto concerne le distanze tra conduttori di energia e fabbricati adibiti ad abitazione o ad altra attività che comporta tempi di permanenza prolungati, queste sono conformi anche al dettato del D.P.C.M. 08/07/2003.

Il progetto dell'opera è conforme al Progetto Unificato per gli elettrodotti elaborato fin dalla prima metà degli anni '70 a cura della Direzione delle Costruzioni di ENEL, aggiornato nel pieno rispetto della normativa prevista dal DM 21-10-2003 (Presidenza del Consiglio di Ministri Dipartimento Protezione Civile) e tenendo conto delle Norme Tecniche per le Costruzioni, Decreto 14/09/2005.

Per quanto attiene gli elettrodotti, nel Progetto Unificato ENEL, sono inseriti tutti i componenti (sostegni e fondazioni, conduttori, morsetteria, isolatori, ecc.) con le relative modalità di impiego.

Le tavole grafiche dei componenti impiegati con le loro caratteristiche è riportato nel Doc. n° EEFR06 003BGL00011 “Caratteristiche tecniche dei componenti” allegato.

L'elettrodotto sarà costituito da una palificazione a semplice terna armata con tre fasi ciascuna composta da un fascio di 3 conduttori di energia e due corde di guardia, fino al raggiungimento dei sostegni capolinea; lo stesso assetto, ma con fascio di conduttori binato, si ha tra il sostegno capolinea e i portali di stazione, come meglio illustrato di seguito.

La norma vigente divide il territorio italiano in due zone, A e B, in relazione alla quota e alla disposizione geografica. L'elettrodotto oggetto della presente richiesta di autorizzazione è collocato in zona A ma si connette ad un elettrodotto esistente (linea Laino – Rossano 21 -322) che è situata in zona B. Pertanto si considererà per l'elettrodotto denominato “Laino – Altomonte 2”:

- “ZONA A” ai fini del calcolo delle caratteristiche meccaniche;
- “ZONA B” ai fini del calcolo delle caratteristiche elettriche.

3.4.1 Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto

Le caratteristiche elettriche dell'elettrodotto sono le seguenti:

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	380 kV
Corrente nominale	1500 A
Potenza nominale	1000 MVA

La portata in corrente in servizio normale del conduttore sarà conforme a quanto prescritto dalla norma CEI 11-60, per elettrodotti a 380 kV in zona B.

3.4.2 Distanza tra i sostegni

La distanza tra due sostegni consecutivi dipende dall'orografia del terreno e dall'altezza utile dei sostegni impiegati; mediamente in condizioni normali, si ritiene possa essere pari a 400 m.

3.4.3 Conduttori e corde di guardia

Fino al raggiungimento dei sostegni capolinea, ciascuna fase elettrica sarà costituita da un fascio di 3 conduttori (trinato) collegati fra loro da distanziatori. Ciascun conduttore di energia sarà costituito da una corda di alluminio-acciaio della sezione complessiva di 585,3 mm² composta da n. 19 fili di acciaio del diametro 2,10 mm e da n. 54 fili di alluminio del diametro di 3,50 mm, con un diametro complessivo di 31,50 mm.

Il carico di rottura teorico del conduttore sarà di 16852 daN.

Per l'elettrodotto in oggetto si è preferito, considerata la moderata quota dei terreni interessati, l'utilizzo del fascio trinato, proprio per ridurre al minimo le conseguenze negative determinate dall'effetto corona.

Nelle campate comprese tra i sostegni capolinea ed i portali della stazione elettrica ciascuna fase sarà costituita da un fascio di 2 conduttori collegati fra loro da distanziatori (fascio binato). I conduttori di energia saranno in corda di alluminio di sezione complessiva di 999,70 mm², composti da n. 91 fili di alluminio del diametro di 3,74 mm, con un diametro complessivo di 41,1 mm

Il carico di rottura teorico di tale conduttore sarà di 14486 daN.

I conduttori avranno un'altezza da terra non inferiore a metri 11,50, arrotondamento per accesso di quella minima prevista dall'art. 2.1.05 del D.M. 16/01/1991.

L'elettrodotto sarà inoltre equipaggiato con due corde di guardia destinate, oltre che a proteggere l'elettrodotto stesso dalle scariche atmosferiche, a migliorare la messa a terra dei sostegni. Ciascuna corda di guardia, in acciaio zincato del diametro di 11,50 mm e sezione di 78,94 mm², sarà costituita da n. 19 fili del diametro di 2,30 mm (tavola LC 23).

Il carico di rottura teorico della corda di guardia sarà di 12231 daN.

In alternativa è possibile l'impiego di una o di due corde di guardia in alluminio-acciaio con fibre ottiche, del diametro di 17,9 mm (tavola LC 50), da utilizzarsi per il sistema di protezione, controllo e conduzione degli impianti.

3.4.3.1 Stato di tensione meccanica

Il tiro dei conduttori e delle corde di guardia è stato fissato in modo che risulti costante, in funzione della campata equivalente, nella condizione "normale" di esercizio linea, cioè alla temperatura di 15°C ed in assenza di sovraccarichi (EDS - "every day stress"). Ciò assicura un'uniformità di comportamento nei riguardi delle sollecitazioni prodotte dal fenomeno delle vibrazioni.

Nelle altre condizioni o "stati" il tiro varia in funzione della campata equivalente di ciascuna tratta e delle condizioni atmosferiche (vento, temperatura ed eventuale presenza di ghiaccio). La norma vigente divide il territorio italiano in due zone, A e B, in relazione alla quota e alla disposizione geografica.

Gli "stati" che interessano, da diversi punti di vista, il progetto delle linee sono riportati nello schema seguente:

- **EDS** – Condizione di tutti i giorni: +15°C, in assenza di vento e ghiaccio
- **MSA** – Condizione di massima sollecitazione (zona A): -5°C, vento a 130 km/h
- **MSB** – Condizione di massima sollecitazione (zona B): -20°C, manicotto di ghiaccio di 12 mm, vento a 65 km/h
- **MPA** – Condizione di massimo parametro (zona A): -5°C, in assenza di vento e ghiaccio
- **MPB** – Condizione di massimo parametro (zona B): -20°C, in assenza di vento e ghiaccio
- **MFA** – Condizione di massima freccia (Zona A): +55°C, in assenza di vento e ghiaccio
- **MFB** – Condizione di massima freccia (Zona B): +40°C, in assenza di vento e ghiaccio
- **CVS1** – Condizione di verifica sbandamento catene: 0°C, vento a 26 km/h
- **CVS2** – Condizione di verifica sbandamento catene: +15°C, vento a 130 km/h
- **CVS3** – Condizione di verifica sbandamento catene: 0°C (Zona A) -10°C (Zona B), vento a 65 km/h
- **CVS4** – Condizione di verifica sbandamento catene: +20°C, vento a 65 km/h

Nel seguente prospetto sono riportati i valori dei tiri in EDS per i conduttori, in valore percentuale rispetto al carico di rottura:

ZONA A EDS=21% per il conduttore tipo RQUT0000C2 conduttore alluminio-acciaio

ZONA B EDS=20% per il conduttore tipo RQUT0000C2 conduttore alluminio-acciaio

Il corrispondente valore di EDS per la corda di guardia è stato fissato con il criterio di avere un parametro del 15% più elevato, rispetto a quello del conduttore, nella stessa condizione di EDS, come riportato di seguito:

ZONA A EDS=10.6% per corda di guardia in acciaio Ø 11,5 mm a “zincatura normale”
EDS=12.18 % per corda di guardia in acciaio Ø 11,5 mm a “zincatura maggiorata”

ZONA B EDS=9.1% per corda di guardia in acciaio Ø 11,5 mm a “zincatura normale”
EDS=10.46 % per corda di guardia in acciaio Ø 11,5 mm a “zincatura maggiorata”

Per fronteggiare le conseguenze dell'assestamento dei conduttori, si rende necessario aumentare il tiro all'atto della posa. Ciò si ottiene introducendo un decremento fittizio di temperatura ($\Delta\theta$ nel calcolo delle tabelle di tesatura:

- -16°C in zona A
- -25°C in zona B.

La linea in oggetto è situata in “**ZONA A**”

3.4.4 Capacità di trasporto

La capacità di trasporto dell'elettrodotto è funzione lineare della corrente di fase. Il conduttore in oggetto corrisponde al “conduttore standard” preso in considerazione dalla Norma CEI 11-60, nella quale sono definite anche le portate nei periodi caldo e freddo.

Il progetto dell'elettrodotto in oggetto è stato sviluppato nell'osservanza delle distanze di rispetto previste dalle Norme vigenti, sopra richiamate, pertanto le portate in corrente da considerare sono le stesse indicate nella Norma CEI 11-60.

3.4.5 Sostegni

I sostegni saranno del tipo a delta rovescio a semplice terna, di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno, in angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati. Gli angolari di acciaio sono raggruppati in elementi strutturali. Il calcolo delle sollecitazioni meccaniche ed il dimensionamento delle membrature è stato eseguito conformemente a quanto disposto dal D.M. 21/03/1988 e le verifiche sono state effettuate per l'impiego sia in zona “A” che in zona “B”.

Essi avranno un'altezza tale da garantire, anche in caso di massima freccia del conduttore, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme; l'altezza totale fuori terra sarà di norma inferiore a 61 m. Nei casi in cui ci sia l'esigenza tecnica di superare tale limite, si provvederà, in conformità alla normativa sulla segnalazione degli ostacoli per il volo a bassa quota, alla verniciatura del terzo superiore dei sostegni e all'installazione delle sfere di segnalazione sulle corde di guardia.

I sostegni saranno provvisti di difese parasalita.

La tipologia dei sostegni con testa a delta rovesciato, proprio in virtù della disposizione orizzontale dei conduttori, consente una drastica riduzione dell'ingombro verticale e quindi dell'impatto visivo.

Per quanto concerne detti sostegni, fondazioni e relativi calcoli di verifica, TERNA si riserva di apportare nel progetto esecutivo modifiche di dettaglio dettate da esigenze tecniche ed economiche, ricorrendo, se necessario, all'impiego di opere di sottofondazione.

Ciascun sostegno si può considerare composto dai piedi, dalla base, da un tronco e dalla testa, della quale fanno parte le mensole. Ad esse sono applicati gli armamenti (cioè l'insieme di elementi che consente di ancorare meccanicamente i conduttori al sostegno pur mantenendoli elettricamente isolati da esso) che possono essere di sospensione o di amarro. Vi sono infine i cimini, atti a sorreggere le corde di guardia.

I piedi del sostegno, che sono l'elemento di congiunzione con il terreno, possono essere di lunghezza diversa, consentendo un migliore adattamento, in caso di terreni acclivi.

L'elettrodotto a 380 kV semplice terna e' realizzato utilizzando una serie unificata di tipi di sostegno, tutti diversi tra loro (a seconda delle sollecitazioni meccaniche per le quali sono progettati) e tutti disponibili in varie altezze (H), denominate 'altezze utili (di norma vanno da 15 a 42 m).

I tipi di sostegno standard utilizzati e le loro prestazioni nominali, con riferimento al conduttore utilizzato alluminio-acciaio Ø 31,5 mm, in termini di campata media (Cm), angolo di deviazione (δ) e costante altimetrica (K) sono i seguenti:

ZONA A EDS 21 %

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
“L” Leggero	18 ÷ 42 m	400 m	0°43'	0,1647
“N” Normale	18 ÷ 42 m	400 m	4°	0,2183
“M” Medio	18 ÷ 54 m	400 m	8°	0,2762
“P” Pesante	18 ÷ 42 m	400 m	16°	0,3849
“V”Vertice	18 ÷ 54 m	400 m	32°	0,3849
“C”Capolinea	18 ÷ 42 m	400 m	60°	0,3849
“E” Eccezionale	18 ÷ 42 m	400 m	100°	0,3849

Ogni tipo di sostegno ha un campo di impiego rappresentato da un diagramma di utilizzazione (vedere ad esempio, il diagramma di utilizzazione nel Doc. n. EEFR06003BGL00011 allegato) nel quale sono rappresentate le prestazioni lineari (campate media), trasversali (angolo di deviazione) e verticali (costante altimetrica K).

Il diagramma di utilizzazione di ciascun sostegno è costruito secondo il seguente criterio:

- Partendo dai valori di Cm, δ e K relativi alle prestazioni nominali, si calcolano le forze (azione trasversale e azione verticale) che i conduttori trasferiscono all’armamento.
- Successivamente con i valori delle azioni così calcolate, per ogni valore di campata media, si vanno a determinare i valori di δ e K che determinano azioni di pari intensità.
- In ragione di tale criterio, all’aumentare della campata media diminuisce sia il valore dell’angolo di deviazione sia la costante altimetrica con cui è possibile impiegare il sostegno. La disponibilità dei diagrammi di utilizzazione agevola la progettazione, in quanto consente di individuare rapidamente se il punto di lavoro di un sostegno, di cui si siano determinate la posizione lungo il profilo della linea e l’altezza utile, e quindi i valori a picchetto di Cm, δ e K, ricade o meno all’interno dell’area delimitata dal diagramma di utilizzazione stesso.

3.4.6 Isolamento

L’isolamento degli elettrodotti, previsto per una tensione massima di esercizio di 420 kV, sarà realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato, con carico di rottura di 160 e 210 kN nei due tipi “normale” e “antisale”, connessi tra loro a formare catene di almeno 19 elementi negli amari e 21 nelle sospensioni, come indicato nel grafico riportato al successivo paragrafo 3.4.6.1. Le catene di sospensione saranno del tipo a V o ad L (semplici o doppie per ciascuno dei rami) mentre le catene in amarro saranno tre in parallelo.

Le caratteristiche degli isolatori rispondono a quanto previsto dalle norme CEI.

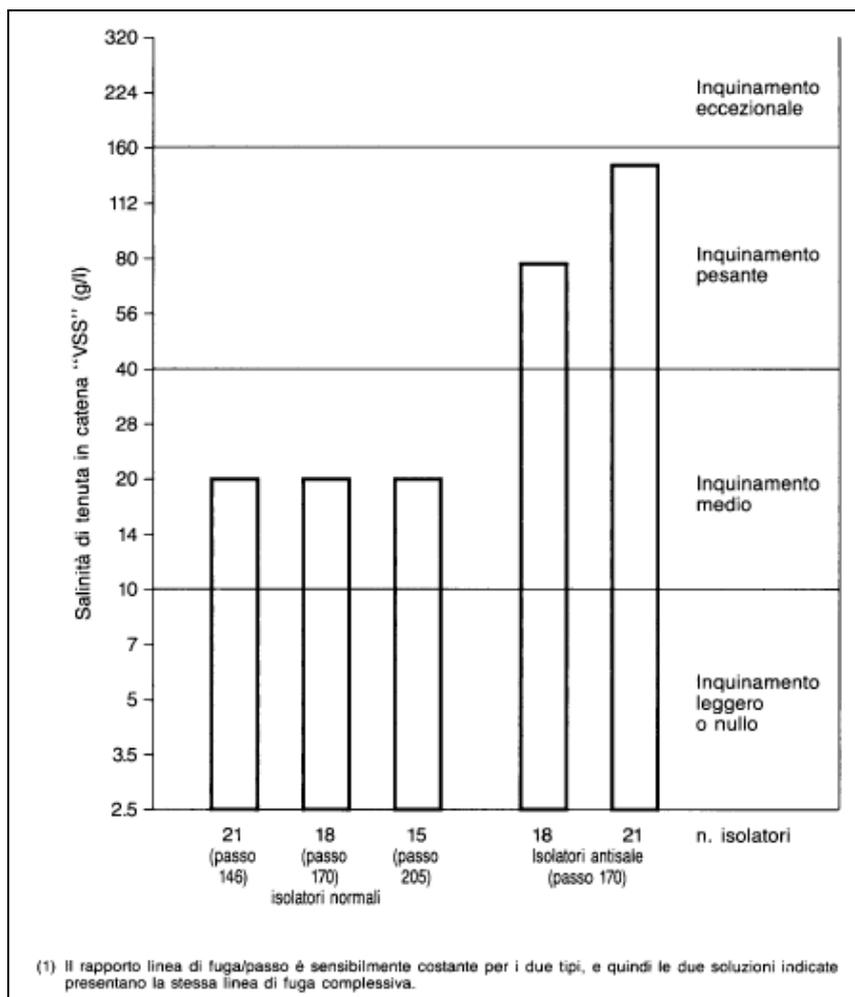
3.4.6.1 Caratteristiche elettriche

Le caratteristiche geometriche di cui sopra sono sufficienti a garantire il corretto comportamento delle catene di isolatori a sollecitazioni impulsive dovute a fulminazione o a sovratensioni di manovra.

Nella tabella che segue è indicato il criterio per individuare il tipo di isolatore ed il numero di elementi da impiegare con riferimento ad una scala empirica dei livelli di inquinamento.

LIVELLO DI INQUINAMENTO	DEFINIZIONE	MINIMA SALINITA' DI TENUTA (kg/m ²)
I – Nullo o leggero (1)	<ul style="list-style-type: none"> • Zone prive di industrie e con scarsa densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento • Zone con scarsa densità di industrie e abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti. • Zone agricole (2) • Zone montagnose <p align="center">Occorre che tali zone distino almeno 10-20 km dal mare e non siano direttamente esposte a venti marini (3)</p>	10
II – Medio	<ul style="list-style-type: none"> • Zone con industrie non particolarmente inquinanti e con media densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento • Zone ad alta densità di industrie e/o abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti. • Zone esposte ai venti marini, ma non troppo vicine alla costa (distanti almeno alcuni chilometri) (3) 	40
III - Pesante	<ul style="list-style-type: none"> • Zone ad alta densità industriale e periferie di grandi agglomerati urbani ad alta densità di impianti di riscaldamento producenti sostanze inquinanti • Zone prossime al mare e comunque esposte a venti marini di entità relativamente forte 	160
IV – Eccezionale	<ul style="list-style-type: none"> • Zone di estensione relativamente modesta, soggette a polveri o fumi industriali che causano depositi particolarmente conduttivi • Zone di estensione relativamente modesta molto vicine a coste marine e battute da venti inquinanti molto forti • Zone desertiche, caratterizzate da assenza di pioggia per lunghi periodi, esposte a tempeste di sabbia e sali, e soggette a intensi fenomeni di condensazione 	(*)

- (1) Nelle zone con inquinamento nullo o leggero una prestazione dell'isolamento inferiore a quella indicata può essere utilizzata in funzione dell'esperienza acquisita in servizio.
- (2) Alcune pratiche agricole quali la fertirrigazione o la combustione dei residui, possono produrre un incremento del livello di inquinamento a causa della dispersione via vento delle particelle inquinanti.
- (3) Le distanze dal mare sono strettamente legate alle caratteristiche topografiche della zona ed alle condizioni di vento più severe.
- (4) (*) per tale livello di inquinamento non viene dato un livello di salinità di tenuta, in quanto risulterebbe più elevato del massimo valore ottenibile in prove di salinità in laboratorio. Si rammenta inoltre che l'utilizzo di catene di isolatori antisale di lunghezze superiori a quelle indicate nelle tabelle di unificazione (criteri per la scelta del numero e del tipo degli isolatori) implicherebbe una linea di fuga specifica superiore a 33 mm/kV fase-fase oltre la quale interviene una non linearità nel comportamento in ambiente inquinato.



Il numero degli elementi può essere aumentato fino a 21 (sempre per ciò che riguarda gli armamenti VSS) coprendo così quasi completamente le zone ad inquinamento "pesante". In casi eccezionali si potranno adottare soluzioni che permettono l'impiego fino a 25 isolatori "antisale" da montare su speciali sostegni detti a "isolamento rinforzato". Con tale soluzione, se adottata in zona ad inquinamento eccezionale, si dovrà comunque ricorrere ad accorgimenti particolari quali lavaggi periodici, ingrassaggio, ecc. Le considerazioni fin qui esposte vanno pertanto integrate con l'osservazione che gli armamenti di sospensione diversi da VSS hanno prestazioni inferiori a parità di isolatori. E precisamente:

- gli armamenti VDD, LSS, LDS presentano prestazioni inferiori di mezzo gradino della scala di salinità
- gli armamenti LSD, LDD (di impiego molto eccezionale) presentano prestazioni inferiori di 1 gradino della scala di salinità.
- gli armamenti di amarro, invece, presentano le stesse prestazioni dei VSS.

Tenendo presente, d'altra parte, il carattere probabilistico del fenomeno della scarica superficiale, la riduzione complessiva dei margini di sicurezza sull'intera linea potrà essere trascurata se gli armamenti indicati sono relativamente pochi rispetto ai VSS (per esempio 1 su 10). Diversamente se ne terrà conto nello stabilire la soluzione prescelta (ad esempio si passerà agli "antisale" prima di quanto si sarebbe fatto in presenza dei soli armamenti VSS).

Le caratteristiche della zona interessata dall'elettrodotto in esame sono di inquinamento atmosferico medio e quindi si è scelta la soluzione dei 21 isolatori (passo 146) tipo J 1/3 (normale) per tutti gli armamenti in sospensione e quella dei 18 isolatori (passo 170) tipo J1/4 (normale) per gli armamenti in amarro.

3.4.7 Morsetteria ed armamenti

Gli elementi di morsetteria per linee a 380 kV sono stati dimensionati in modo da poter sopportare gli sforzi massimi trasmessi dai conduttori al sostegno.

A seconda dell'impiego previsto sono stati individuati diversi carichi di rottura per gli elementi di morsetteria che compongono gli armamenti in sospensione:

- 120 kN utilizzato per le morse di sospensione.
- 210 kN utilizzato per i rami semplici degli armamenti di sospensione e dispositivo di amarro di un singolo conduttore.
- 360 kN utilizzato nei rami doppi degli armamenti di sospensione.

Le morse di amarro sono invece state dimensionate in base al carico di rottura del conduttore.

Per equipaggiamento si intende il complesso degli elementi di morsetteria che collegano le morse di sospensione o di amarro agli isolatori e questi ultimi al sostegno.

Per le linee a 380 kV si distinguono i tipi di equipaggiamento riportati nella tabella seguente.

EQUIPAGGIAMENTO	TIPO	CARICO DI ROTTURA (kN)		SIGLA
		Ramo 1	ramo 2	
a “V” semplice	380/1	210	210	VSS
a “V” doppio	380/2	360	360	VDD
a “L” semplice-	380/3	210	210	LSS
a “L” semplice-doppio	380/4	210	360	LSD
a “L” doppio-semplce	380/5	360	210	LDS
a “L” doppio	380/6	360	360	LDD
triplo per amarro	385/1	3 x 210		TA
triplo per amarro rovescio	385/2	3 x 210		TAR
doppio per amarro	387/2	2 x 120		DA
doppio per amarro rovescio	387/3	2 x 120		DAR
ad “I” per richiamo collo morto	392/1	30		IR
a “V” semplice per richiamo collo morto	392/1	210	210	VR

La scelta degli equipaggiamenti viene effettuata, per ogni singolo sostegno, fra quelli disponibili nel progetto unificato, in funzione delle azioni (trasversale, verticale e longitudinale) determinate dal tiro dei conduttori e dalle caratteristiche di impiego del sostegno esaminato (campata media, dislivello a monte e a valle, ed angolo di deviazione).

3.4.8 Fondazioni

Ciascun sostegno è dotato di quattro piedi e delle relative fondazioni.

La fondazione è la struttura interrata atta a trasferire i carichi strutturali (compressione e trazione) dal sostegno al sottosuolo.

Le fondazioni unificate sono utilizzabili su terreni normali, di buona o media consistenza.

Ciascun piedino di fondazione è composto di tre parti:

- a) Un blocco di calcestruzzo armato costituito da una base, che appoggia sul fondo dello scavo, formata da una serie di platee (parallelepipedi a pianta quadrata) sovrapposte; detta base è simmetrica rispetto al proprio asse verticale;
- b) Un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;
- c) Un "moncone" annegato nel calcestruzzo al momento del getto, collegato al montante del "piede" del sostegno. Il moncone è costituito da un angolare, completo di squadrette di ritenuta, che si collega con il montante del piede del sostegno mediante un giunto a sovrapposizione. I monconi sono raggruppati in tipi, caratterizzati dalla dimensione dell'angolare, ciascuno articolato in un certo numero di lunghezze.

Dal punto di vista del calcolo dimensionale è stata seguita la normativa di riferimento per le opere in cemento armato di seguito elencata:

- D.M. 9 gennaio 1996, "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- D.M. 14 febbraio 1992: "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- D.M. 16 gennaio 1996: Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi";
- Circolare Ministero LL.PP. 14 febbraio 1974 n.11951: Applicazione delle norme sul cemento armato L. 5/11/71 n. 1086;
- Circolare Min. LL.PP. 4 luglio 1996 n.156AA.GG./STC.: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al Decreto Ministeriale 16 gennaio 1996.

Sono inoltre osservate le prescrizioni della normativa specifica per elettrodotti, costituita dal D.M. 21/3/1988; in particolare per la verifica a strappamento delle fondazioni, viene considerato anche il contributo del terreno circostante come previsto dall'articolo 2.5.06 dello stesso D.M. 21/3/1988.

L'articolo 2.5.08 dello stesso D.M., prescrive che le fondazioni verificate sulla base degli articoli sopramenzionati, siano idonee ad essere impiegate anche nelle zone sismiche per qualunque grado di sismicità.

I sostegni utilizzati sono tuttavia stati verificati anche secondo le disposizioni date dal D.M. 9/01/96 (Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche).

L'abbinamento tra ciascun sostegno e la relativa fondazione è determinato nel progetto unificato mediante le "Tabelle delle corrispondenze" che sono le seguenti:

- Tabella delle corrispondenze tra sostegni, monconi e fondazioni;
- Tabella delle corrispondenze tra fondazioni ed armature colonnino

Con la prima tabella si definisce il tipo di fondazione corrispondente al sostegno impiegato mentre con la seconda si individua la dimensione ed armatura del colonnino corrispondente.

Come già detto le fondazioni unificate sono utilizzabili solo su terreni normali di buona e media consistenza, pertanto le fondazioni per sostegni posizionati su terreni con scarse caratteristiche geomeccaniche, su terreni instabili o su terreni allagabili sono oggetto di indagini geologiche e sondaggi mirati, sulla base dei quali vengono, di volta in volta, progettate ad hoc.

3.4.9 Messa a terra dei sostegni

Per ogni sostegno, in funzione della resistività del terreno misurata in sito, viene scelto, in base alle indicazioni riportate nel Progetto Unificato, anche il tipo di messa a terra da utilizzare.

Il Progetto Unificato ne prevede di 6 tipologie, adatti ad ogni tipo di terreno.

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

4.1.1 Evoluzione geodinamica dell'Arco Calabro

L'arco calabro-peloritano, con i suoi terreni cristallini che differiscono così marcatamente dai terreni sedimentari dell'Appennino meridionale e della restante Sicilia, costituisce parte di un interessante segmento alpidico, situato in posizione chiave per la comprensione dei rapporti geodinamici tra Africa ed Europa.

Il dominio delle unità cristalline calabresi, strutturalmente delimitate a N dalla linea di Sanginetto, prosegue in Sicilia nei Peloritani, dove si tronca in corrispondenza della linea di Taormina.

La segmentazione del settore calabrese, delimitato a N e a S da due principali strutture, avviene ad opera di importanti sistemi di faglie divisibili in due gruppi: paralleli alle direttrici strutturali della catena e trasversali, che interrompono la continuità della catena. La particolare disposizione di tali strutture nei confronti dei settori da esse limitati permette di individuare, in particolare nell'arco calabro, un assetto geometrico costituito da blocchi con evoluzione neotettonica differenziata (figura 4.2-1).

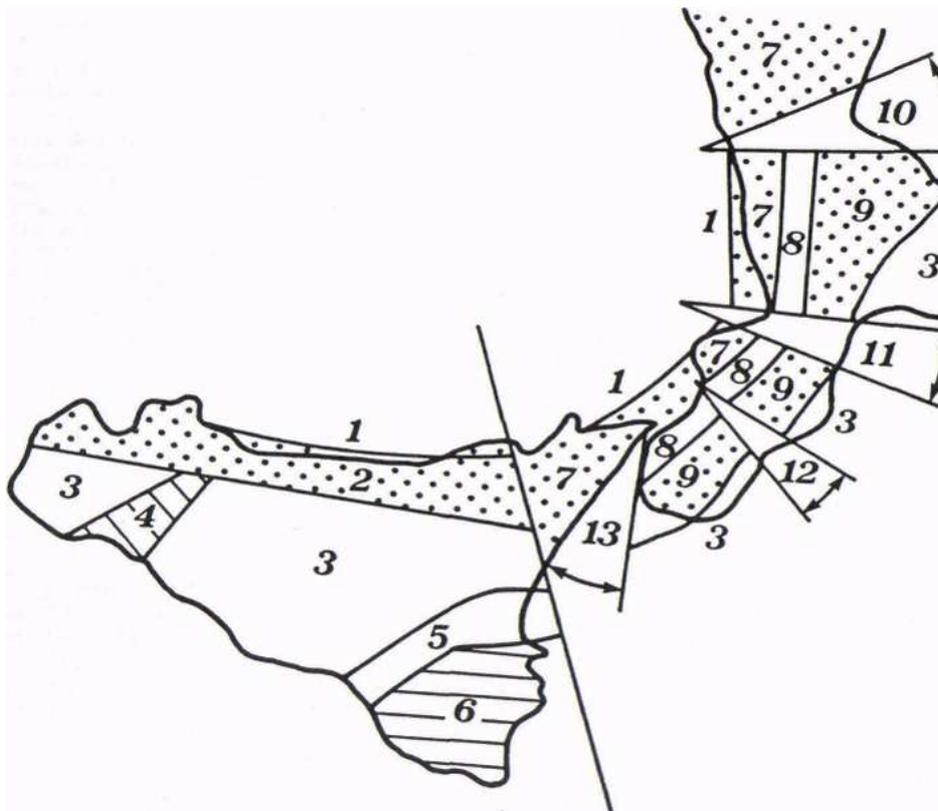


Fig. 4.1-I: La segmentazione a blocchi dell'arco calabro. 1) bacini peri-tirrenici di Paola, Gioia Tauro e Cefalù; 2) monti Nebrodi e Madonie; 3) bacini peri-ionici e di Caltanissetta; 4) monti Sicani; 5) fossa Catania-Gela; 6) monti Iblei; 7) "catena costiera calabro" e monti Peloritani; 8) fosse dell'Alto Crati e del Mesima; 9) Sila, Serre, Aspromonte; 10) fossa del Basso Crati-Sibari; 11) fossa di Catanzaro; 12) fossa di Sidereo; 13) fossa di Messina (Ghisetti, 1979).

Secondo Ghisetti e Vezzani (1982) i più importanti elementi strutturali dell'Arco Calabro sono:

- L'area tirrenica con la piana batiale, caratterizzata da una crosta di spessore intermedio.
- La catena, con una spessa crosta continentale
- L'avampaese (margine ionico), con una crosta di spessore normale.

Se si fa riferimento al modello classico della subduzione, l'Arco Calabro- Peloritano è inquadrabile, dal punto di vista geodinamico, in un sistema arco-fossa.

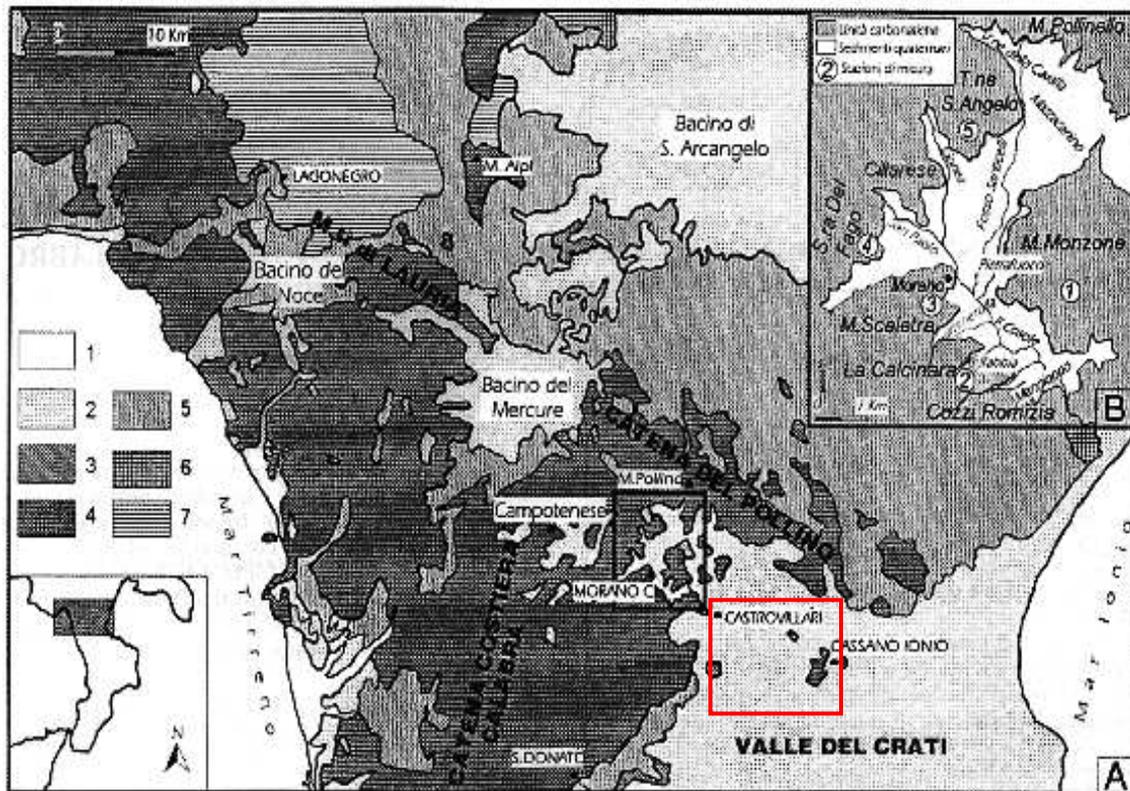
Gli studi di Ghisetti (1979, 1982), condotti tramite dettagliate analisi della geometria delle faglie e dei loro meccanismi, hanno evidenziato come l'Arco Calabro sia stato controllato da un forte campo di stress estensionale fin dal tardo Pliocene.

La successiva evoluzione dell'Arco Calabro, posteriore cioè alla fase compressiva infra-medio-pleiocenica, è dominata da meccanismi tensionali che inducono sollevamenti differenziali.

Dal Pleistocene medio si sarebbe registrato, dunque, un generale sollevamento regionale riconoscibile lungo la fascia costiera tirrenica per circa 200 Km di lunghezza e caratterizzato da una bassa attività delle faglie normali.

Attualmente l'Arco Calabro è caratterizzato da una tettonica estensionale attiva, rappresentata da faglie normali con direzione NW-SE.

La sismicità recente è, infatti, caratterizzata da terremoti di elevata intensità con meccanismi focali dominanti di tipo normale. In particolare, nell'area del bacino di Reggio Calabria i dati di sismicità storica indicano per il terremoto di Messina del 1908 (con magnitudo superiore o uguale a 7) una soluzione focale con meccanismi normali. L'elemento tettonico più importante, non interessato fenomeni sismici recenti è la faglia del Pollino, una delle maggiori faglie normali quaternarie dell'Arco Calabro settentrionale (lunghezza di circa 20 km in direzione NW-SE). Tuttavia si ritiene che quest'area di rottura che delimita ad est il Bacino di Castrovillari, possa essere ad alta pericolosità sismica (Michetti et al., 1998)



LEGENDA: 1) Alluvioni e sedimenti di piana costiera attuali; 2) Depositi marini e continentali plio-quadernari; 3) Terreni clastici tortoniano-messiniani della Catena Costiera Calabra; 4) Carbonati di piattaforma meso-cenozoici; 5) Complesso Liguride; 6) Unità Sifilidi; 7) Successioni bacinali meso-cenozoiche della "Serie calcareo-silico-marnosa" Auct. (Unità Lagonegresi). Nel riquadro (B): Schema geologico semplificato (substrato meso-cenozoico e depositi quaternari) del bacino di Morano Calabro, con toponimi e ubicazione delle stazioni di rilevamento strutturale

Fig. 4.1-II: Schema geologico del confine calabro-lucano

4.1.2 Il Bacino di Castrovillari

La zona pedemontana meridionale dei rilievi del confine calabro-lucano (fig. 4.2-II) è caratterizzata dalla presenza di una serie di depressioni più o meno estese, tra cui il Bacino di Cassano-Castrovillari. Suddetti bacini costituiscono delle depressioni tettoniche che si allineano all'interno di una fascia di circa 10 km, parallela all'allungamento delle dorsali carbonatiche, che costutuisce parte del raccordo tra la Catena Costiera Calabria settentrionale e la Catena del Pollino.

L'ossatura geologica della Catena del Pollino è costituita dalla potente successione calcareo-dolomitica mesozoica di piattaforma dell'Unità Alburno-Cervati. A nord e a sud della dorsale affiorano i terreni ofiolitiferi del Complesso Liguride. I terreni affioranti a sud-ovest della “Linea del Pollino”, che costituiscono il substrato pre-quadernario dei bacini suddetti e i rilievi circostanti, sono prevalentemente rappresentati da successioni calcareo-dolomitiche mesocenozoiche appartenenti all'Unità di Verbicaro e alla stessa Unità Alburno-Cervati (Perri et al., 1997).

Il Bacino di Castrovillari costituisce una estesa depressione morfostrutturale colmata da sedimenti quadernari. Ubicato al margine del versante meridionale della Catena del Pollino, è delimitato a sud-ovest dai rilievi nord-orientali della Catena Costiera Calabria e confinato a sud-est dall'alto morfostrutturale di Cassano allo Jonio. La presenza di depositi marini transizionali e continentali, organizzati in più cicli sedimentari, e quella di numerosi elementi tettonici e geomorfologici, testimoniano adeguatamente la complessa evoluzione durante il Plio-Quadernario. Il Bacino di Castrovillari rappresenta l'appendice settentrionale della più estesa “fossa” del fiume Crati che, nel corso del Pliocene e del Pleistocene inferiore, rappresentava un paleogolfo allungato in direzione sud, posto tra la Catena Costiera Calabria e il Massiccio della Sila, aperto verso est sul Mar Ionio, in corrispondenza dell'attuale Piana di Sibari, tra la Catena del Pollino e la Sila Greca.

La successione sedimentaria plio-pleistocenica del bacino è essenzialmente costituita da sedimenti clastici più o meno grossolani di origine marino-costiera e transizionale. Solo nella parte alta presenta depositi di origine continentale. Depositati marini e continentali, a luoghi terrazzati, del Pleistocene medio e superiore sono localizzati in corrispondenza dell'odierna Piana di Sibari e ai margini dei rilievi perimetrali del bacino. Lo stesso vale per i depositi continentali olocenici.

I depositi pliocenici e infra-pleistocenici del Bacino del Crati e dell'area di Castrovillari possono essere distinti in tre cicli sedimentari, con caratteri marcatamente trasgressivo-regressivi, separati da fasi tettoniche ed erosionali. Le facies grossolane sabbioso-conglomeratiche degli ultimi due cicli sono distribuite ai margini interni e pedemontani del bacino, mentre quelle fini argillose e sabbiose sono predominanti nell'area depocentrale (Piana di Sibari) e non affioranti. La loro presenza è stata riscontrata grazie a sondaggi profondi effettuati nei pressi di Doria, che ne hanno rivelato uno spessore di oltre 600 metri (Russo et al., 1992).

5 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E LITOLOGICHE



Fig. 5-I: Ritaglio del Foglio 221 della Carta Geologica d'Italia 1:100000, con il tracciato dell'elettrodotto Laino-Altomonte 2.

La Carta Geologica presentata in allegato (PSRARI09032 - Tav. 1) è stata ricavata da indagini bibliografiche, con particolare riferimento alla Carta Geologica d'Italia, foglio 221, scala 1:100.000 (fig. 5-I) e verificata attraverso specifici sopralluoghi in campo, in cui si riportano le seguenti formazioni geologiche affioranti nell'area di studio:

- Alluvioni recenti (Olocene) della Piana di Sibari: terreni prevalentemente argilloso siltosi, localmente sabbiosi.
- Alluvioni ghiaiose, talora parzialmente sabbioso-argillose del IV ordine di terrazzi, del Pleistocene medio-superiore.
- Alluvioni ghiaiose, talora parzialmente sabbioso-argillose del III ordine di terrazzi, del Pleistocene medio-superiore.
- Alluvioni ghiaiose, talora parzialmente sabbioso-argillose del II ordine di terrazzi, del Pleistocene medio-superiore.
- Alluvioni ghiaiose e sabbiose fortemente arrossate del I ordine di terrazzi, del Pleistocene medio-superiore, presenti a livelli diversi sugli attuali fondo-valle.
- Sabbie e sabbie ghiaiose del Pleistocene inferiore, talora arenarie debolmente cementate. Il complesso è terrazzato in più ordini e spesso le superfici presentano solo una copertura superficiale di terra rossa e ciottoli,

quale alterazione e rimaneggiamento dei depositi sottostanti. La resistenza all’erosione di questi depositi è funzione del locale grado di cementazione.

- Argille e argille siltose grigio-azzurre con livelli sabbiosi del Calabriano. Sono eteropici della formazione delle Ghiaie di Altomonte
- Ghiaie di Altomonte del Calabriano: ghiaie e ghiaie sabbiose, conglomerati più o meno grossolani, debolmente cementati, con livelli sabbiosi. Giacciono in trasgressione sui terreni più antichi pliocenici.
- Molasse a Clypeaster del Serravalliano: arenarie grossolane e brecciole debolmente cementate, talora conglomerati, ed elementi costituiti prevalentemente da quarzo, feldspati e frammenti di rocce calcaree. Si presentano in grossi banchi.
- Filladi quarzifere della successione epimetamorfica dell’Unità di Campotenese, comprendente terreni mesozoici sicuramente triassici e presumibilmente più recenti.

Dalla Carta Geologica si nota che nelle principali incisioni fluviali del fiume Coscile e dei suoi affluenti affiorano i terreni alluvionali più recenti del Pleistocene medio-superiore, mentre nell’alta valle del Coscile sono visibili i terreni ghiaiosi del Pleistocene inferiore e localmente, verso valle, i terreni argillosi olocenici di ultima deposizione fluviale.

I terreni che affiorano più diffusamente nell’area di interesse sono quelli ghiaiosi e sabbiosi del Pleistocene inferiore e, nella zona meridionale, le argille grigio-azzurre del Calabriano. Questi sono visibili grazie all’intensa erosione lineare dei corsi d’acqua, che ha cancellato parte dei depositi alluvionali del Pleistocene medio-superiore, di cui rimangono dei lembi sulle zone sommitali dei terrazzi fluviali (I ordine di terrazzi) e nel fondovalle della zona superiore del Coscile (II ordine di terrazzi). Nella zona NW dell’area di studio affiorano gli ultimi lembi delle metamorfite dell’Unità di Campotenese, che costituiscono la Catena Costiera Calabrese su cui sorge l’abitato di Saracena e, in parte, quello di San Basile.

I comuni di Castrovillari e Altomonte sono interessati, invece, dalla formazione delle Ghiaie di Altomonte, in eteropia con le sabbie debolmente cementate del Pleistocene inferiore, affioranti appena sotto l’abitato di Altomonte.

6 OSSERVAZIONI GEOMORFOLOGICHE

L'elemento geomorfologico più antico riconoscibile nell'area è rappresentato dai lembi relitti di un antico paesaggio di erosione subaerea posti in posizione apicale sui principali rilievi della Catena del Pollino. Questo paesaggio si presenta dunque appena ondulato (fig. 6-I) con evidenti tracce di erosione subaerea (incisioni, doline, ecc.).

Le evidenze geologiche e geomorfologiche portano a considerare di età pliocenica il modellamento di questo paesaggio.

Le fasce pedemontane sono diffusamente caratterizzate da depositi di breccie calcareo-dolomitiche, fortemente cementate e carsificate. Verso valle, dove si trova l'area di studio, le breccie sono chiaramente eteropiche dei depositi lacustri che chiudono il terzo ciclo sedimentario. I depositi lacustri formano ampie superfici subpianeggianti di chiara origine strutturale, profondamente incise dai principali corsi d'acqua che solcano l'area.

Due sistemi di faglie orientati a NW e SE hanno dislocato a “blocchi” questi depositi, realizzando una “gradinata a ripiani” a partire da circa 600 m fino a 280 m, degradanti dall'alto strutturale e morfologico di Cassano allo Jonio verso l'abitato di Castrovillari.

I depositi più recenti costituiti dalle alluvioni del Pleistocene superiore, risultano morfologicamente incastrati in quelli più antichi appena descritti, e le loro morfologie sono ben conservate. I depositi del I e II ciclo sono totalmente separati dai rilievi alimentatori, mentre questo non è vero per i depositi del III ciclo a sud-ovest di Castrovillari, dove le superfici terrazzate sono perfettamente raccordate ai rilievi adiacenti che mostrano uno spiccato profilo concavo evoluto: ciò dimostrerebbe una sostanziale stabilità tettonica di questa zona dopo la deposizione del III ciclo.

I principali corsi d'acqua che solcano l'area di Castrovillari e Saracena hanno contribuito alla costruzione di imponenti apparati alluvionali spesso reincisi e terrazzati (come mostrato nella Carta Geomorfológica allegata, tav. 2).

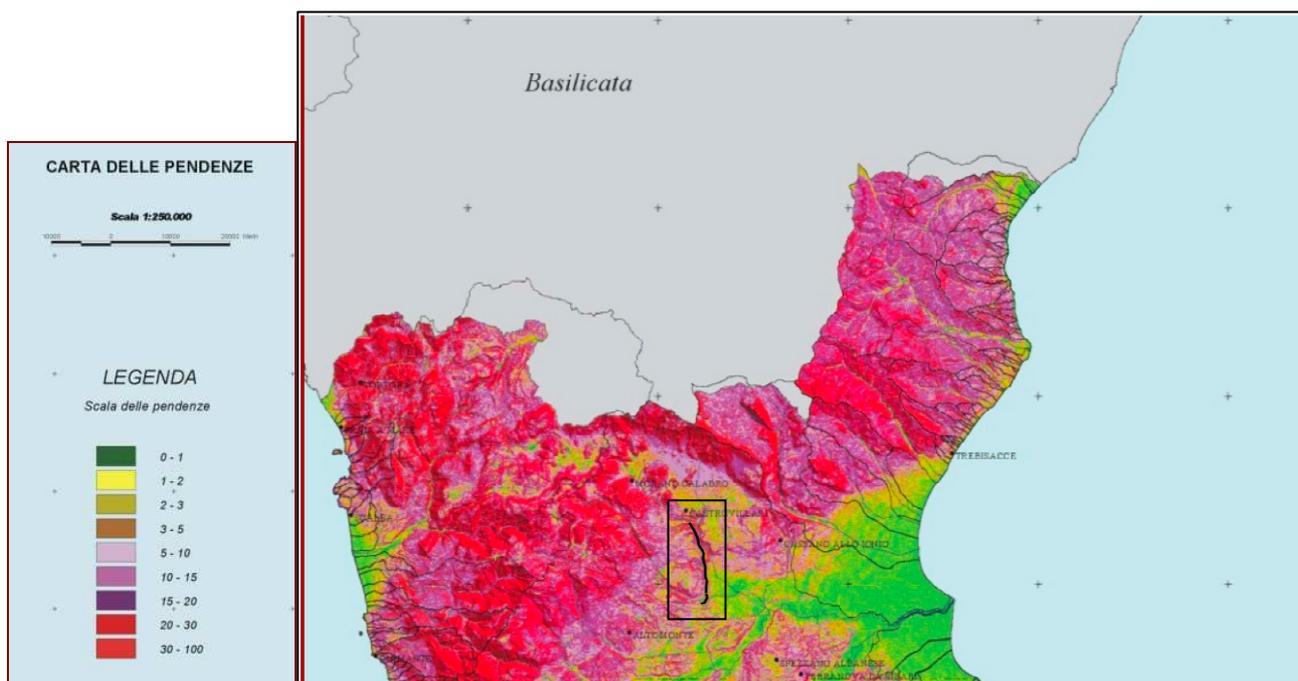


Fig. 6-I: Carta delle pendenze della Regione Calabria nell'ambito del Piano Stralcio di Bacino per l'assetto idrogeologico (Fonte: Autorità di Bacino Regione Calabria, nel riquadro il tracciato del nuovo elettrodotto).

La Carta Geomorfologica allegata è stata realizzata tramite l'utilizzo di dati bibliografici e interpretazione di foto aeree. La cartografia PAI dell'Autorità di Bacino della Regione Calabria è servita da supporto per quanto riguarda le aree di rischio idraulico e la classificazione dei movimenti franosi. A parte zone con franosità quiescente da scorrimento e frane attive da crollo, a ridosso dell'abitato di Castrovillari, non interessate dalla messa in opera dei sostegni, sono da considerarsi le zone a rischio inondazione, che saranno attraversate dal tracciato.

Tali aree sono state valutate come rischio R2 “aree a pericolosità media e bassa”. Il calcolo del rischio è stato eseguito in maniera proporzionale al tempo di ritorno ($T= 500$ anni) e proporzionale all'importanza dei beni esposti.

Queste aree sono limitate alle alluvioni attuali dei corsi d'acqua e sono per la maggior parte attraversate soltanto dai cavi della linea, e non dai sostegni. Fanno eccezione i sostegni n. 20 e 24, che ricadono ai margini di tale zona di rischio rispettivamente del fiume Garga e del torrente Tiro.

I restanti sostegni che interesseranno le alluvioni terrazzate del Pleistocene superiore e i depositi ghiaiosi e sabbiosi del Pleistocene inferiore, si posizionano sia sulle superfici pianeggianti di terrazzo fluviale (zone morfologicamente stabili), sia ai bordi di tali superfici, caratterizzati da scarpate di terrazzo fluviale di piccola entità. Tra questi ultimi si riscontrano i sostegni n. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13.

7 IDROGRAFIA SUPERFICIALE

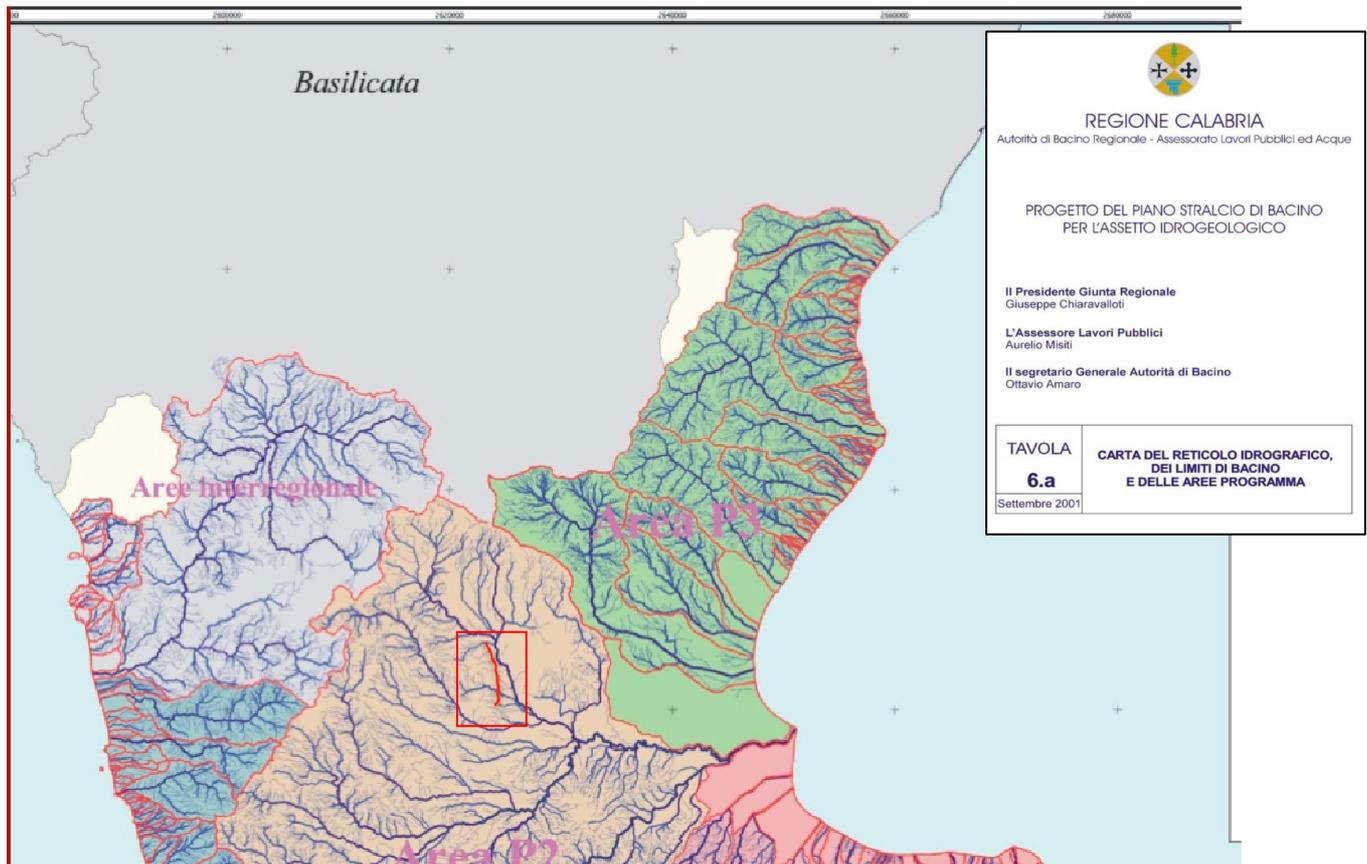


Fig. 7-I: Carta del reticolo idrografico nell'ambito del Piano Stralcio di Bacino per l'assetto idrogeologico (nel riquadro il tracciato del nuovo elettrodotto)

L'area di studio ricade all'interno del bacino idrografico del fiume Coscile, in particolare nell'alta valle del bacino, prima della confluenza di alcuni dei suoi affluenti di destra principali: il fiume Garga e il torrente Tiro (Fig. 7-I).

Il Coscile è il più importante degli affluenti del Crati, sia per l'estensione del suo bacino imbrifero, sia per l'entità dei suoi deflussi. Nasce dal massiccio del Pollino e raccoglie nel proprio bacino idrografico la maggior parte delle acque che scorrono dalle pendici del Pollino e dai monti della parte nord dell'Appennino Calabrese. Il fiume Coscile dopo un percorso di circa 50 Km in direzione da ovest verso est, confluisce nel fiume Crati, nella piana di Sibari, in prossimità della sua foce. Si colloca tra i bacini del versante ionico della Calabria e si estende nella parte nord della provincia di Cosenza.

Orograficamente il bacino del Coscile comprende la gran parte delle formazioni montuose della Calabria settentrionale. La sua valle, inizialmente, ha direzione nord-sud, ed ha origine dall'intersezione tra la catena del Pollino e l'Appennino Calabrese e successivamente, si orienta in direzione ovest-est, assumendo in questo tratto un andamento regolare e pianeggiante sino alla confluenza con il fiume Crati. Il bacino ha una conformazione planimetrica particolare in quanto l'asta principale (il Coscile) è situata nella parte a nord e percorre il bacino lungo la sua dimensione minore, mentre gli affluenti occupano la restante parte con una direzione prevalente da ovest verso est.

Il bacino si estende per la metà della superficie sopra quota 400 m s.l.m. interessando una vasta zona dell'Appennino Calabrese.

L'autostrada A3 "Salerno-Reggio Calabria" è l'arteria stradale più importante che attraversa, quasi interamente, il bacino, presentando numerosi manufatti (soprattutto ponti e viadotti) necessari per l'attraversamento dei fiumi che incontra lungo il suo tracciato.

8 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

I dati di seguito riportati provengono dal Piano di Tutela delle Acque redatto dalla Regione Calabria.

Tra i depositi detritici recenti, gli acquiferi alluvionali di fondo valle dei principali corsi d'acqua e delle pianure costiere costituiscono il tema idrogeologico di maggiore interesse dell'intera regione per volumi di risorse immagazzinate e per favorevoli condizioni di sfruttamento.

Si tratta di acquiferi porosi caratterizzati da valori medi di permeabilità sull'ordine di 10^{-3} - 10^{-5} m/s, con valori localmente più alti (10^{-2} - 10^{-4} m/s) in presenza di termini ghiaioso-sabbiosi e valori più bassi (10^{-4} - 10^{-6} m/s) in corrispondenza dei depositi costituiti prevalentemente da sabbie fini e argille o limi, caratteristici dei materiali semipermeabili. I valori della porosità efficace variano dal 5% al 20% in relazione alla granulometria prevalente.

L'alimentazione delle falde contenute nei depositi alluvionali delle pianure costiere e del fondo valle dei maggiori corsi d'acqua è costituita essenzialmente dall'infiltrazione di un'aliquota delle acque di deflusso superficiale e di una percentuale delle precipitazioni dirette sulle aree di affioramento dei depositi, rappresentata dalla pioggia efficace. La percentuale di acque meteoriche che si infiltra nelle altre formazioni più o meno permeabili affioranti nei bacini viene restituita sotto forma di numerose sorgenti con portata diversa, le cui acque, qualora non captate, vanno ad alimentare il deflusso superficiale e quindi parzialmente anche quello sotterraneo. Il primo è decisamente prevalente nel periodo dell'anno in cui si hanno le precipitazioni più abbondanti e tende progressivamente a diminuire nel periodo asciutto fino ad esaurirsi; il secondo è invece permanente durante l'anno, con variazioni generalmente contenute in assenza di prelievi dal subalveo.

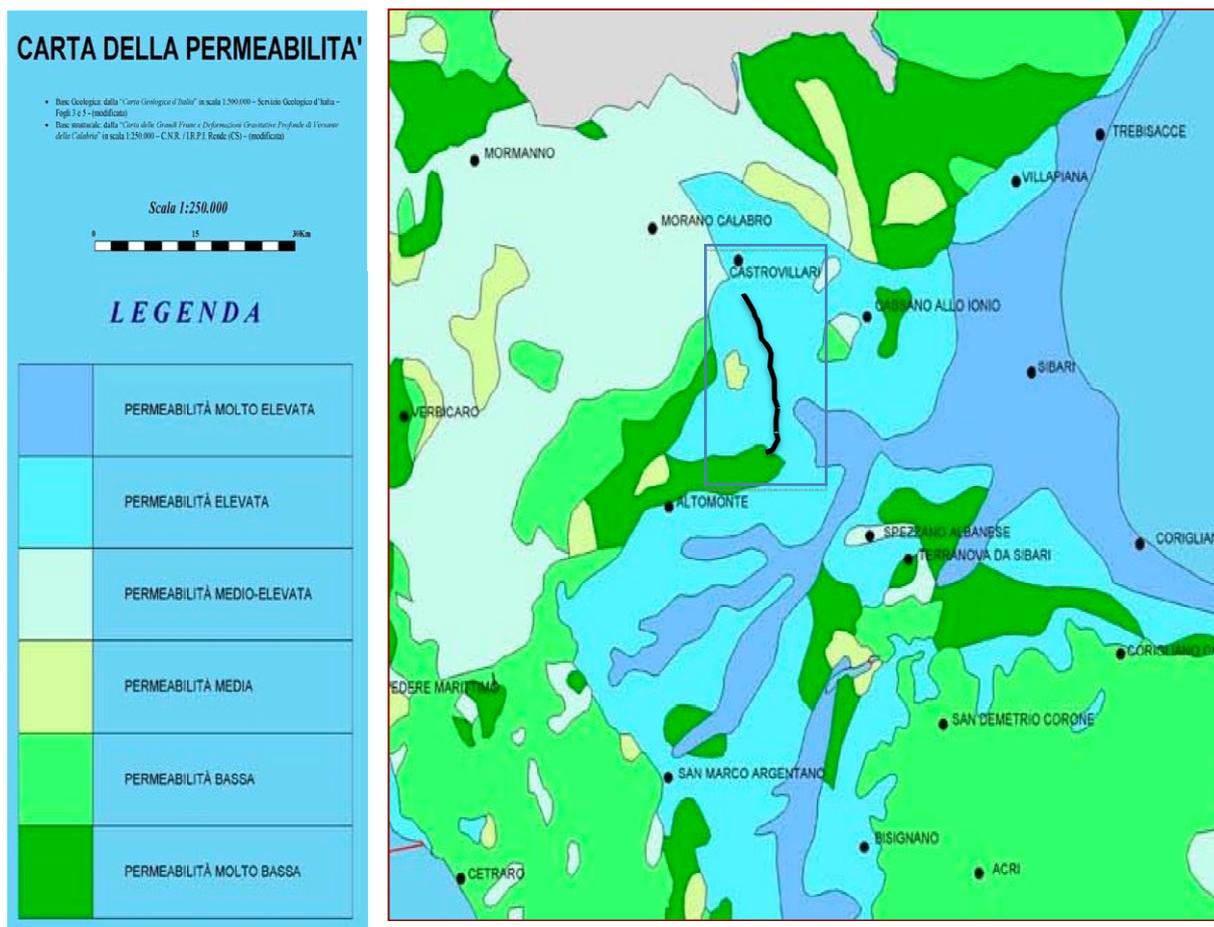


Fig. 8-I: Carta delle permeabilità redatta dalla Regione Calabria (nel riquadro il tracciato del nuovo elettrodotto)

L'area oggetto di studio ricade all'interno del Bacino Idrogeologico del Sibari. La Piana di Sibari è circondata da un anfiteatro montuoso costituito a Nord, da rocce calcareo-dolomitiche mesozoiche e da terreni *flyschiodi* mesozoico-terziari appartenenti al gruppo del Pollino, a sud, invece, dalle rocce cristalline e metamorfiche paleozoiche della Catena costiera della Sila; ad ovest, dai depositi plio-pleistocenici marini e continentali, argilloso-sabbiosi e conglomeratici dell'area Cassano-Doria.

Nella Piana sfociano vari corsi d'acqua con trasporto solido molto elevato, alimentato soprattutto dai corpi delle frane attive nei terreni *flyschiodi* affioranti nei bacini montani, veicolati attraverso le piene che nel passato hanno avuto caratteri eccezionali. Tali eventi hanno prodotto un notevole sovralluvionamento dei corsi d'acqua per l'improvvisa perdita della loro capacità di trasporto, passando dalle aree montane a quelle di pianura.

Gli acquiferi più importanti sono rappresentati nell'area di studio (fig. 8-1) da livelli ghiaioso-sabbiosi intercalati nelle argille grigio-azzurre di origine marina, rappresentanti le pulsazioni tettoniche dei cicli sedimentari e dai depositi sabbiosi e ghiaioso-sabbiosi di riempimento delle paleovalli presenti. Tali depositi risultano essere intercalati a livelli argilloso-limosi impermeabili che costituiscono condizioni per cui le falde acquifere si portino in pressione.

I complessi acquiferi che interessano l'area di studio sono costituiti da:

- Complesso conglomeratico-sabbioso argilloso con permeabilità media di circa 10^{-4} m/s
- Complesso dei depositi detritici recenti con permeabilità media di circa 10^{-3} m/s

8.1 Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico

Il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI), previsto dal D.Lgs. 180/98, è finalizzato alla valutazione del rischio di frana ed alluvione. La Regione Calabria, per la sua specificità territoriale (730 Km di costa), ha aggiunto quello dell'erosione costiera.

Il Piano, come sancito dalla L. n.11/12/2000 n. 365, art. 1bis comma 5, ha valore sovraordinatorio sulla strumentazione urbanistica locale; ciò significa che, a partire dagli elaborati del PAI di pertinenza di ciascun Comune, occorre procedere alle varianti del Piano Regolatore Generale. Il programma regionale sulla difesa del suolo che ha avviato l'iter del PAI, è stato approvato con delibera della Giunta Regionale n. 2984 del 7 luglio 1999, riportando il coordinamento e la redazione all'interno dell'Autorità di Bacino Regionale.

Il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) è stato approvato con Delibera di Consiglio Regionale n. 115 del 28.12.2001, "DL 180/98 e successive modificazioni Piano stralcio per l'assetto idrogeologico".

Il rischio idrogeologico viene definito dall'entità attesa delle perdite di vite umane, feriti, danni a proprietà, interruzione di attività economiche, in conseguenza del verificarsi di frane, inondazioni o erosione costiera. Il PAI individua il rischio laddove nell'ambito delle aree in frana, inondabili, oppure soggette ad erosione costiera, si rileva la presenza di elementi esposti. Gli elementi esposti a rischio sono costituiti dall'insieme delle presenze umane e di tutti i beni mobili e immobili, pubblici e privati, che possono essere interessati e coinvolti dagli eventi di frana, inondazione ed erosione costiera.

Nelle finalità del Piano, le situazioni di rischio vengono raggruppate, ai fini della programmazione degli interventi, in tre categorie:

- Rischio di frana;
- Rischio d'inondazione;
- Rischio di erosione costiera.

Per ciascuna categoria di rischio, in conformità al DPCM 29 settembre 1998, sono definiti quattro livelli:

- R4 - rischio molto elevato: quando esistono condizioni che determinano la possibilità di perdita di vite umane o lesioni gravi alle persone; danni gravi agli edifici e alle infrastrutture; danni gravi alle attività socio-economiche;
- R3 - rischio elevato: quando esiste la possibilità di danni a persone o beni; danni funzionali ad edifici e infrastrutture che ne comportino l'inagibilità; interruzione di attività socio-economiche;
- R2 - rischio medio: quando esistono condizioni che determinano la possibilità di danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale senza pregiudizio diretto per l'incolumità delle persone e senza comprometterne l'agibilità e la funzionalità delle attività economiche;
- R1 - rischio basso: per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono limitati.

Con riferimento alle finalità del presente studio si ritiene opportuno evidenziare che le Norme di Attuazione e le Misure

di Salvaguardia¹, al Titolo II, Parte prima, definiscono le norme specifiche che disciplinano le attività compatibili con le diverse categorie di rischio nell’assetto geomorfologico (artt. 16, 17, 18); nella Parte seconda sono esposte le norme specifiche per l’assetto idraulico (artt. 21, 22, 23). Con l’art. 24 vengono infine disciplinate le aree d’attenzione per pericolo d’inondazione.

Per quanto attiene il **rischio frana**, si evidenzia che il tracciato composto dalle opere di progetto non interessa aree ricomprese nelle classi di rischio elevato, medio o basso.

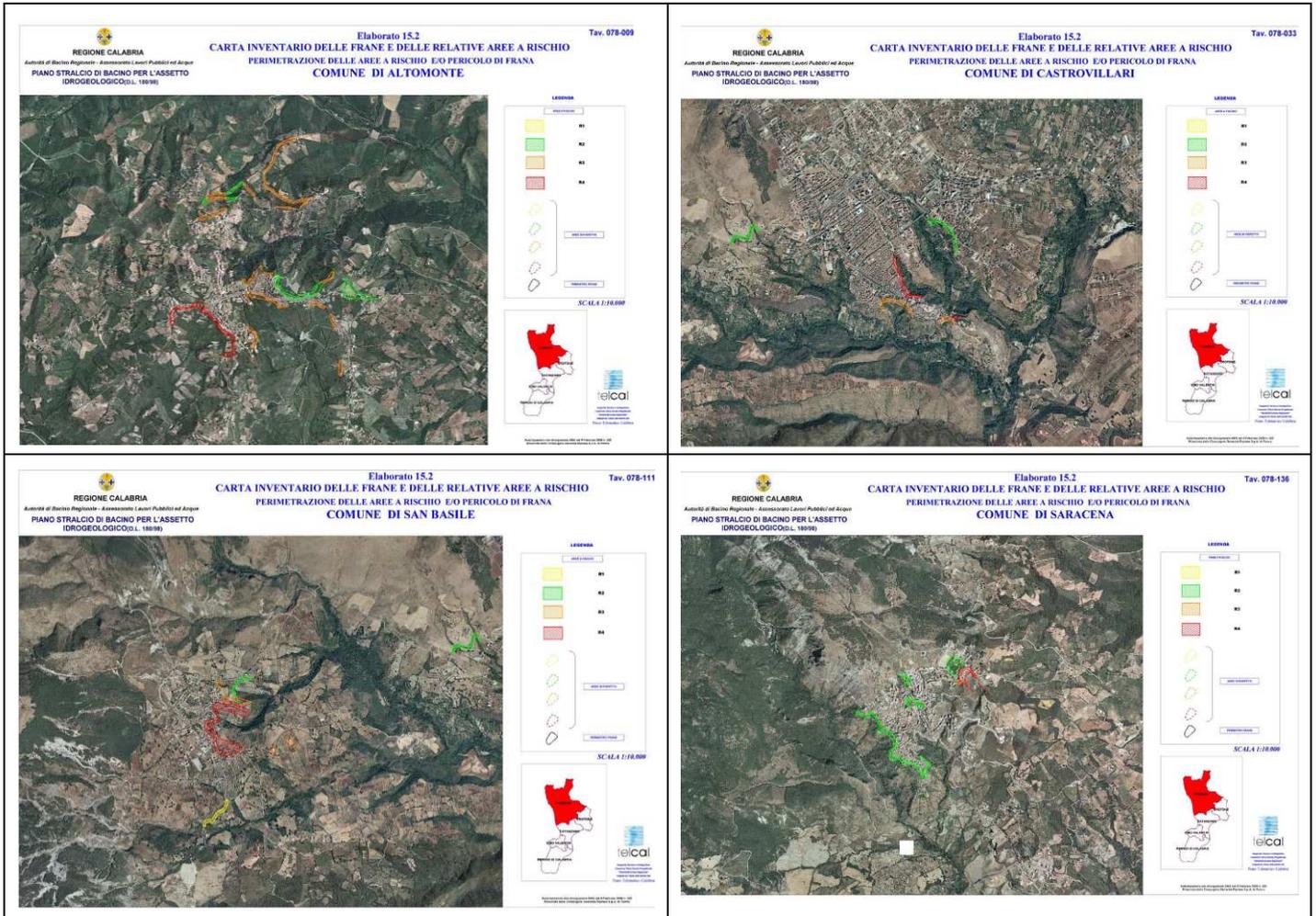


Figura 8-1 – Perimetrazione delle aree a Rischio Frana nei quattro comuni interessati dalle opere di progetto (fonte: PAI, 2001)

Anche relativamente al **rischio d’inondazione** il tracciato non interessa aree comprese nelle classi più elevate di rischio. Tuttavia le linee aeree attraversano aree fluviali comprese nelle classi R4 e R3, senza però determinare interventi o attività non coerenti con le disposizioni delle Norme di Attuazione sopra richiamate.

Infatti nelle aree R4 (art.21) sono vietate tutte le opere e attività di trasformazione dello stato dei luoghi e quelle di carattere urbanistico e edilizio, ad esclusiva eccezione di alcuni interventi tra i quali, al punto g), “ampliamento e ristrutturazione delle opere pubbliche o d’interesse pubblico riferite ai servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la sola realizzazione di nuove infrastrutture lineari o a rete non altrimenti localizzabili, compresi i manufatti funzionalmente connessi, a condizione che non costituiscano ostacolo al libero deflusso, o riduzione dell’attuale capacità d’invaso, previo parere dell’ABR”.

¹ PAI testo aggiornato al 11/05/07

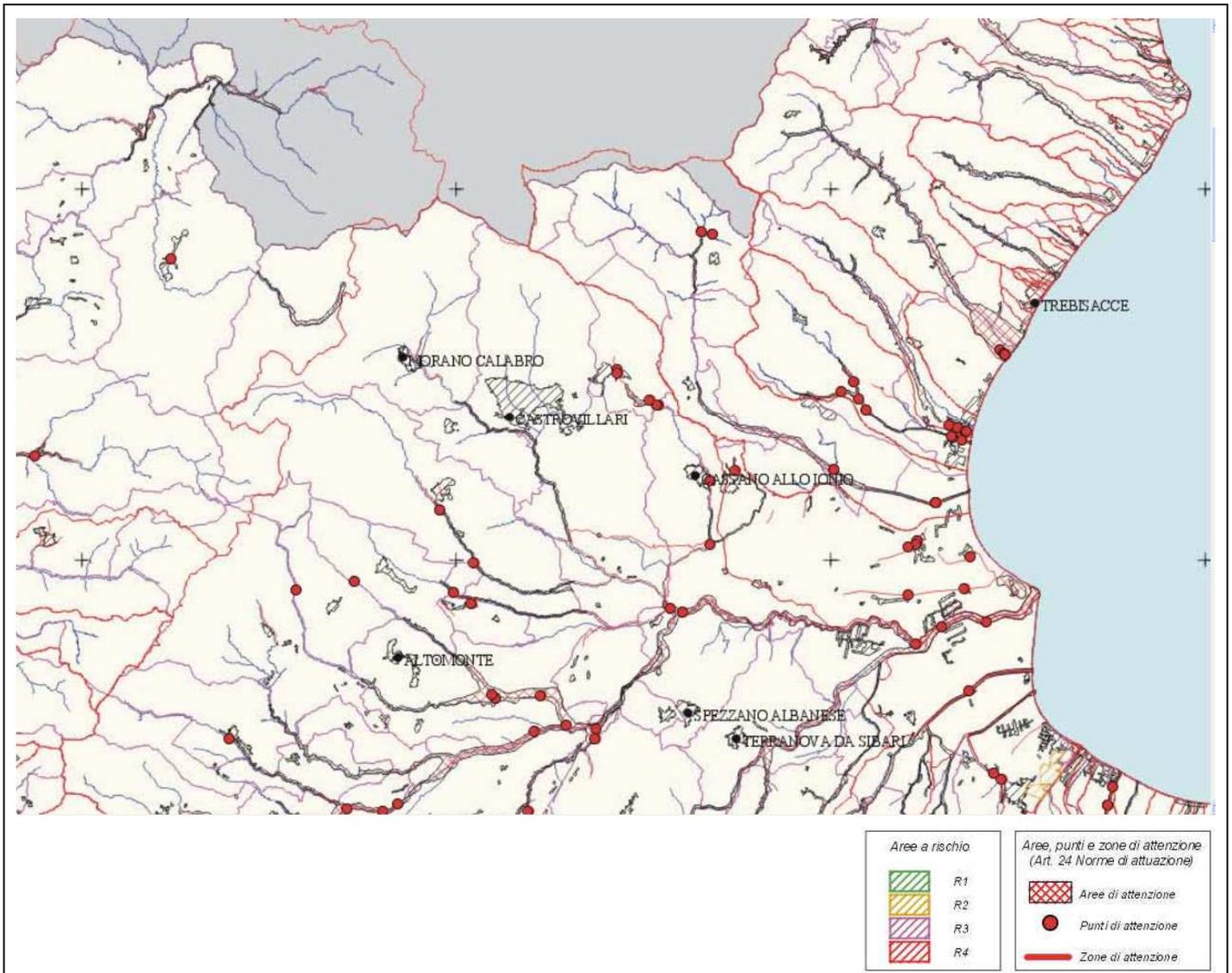


Figura 8-2 – Perimetrazione delle aree a Rischio Inondazione nell'area vasta di progetto (fonte: PAI, 2001)

Aggiornamenti del PAI

Il PAI è uno strumento di pianificazione dinamico e prevede di fatto la possibilità di aggiornamento e modifica delle perimetrazioni di rischio sulla base di nuove acquisizioni conoscitive derivanti da indagini e studi specifici a scala di dettaglio, di nuovi eventi, di variazioni nel tempo delle condizioni di pericolosità e di rischio. Rispetto agli elaborati originari, i monitoraggi del territorio effettuati dall'Autorità di Bacino hanno portato ad un aggiornamento per i Comuni interessati dalle opere di progetto: si tratta di un'istanza di ripermetrazione di un'area a rischio di frana R3, in località Fellaro nel Comune di Altomonte, per evento franoso in data 01/12/2005. Per i restanti tre Comuni interessati dalle opere di progetto non sono stati proposti aggiornamenti.

9 INQUADRAMENTO CLIMATICO

La Calabria è la regione più piovosa dell'Italia meridionale; la piovosità media annua in Calabria è di 1176 mm (in Italia 970 mm), con un contributo unitario medio di $37.2 \text{ l}/(\text{sec} \cdot \text{Km}^2)$ (Rapporto V.A.P.I.).

Questi valori di precipitazione sono dovuti all'orografia ed all'azione del mare. In particolare la Catena Costiera a nord e la Catena delle Serre a sud costituiscono un notevole ostacolo sia per i venti occidentali, di origine atlantica, che per quelli orientali. In conseguenza della convezione forzata che ne deriva, vengono scaricati sui relativi versanti notevoli quantità di precipitazioni. In generale, poiché i venti occidentali sono più carichi di umidità di quelli orientali e dal momento che il versante tirrenico della Catena Costiera ha una pendenza maggiore del versante ionico delle Serre, si hanno sul Tirreno piogge frequenti e di minore intensità e sullo Ionio piogge brevi e molto intense. La maggiore piovosità si ha lungo la dorsale appenninica, mentre minimi di piovosità si riscontrano lungo i litorali e negli estesi bacini pleistocenici. La maggiore quantità di precipitazioni si verifica dall'autunno alla primavera, con massimi in dicembre, spesso sotto forma di eventi di breve durata e notevole intensità, concentrate in pochi giorni e con massimi giornalieri elevati.

Nella figura 9-I sono riportati i grafici delle piogge medie mensili e delle piogge cumulate annuali calcolate in un periodo di 80 anni per la stazione pluviometrica di Castrovillari. Effettivamente la quantità di precipitazioni annuali è elevata, con una media intorno ai 1000 mm/anno e i mesi più piovosi sono quelli autunnali. Lo studio delle precipitazioni, confrontate con il monitoraggio mensile delle stazioni idrometriche, mostra una stretta correlazione tra le portate del fiume Coscile, misurate nella stazione idrometrica di Camerata (fig. 9-II) per un arco di tempo di 80 anni, e l'abbondanza delle precipitazioni. Le portate maggiori durante il corso dell'anno corrispondono ai periodi di maggiore intensità piovosa.

Il regime idrometrico indica uno smaltimento rapido delle acque meteoriche, ed è strettamente legato agli afflussi meteorici.

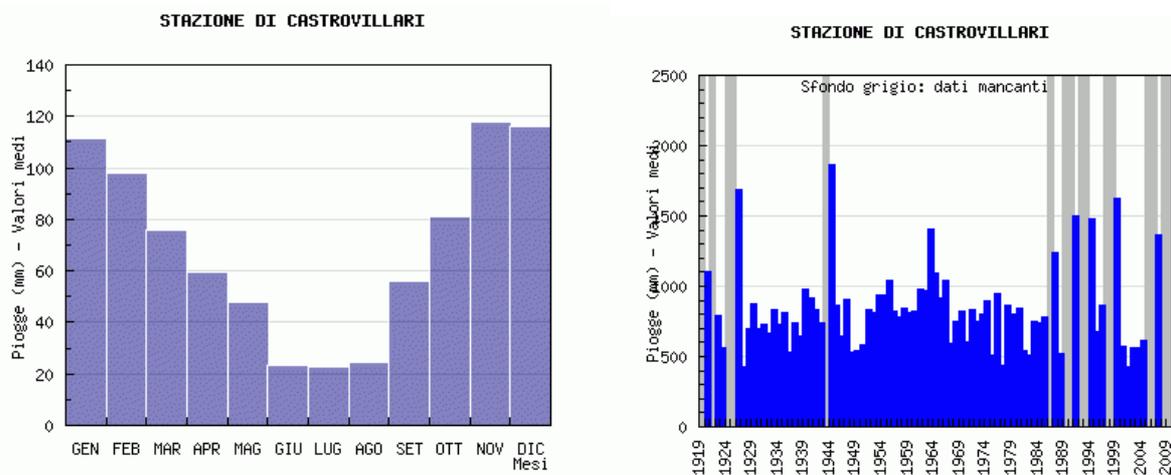


Fig. 9-I: Pioggie medie mensili e valori annuali per un periodo di 80 anni sulla stazione pluviometrica di Castrovillari (Fonte: ArpaCal)

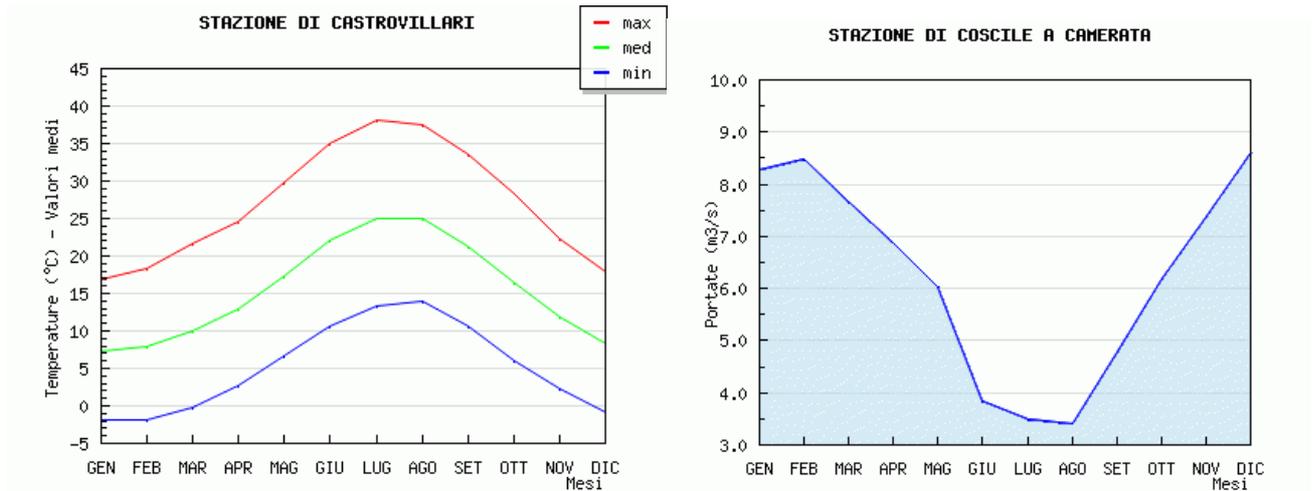


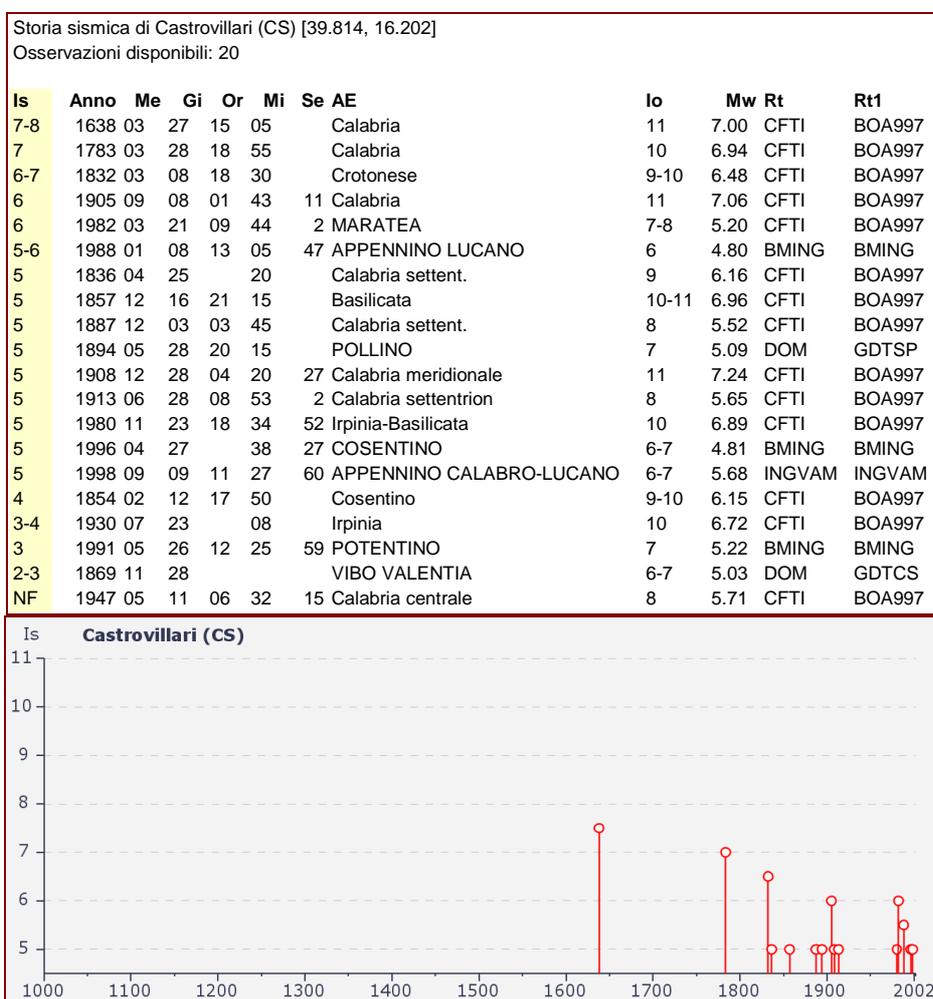
Fig. 9-II: Temperature medie mensili per la stazione pluviometrica di Castrovillari e grafico delle portate medie mensili misurate nella stazione di Camerata in un periodo di 80 anni (Fonte: ArpaCal).

10 INQUADRAMENTO SISMICO

Secondo il Decreto Ministeriale del 14-01-2008, entrato in vigore dal 1 luglio 2009, riguardante le Nuove Norme Tecniche per le costruzioni, nella fase preliminare di progetto bisogna tener conto di un quadro sismico a livello comunale.

Il D.M. prevede che l'azione sismica di riferimento per la progettazione (paragrafo 3.2.3) venga definita sulla base dei valori di pericolosità sismica proposti nel sito ufficiale dell'INGV (<http://esse1.mi.ingv.it/>) al termine del Progetto S1. Queste stime di pericolosità sismica sono state successivamente elaborate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici per ottenere i parametri che determinano la forma dello spettro di risposta elastica; tali parametri sono riportati per i comuni interessati in tabella 10.1.

Di seguito si riporta la storia sismica dei comuni di Castrovillari (fig. 10-I), Saracena (fig. 10-II) e Altomonte (fig. 10-III), interessati dal presente studio, ricavata dal catalogo NT4.1 (fonte INGV, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia). Il comune di San Basile non risulta presente nel catalogo.



Legenda

Is: intensità al sito di interesse; **Io:** intensità epicentrale nella scala MCS; **Mw:** magnitudo momento
Rt: Codice bibliografico dell'elaborato di riferimento (Compatto)
Rt1: codice bibliografico dell'elaborato di riferimento (Esplicitato)

Fig. 10-I: Storia sismica riferita all'area di Castrovillari, e relativo grafico Is – tempo, da catalogo sismico NT4.1 (fonte INGV).

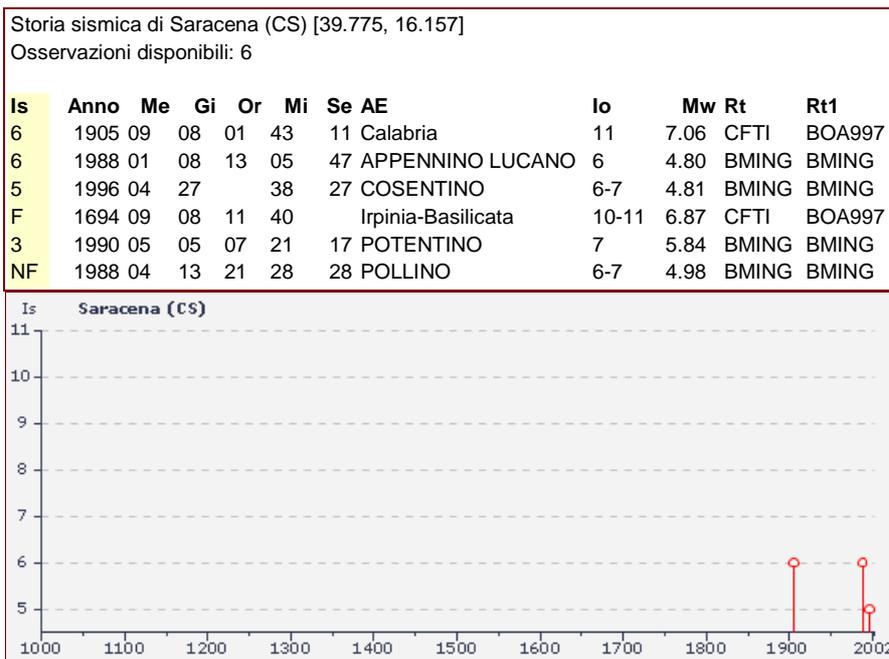


Fig. 10-II: Storia sismica riferita all'area di Saracena, e relativo grafico Is – tempo, da catalogo sismico NT4.1 (fonte INGV).

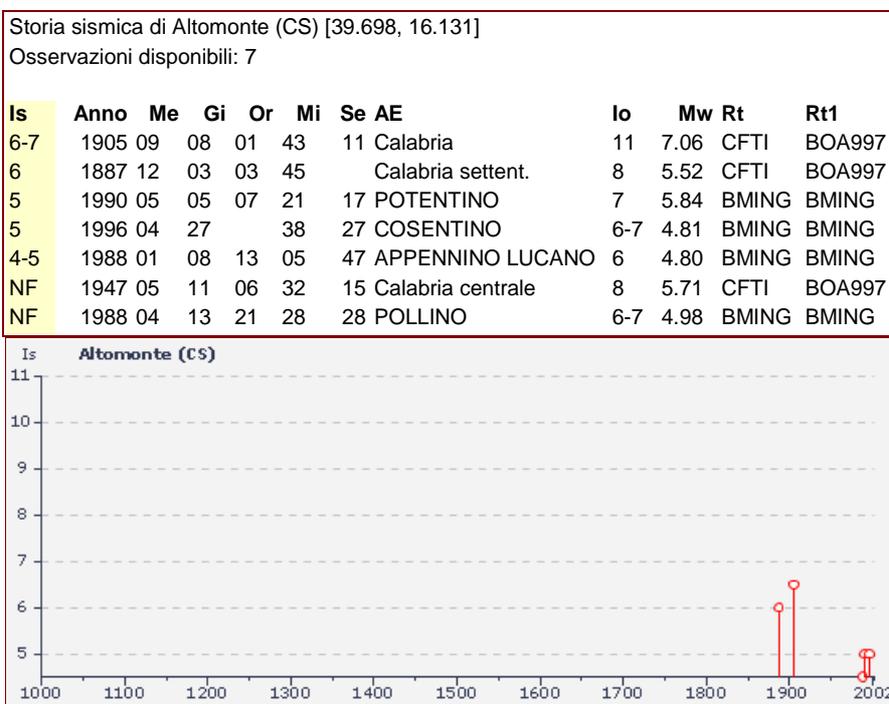


Fig. 10-III: Storia sismica riferita all'area di Altomonte, e relativo grafico Is – tempo, da catalogo sismico NT4.1 (fonte INGV).

Tab. 10.1 – Parametri spettrali di risposta elastica per i territori comunali interessati (elaborato da Software "Spettri 1.3", Consiglio Sup. LL. PP.)

Altomonte				Castrovillari			
T_r	a_g	f_0	T_c	T_r	a_g	f_0	T_c
30	0,064	2,305	0,279	30	0,059	2,388	0,277
50	0,086	2,287	0,294	50	0,080	2,341	0,293
72	0,104	2,286	0,315	72	0,097	2,310	0,312
101	0,124	2,314	0,324	101	0,116	2,327	0,324
140	0,145	2,356	0,331	140	0,136	2,355	0,332
201	0,172	2,387	0,342	201	0,162	2,383	0,342
475	0,256	2,431	0,372	475	0,248	2,352	0,370
975	0,347	2,464	0,394	975	0,338	2,381	0,397
2475	0,496	2,512	0,436	2475	0,478	2,491	0,435
San Basile				Saracena			
T_r	a_g	f_0	T_c	T_r	a_g	f_0	T_c
30	0,060	2,397	0,277	30	0,061	2,363	0,277
50	0,081	2,343	0,292	50	0,083	2,317	0,292
72	0,100	2,303	0,311	72	0,102	2,294	0,311
101	0,118	2,326	0,322	101	0,120	2,328	0,322
140	0,139	2,356	0,331	140	0,141	2,360	0,331
201	0,166	2,364	0,340	201	0,168	2,377	0,340
475	0,255	2,343	0,369	475	0,256	2,370	0,370
975	0,347	2,376	0,397	975	0,349	2,400	0,397
2475	0,488	2,492	0,436	2475	0,491	2,502	0,438

Legenda

T_r : tempo di ritorno (anni)

a_g : accelerazione iniziale massima al sito (unità di misura: g)

f_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

T_c : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale (secondi)

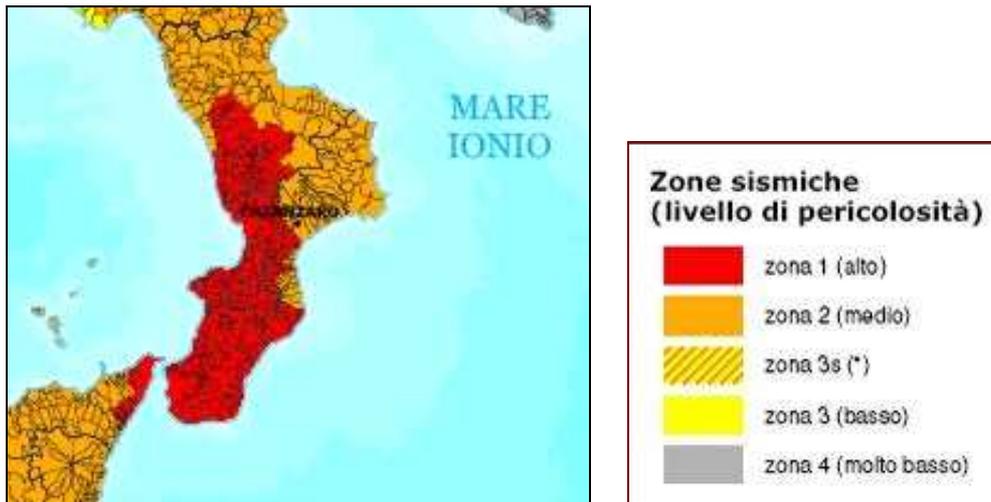


Fig. 10-IV: Classificazione sismica al 2006, recepimento da parte delle regioni dell'Ordinanza P.C.M. 3274/2003.

L'area dei quattro comuni considerati nel presente lavoro ricade nella zona sismica 2 (fig. 10-IV), secondo la normativa vigente sulla zonazione sismica del territorio italiano (OPCM 3274/2003). L'Allegato 1b dell'ordinanza P.C.M. 3519/2006 presenta i valori di pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo ($V_s > 800$ m/s, Cat. A, punto 3.2.1 del D.M. 14/09/2005). Le mappe di pericolosità sismica, Gruppo di Lavoro MPS (2004), riportano le accelerazioni di cui prima per ogni comune (fig. 10-V).

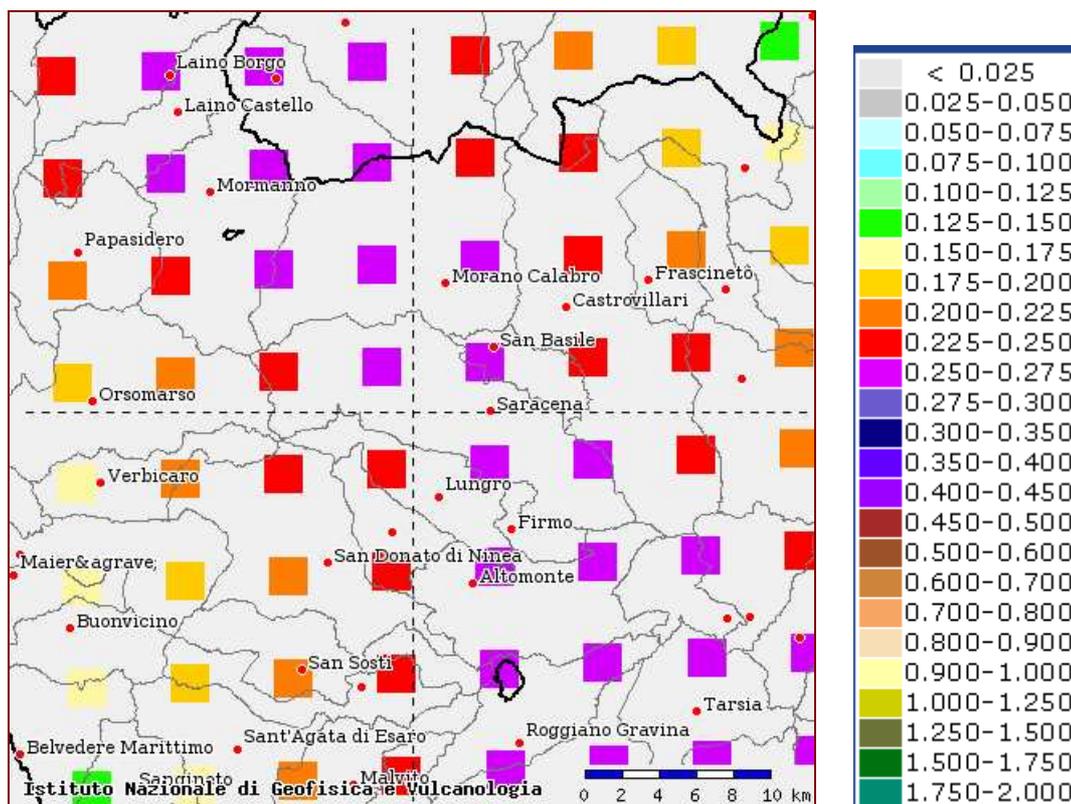


Fig. 10-V: Gruppo di Lavoro MPS (2004). Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. (i valori di accelerazione sono espressi in g, accelerazione di gravità). Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV.

11 CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE SUI TERRENI

11.1 Caratteristiche geotecniche

In base a dati desunti dalla bibliografia specificatamente consultata per il progetto oggetto del presente Studio, è possibile definire le principali caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dalle opere di fondazione in progetto.

I sostegni dell'elettrodotto saranno fondati principalmente sui seguenti terreni in affioramento (tab. 12-1), di cui si riportano i valori della capacità portante, della densità relativa (grado di addensamento espresso in %), della resistenza non drenata nel caso delle argille, e della resistenza alla punta del penetrometro statico espressa in kg/cm².

Progressiva sostegno	Tipologia di Terrano	ϕ	Capacità portante	Cu (kPa)	Dr %	Resistenza alla punta Kg/cm ²
n.1, n. 10, n. 11, n. 22, n.	sabbie e sabbie ghiaiose pleistoceniche debolmente cementate	30 - 35°	da buona a scarsa	-	35 - 65	50 - 100
n. 2, n. 3, n. 4, n. 5, n. 7, n. 8, n. 9, n. 16, n. 18, n. 20	alluvioni ghiaiose talora sabbioso-argillose	45 - 50°	buona	-	35 - 65	20 - 60
n. 6, n. 12, n. 13, n. 14, n. 15, n. 17	ghiaie e ghiaie sabbiose debolmente cementate con livelli sabbiosi	40 - 45°	buona	-	40 - 75	60 - 150
n. 19, n. 21, n. 25, n. 26	argille e argille siltose grigio-azzurre	20 - 25°	scarsa	40 - 75	-	15 - 30

Tab. 11-1: Caratteristiche fisiche dei terreni

Le proprietà geomeccaniche dei terreni risultano buone nelle zone in cui i terreni sono costituiti essenzialmente da sabbie e ghiaie, e discrete nelle aree dove si riscontra la presenza di terreni argillosi o lenti argillose nei depositi alluvionali.

Si tratta comunque di proprietà generiche, da non riferirsi alla situazione puntuale, per le quali si rimanda a specifiche indagini in sito in fase di progettazione definitiva.

11.2 Gestione delle terre e rocce da scavo

La realizzazione di un elettrodotto è suddivisibile in tre fasi principali:

1. esecuzione delle fondazioni dei sostegni;
2. montaggio dei sostegni;
3. messa in opera dei conduttori e delle corde di guardia.

Solo la prima fase comporta movimenti di terra, come descritto nel seguito.

Ciascun sostegno è dotato di quattro piedini separati e delle relative fondazioni, strutture interrate atte a trasferire i carichi strutturali (compressione e trazione) dal sostegno al sottosuolo. Ciascun piedino di fondazione è composto di tre parti:

- un blocco di calcestruzzo armato costituito da una base, che appoggia sul fondo dello scavo, formata da una serie di platee (parallelepipedi a pianta quadrata) sovrapposte; detta base è simmetrica rispetto al proprio asse verticale;
- un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;
- un “moncone” annegato nel calcestruzzo al momento del getto, collegato al montante del “piede” del sostegno. Il moncone è costituito da un angolare, completo di squadrette di ritenuta, che si collega con il montante del piede del sostegno mediante un giunto a sovrapposizione. I monconi sono raggruppati in tipi, caratterizzati dalla dimensione dell’angolare, ciascuno articolato in un certo numero di lunghezze.

Saranno inoltre realizzati dei piccoli scavi in prossimità del sostegno per la posa dei dispersori di terra con successivo reinterro e costipamento. L’abbinamento tra ciascun sostegno e la relativa fondazione è determinato nel Progetto Unificato Terna mediante apposite “tabelle delle corrispondenze” tra sostegni, monconi e fondazioni. Poiché le fondazioni unificate sono utilizzabili solo su terreni normali di buona e media consistenza, per sostegni posizionati su terreni con scarse caratteristiche geomeccaniche, su terreni instabili o su terreni allagabili, sono progettate fondazioni speciali (pali trivellati, micropali, tiranti in roccia), sulla base di apposite indagini geotecniche. La realizzazione delle fondazioni di un sostegno prende avvio con l’allestimento dei cosiddetti “microcantieri” relativi alle zone localizzate da ciascun sostegno. Essi sono destinati alle operazioni di scavo, getto in cemento armato delle fondazioni, reinterro ed infine all’assemblaggio degli elementi costituenti la tralicciatura del sostegno. Mediamente interessano un’area circostante delle dimensioni di circa 30x30 m e sono immuni da ogni emissione dannosa. Durante la realizzazione delle opere, il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso ciascun “microcantiere” e successivamente il suo utilizzo per il reinterro degli scavi, previo accertamento, durante la fase esecutiva, dell’idoneità di detto materiale per il riutilizzo in sito. In caso contrario, saranno eseguiti appositi campionamenti e il materiale scavato sarà destinato ad idonea discarica, con le modalità previste dalla normativa vigente. In particolare, poiché per l’esecuzione dei lavori non sono utilizzate tecnologie di scavo con impiego di prodotti tali da contaminare le rocce e terre, nelle aree a verde, boschive, agricole, residenziali, aste fluviali o canali in cui sono assenti scarichi, vale a dire nelle aree in cui non sia accertata e non si sospetti potenziale contaminazione, nemmeno dovuto a fonti inquinanti diffuse, il materiale scavato sarà considerato idoneo al riutilizzo in sito.

Per tutte le tipologie di fondazioni, l’operazione successiva consiste nel montaggio dei sostegni, ove possibile sollevando con una gru elementi premontati a terra a tronchi, a fiancate o anche ad aste sciolte.

Infine una volta realizzato il sostegno si procederà alla risistemazione dei “microcantieri”, previo minuzioso sgombero da ogni materiale di risulta, rimessa in pristino delle pendenze del terreno costipato ed idonea piantumazione e ripristino del manto erboso. In complesso i tempi necessari per la realizzazione di un sostegno non superano il mese e mezzo, tenuto conto anche della sosta necessaria per la stagionatura dei getti.

Di seguito vengono riportati, per ciascun tipo di fondazione tipicamente usata per i sostegni in progetto, i volumi di terra scavati e riutilizzati.

Fondazioni a plinto con riseghe

Predisposti gli accessi alle piazzole per la realizzazione dei sostegni, si procede alla pulizia del terreno e allo scavo delle fondazioni. Queste saranno in genere di tipo diretto e dunque si limitano alla realizzazione di 4 plinti agli angoli dei tralici (fondazioni a piedini separati). Ognuna delle quattro buche di alloggiamento della fondazione è realizzata utilizzando un escavatore e avrà dimensioni di circa 3x3 m con una profondità non superiore a 4 m, per un volume medio di scavo pari a circa 30 mc; una volta realizzata l’opera, la parte che resterà in vista sarà costituita dalla parte fuori terra dei colonnini di diametro di circa 1 m. Pulita la superficie di fondo scavo si getta, se ritenuto necessario per un migliore livellamento, un sottile strato di “magrone”. Nel caso di terreni con falda superficiale, si procederà all’agottamento della fossa con una pompa di esaurimento. In seguito si procede con il montaggio dei raccordi di

fondazione e dei piedi, il loro accurato livellamento, la posa dell'armatura di ferro e delle cassetture, il getto del calcestruzzo.

Trascorso il periodo di stagionatura dei getti, si procede al disarmo delle cassetture. Si esegue quindi il reinterro con il materiale proveniente dagli scavi, se ritenuto idoneo, ripristinando il preesistente andamento naturale del terreno. Il materiale di risulta, mediamente meno del 10% di quello scavato, può essere utilizzato in loco per la successiva sistemazione del sito o allocato in discarica.

Pali trivellati

La realizzazione delle fondazioni con pali trivellati avviene come segue.

- Pulizia del terreno; posizionamento della macchina operatrice; realizzazione di un fittone per ogni piedino mediante trivellazione fino alla quota prevista in funzione della litologia del terreno desunta dalle prove geognostiche eseguite in fase esecutiva (mediamente 15 m) con diametri che variano da 1,5 a 1,0 m, per complessivi 15 mc circa per ogni fondazione; posa dell'armatura; getto del calcestruzzo fino alla quota di imposta del traliccio.
- A fine stagionatura del calcestruzzo del trivellato si procederà al montaggio e posizionamento della base del traliccio; alla posa dei ferri d'armatura ed al getto di calcestruzzo per realizzare il raccordo di fondazione al trivellato; ed infine al ripristino del piano campagna ed all'eventuale rinverdimento. Durante la realizzazione dei trivellati, per limitare gli inconvenienti dovuti alla presenza di falda, verrà utilizzata, in alternativa al tubo forma metallico, della bentonite che a fine operazioni dovrà essere recuperata e smaltita secondo le vigenti disposizioni di legge. Anche in questo caso il materiale di risulta può essere riutilizzato per la sistemazione del sito o smaltito in discarica autorizzata.

Micropali

La realizzazione delle fondazioni con micropali avviene come segue.

- Pulizia del terreno; posizionamento della macchina operatrice; realizzazione di una serie di micropali per ogni piedino con trivellazione fino alla quota prevista; posa dell'armatura; iniezione malta cementizia.
- Scavo per la realizzazione dei dadi di raccordo micropali-traliccio; messa a nudo e pulizia delle armature dei micropali; montaggio e posizionamento della base del traliccio; posa in opera delle armature del dado di collegamento; getto del calcestruzzo. Il volume di scavo complessivo per ogni piedino è circa 4 mc.
- A fine stagionatura del calcestruzzo si procederà al disarmo dei dadi di collegamento; al ripristino del piano campagna ed all'eventuale rinverdimento.
- Durante la realizzazione dei micropali, per limitare gli inconvenienti dovuti alla presenza di falda, verrà utilizzato un tubo forma metallico, per contenere le pareti di scavo, che contemporaneamente alla fase di getto sarà recuperato. Anche in questo caso il materiale di risulta può essere riutilizzato per la sistemazione del sito o smaltito in discarica autorizzata.

Tiranti in roccia

La realizzazione delle fondazioni con tiranti in roccia avviene come segue.

- Pulizia del banco di roccia con asportazione del “cappellaccio” superficiale degradato (circa 30 cm) nella posizione del piedino, fino a trovare la parte di roccia più consistente; posizionamento della macchina operatrice per realizzare una serie di ancoraggi per ogni piedino; trivellazione fino alla quota prevista; posa delle barre in acciaio; iniezione di resina sigillante (biacca) fino alla quota prevista;
- Scavo, tramite demolitore, di un dado di collegamento tiranti-traliccio delle dimensioni 1,5 x 1,5 x 1 m; montaggio e posizionamento della base del traliccio; posa in opera dei ferri d'armatura del dado di collegamento; getto del calcestruzzo. Trascorso il periodo di stagionatura dei getti, si procede al disarmo delle cassetture. Si esegue quindi il reinterro con il materiale proveniente dagli scavi, se ritenuto idoneo. Il materiale di risulta, mediamente meno del 10% di quello scavato, può essere utilizzato in loco per la successiva sistemazione del sito o allocato in discarica.

11.3 Possibili indagini per la progettazione definitiva

In fase di progettazione definitiva, sarà valutata la necessità di ricorso alle seguenti tipologie di indagini finalizzate a determinare le caratteristiche di resistenza e deformabilità dei terreni:

- prove penetrometriche, per la valutazione della resistenza al taglio dei terreni interessati dalle fondazioni, fino ad una profondità superiore alla profondità di progetto delle fondazioni;
- sondaggi geognostici e/o pozzetti esplorativi utili a tarare i risultati delle prove penetrometriche;
- parametrizzazione fisico-meccanica dei vari litotipi esistenti nella successione stratigrafica locale, tramite prelievo di campioni indisturbati;
- installazione di piezometri.
- indagini geofisiche per la valutazione della risposta sismica locale per ogni litotipo interessato dalle fondazioni dei sostegni.

Lo scavo di un pozzetto esplorativo consente di verificare in dettaglio la stratigrafia degli strati più superficiali, il livello della falda freatica, lo spessore del terreno vegetale e inoltre consente di prelevare campioni rimaneggiati di terreno e, in presenza di terreni coesivi, campioni indisturbati cubici di ottima qualità, per l'esecuzione di prove di laboratorio.

La profondità massima di scavo è limitata a quella raggiungibile con gli escavatori normalmente in uso, cioè $4 \div 5$ m; tuttavia in presenza di falda, potrà essere anche minore, per problemi di sicurezza.

La profondità del piano di posa della fondazione deve essere scelta e giustificata in relazione alle caratteristiche e alle prestazioni della struttura in elevazione, alle caratteristiche del sottosuolo e alle condizioni ambientali. Il piano di fondazione deve essere situato sotto la coltre di terreno vegetale nonché sotto lo strato interessato dal gelo e da significative variazioni stagionali del contenuto d'acqua. In situazioni nelle quali sono possibili fenomeni di erosione o di scalzamento da parte di acque di scorrimento superficiale, le fondazioni devono essere poste a profondità tale da non risentire di questi fenomeni o devono essere adeguatamente difese.

Nel caso di ancoraggi attivi impiegati per una funzione permanente, devono essere adottati tutti gli accorgimenti costruttivi necessari a garantire la durabilità e l'efficienza del sistema di testata dei tiranti, soprattutto per quelli a trefoli, in particolare nei riguardi della corrosione. Deve inoltre essere predisposto un piano di monitoraggio per verificare il comportamento dell'ancoraggio nel tempo. Esso è da recepire, ove necessario in relazione alla rilevanza dell'opera, nel piano di manutenzione. Nel progetto deve prevedersi la possibilità di successivi interventi di regolazione e/o sostituzione. Se questi requisiti non possono essere soddisfatti, dovranno essere previsti ancoraggi passivi.

12 CONCLUSIONI

L'area interessata dal nuovo elettrodotto Laino – Altomonte 2 ricade nei confini comunali di Altomonte, Castrovillari, San Basile e Saracena, in provincia di Cosenza.

La successione sedimentaria plio-pleistocenica del Bacino di Castrovillari è essenzialmente costituita da sedimenti clastici più o meno grossolani di origine marino-costiera e continentale (depositi olocenici). Evidenze morfo-strutturali sono il risultato della complessa evoluzione del bacino avvenuta durante il Plio-Quaternario e attualmente in atto, come testimoniato dalla tettonica estensionale attiva e dalla sismicità recente.

La morfologia delle valli e delle superfici pianeggianti è di chiara origine strutturale, profondamente incise dai corsi d'acqua che svolgono un'azione erosiva predominante, visibile dalla presenza di apparati alluvionali spesso reincisi e terrazzati.

Per quanto riguarda l'ambiente idrico, gli acquiferi più importanti sono quelli ospitati negli apparati alluvionali terrazzati, caratterizzati dai depositi ghiaioso-sabbiosi pleistocenici, intercalati nelle argille grigio-azzurre, che costituiscono le condizioni per cui le falde acquifere si trovino in pressione. Si tratta di acquiferi porosi con valori medi di permeabilità compresi tra 10^{-3} - 10^{-4} m/s. L'affioramento in larga parte dei depositi più permeabili determina condizioni di buona infiltrazione e alimentazione sotterranea dei corsi d'acqua da parte degli acquiferi alluvionali superficiali. Nei mesi più piovosi prevale comunque il ruscellamento, data l'abbondanza delle piogge, e dunque l'azione erosiva delle acque di scorrimento superficiale.

I territori comunali interessati dal nuovo elettrodotto ricadono in zona sismica 2 (secondo la normativa vigente in ambito di zonazione sismica, OPCM 3274/2003), con livello di pericolosità medio, corrispondente a valori di accelerazione massima al suolo compresi tra 0,225 e 0,275 g. La zona è stata interessata da una frequente attività sismica in tempi recenti, con magnitudo compresa tra 5 e 7, come riportato nei cataloghi storici dei terremoti.

I terreni interessati dalle opere di fondazione sono in gran parte costituiti da alluvioni di natura ghiaioso-sabbiosa, sabbioso-ghiaiosa, sabbiosa, con caratteristiche di capacità portante definite “buone”; mentre nella parte più meridionale del tracciato, da terreni argillosi, con scarse proprietà di resistenza e capacità portante, per cui devono prevedersi ulteriori indagini approfondite, al fine di ottenere i parametri specifici utili al calcolo delle apposite fondazioni descritte nel paragrafo 11.2.

Per la realizzazione di un elettrodotto aereo l'unica fase che comporta movimenti di terra è data dall'esecuzione delle fondazioni dei sostegni. A seconda della tipologia di fondazione da realizzare saranno diverse le attività da condursi ed i movimenti di terra.

Per quanto attiene la valutazione della compatibilità dell'opera, a seguito della realizzazione della linea elettrica non si prevedono impatti significativi per l'assetto geologico e geomorfologico; in particolare le attività di scavo e movimentazione di terra connesse alla realizzazione delle fondazioni sono di entità tale da non alterare lo stato del sottosuolo.

Con riferimento alle possibili interazioni con i dissesti di versante, l'area in esame appare priva di situazione critiche (in base alle zone di dissesto riportate dal Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Calabria). La maggior parte dei sostegni sono infatti previsti sulle superfici pianeggianti dei terrazzi fluviali degli affluenti di destra del fiume Coscile, e in corrispondenza delle scarpate che delimitano tali morfologie. Possibili manifestazioni di instabilità potrebbero tuttavia presentarsi su queste scarpate naturali, durante le fasi di scavo. Per cui si provvederà ad indagini approfondite in fase di progettazione definitiva, per eventuali fondazioni speciali da prevedere in queste zone (capitolo 6).

In prossimità degli attraversamenti dei corsi d'acqua i sostegni sono posti ad adeguata distanza dalle aree di rischio riportate dal Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Calabria. Occorre comunque, a seguito di apposite indagini geognostiche in fase di progettazione definitiva, verificare la necessità di fondazioni speciali, laddove le caratteristiche di resistenza dei terreni siano scarse, in particolare ai margini delle fasce di rischio da inondazione (per eventuali allagamenti, specialmente in terreni argillosi), come per i sostegni n. 20 e 24, posizionati a circa un centinaio di metri dall'alveo, rispettivamente, del fiume Garga e del torrente Tiro.

13 BIBLIOGRAFIA

Cartografia PAI 2001, Autorità di bacino della Calabria. Sito ufficiale: <http://www.adbcalabria.it/>

Ghisetti F., 1979. Evoluzione neotettonica dei principali sistemi di faglie della Calabria Centrale. Boll. Soc. Geol. It., 98, 387-430.

Ghisetti F., Vezzani L., 1982. Strutture tensionali e compressive indotte da meccanismi profondi lungo la Linea del Pollino (Appennino meridionale). Boll. Soc. Geol. It., 101, 385-440.

Michetti A.M., Ferrelì L., Serva L., Vittori E., 1998. Geological evidence for strong historical earthquakes in an "aseismic" region: The Pollino case (Southern Italy). Journal of Geodynamics, 24, 67-86.

Perri E., Schiattarella M., 1997. Evoluzione tettonica quaternaria del Bacino di Morano Calabro (Catena del Pollino, Calabria settentrionale). Boll. Soc. Geol. It., 116, 3-15.

Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici.

Regione Calabria, Piano di Tutela delle Acque. Allegato g: Caratterizzazione idrogeologica

Russo F., Schiattarella M., 1992. Osservazioni preliminari sull'evoluzione morfostrutturale del Bacino di Castrovillari (Calabria settentrionale). Studi Geologici Cametri, vol. speciale 1, 271-278.

Sito INGV: <http://zonesismiche.mi.ingv.it/>

Sito protezione civile per i dati climatici: http://mappe.protezionecivilecalabria.it/ka-map/index_stazioni

Versace P., Ferrari E., Fiorentino M., Gabriele S., Rossi F. "[La valutazione delle piene in Calabria](#)". CNR-GNDICI, LINEA 1, CNR-IRPI, Geodata, Cosenza, 1989, Cartografia.