

P.O. FESR 2007-2013, ASSE 2
LINEA DI INTERVENTO 2.3.1.7

PIANO REGIONALE E INDIRIZZI STRATEGICI PER L'ADEGUAMENTO E IL POTENZIAMENTO DELLE RETI DI MONITORAGGIO E DELLA MODELLISTICA DEI DATI PER FINALITA' DI PROTEZIONE CIVILE

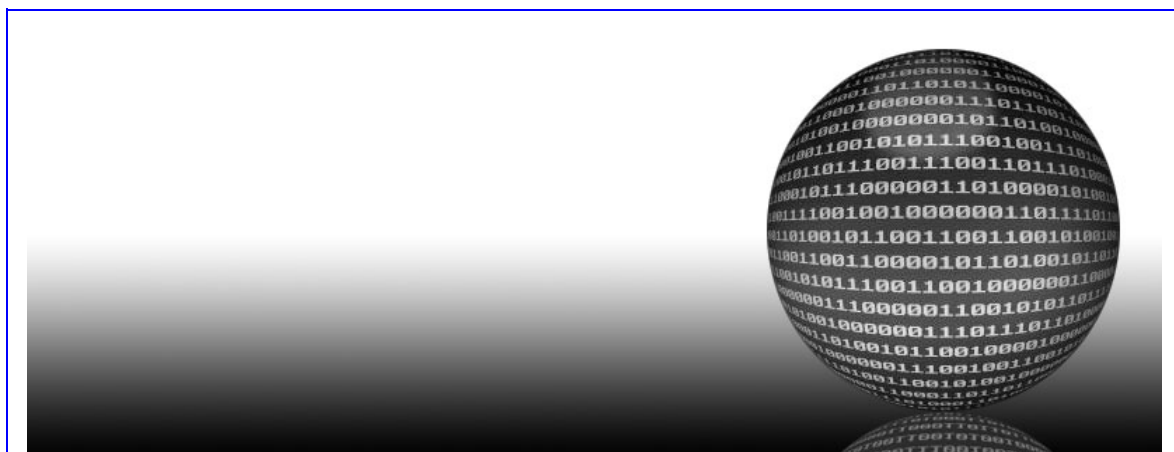


Immagine da: www.kibuz.com

IL DIRIGENTE GENERALE
ING. SALVATORE COCINA

DDG N. 1370 DEL 12 NOV 2009

INDICE

Piano regionale e indirizzi strategici per l'adeguamento e il potenziamento delle reti di monitoraggio e della modellistica dei dati per finalità di protezione civile in tema di RISCHIO IDROGEOLOGICO

pag. 3

redattore: Geol. Giuseppe Basile
collaboratori: Arch. Orsola Bonanno
Arch. Marinella Panebianco
Geom. Cosimo Sinagra

del Servizio Rischi Idrogeologici e Ambientali (DRPC)

Piano regionale e indirizzi strategici per l'adeguamento e il potenziamento delle reti di monitoraggio e della modellistica dei dati per finalità di protezione civile in tema di RISCHIO INDUSTRIALE

pag. 75

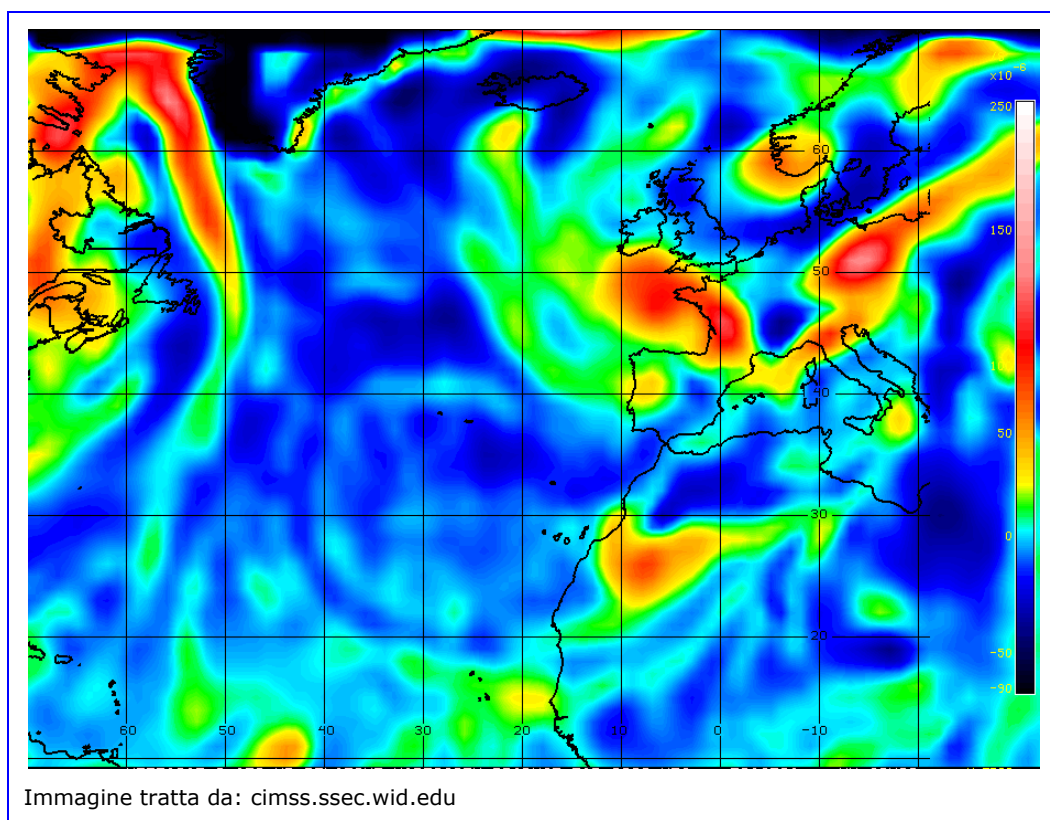
redattore: Arch. Biagio Bellassai
collaboratori: Ing. Ranieri Meloni
Arch. Giuseppe Marziano
Geom. Emanuele Bosco

del Servizio Rischi Industriali, Ambientali e Sanitari (DRPC)

Coordinamento redazionale:

Dott. Geol. Giuseppe Basile (delegato per l'attuazione della Linea di intervento 2.3.1.7)

PIANO REGIONALE E INDIRIZZI STRATEGICI PER L'ADEGUAMENTO E IL POTENZIAMENTO DELLE RETI DI MONITORAGGIO E DELLA MODELLISTICA DEI DATI PER FINALITA' DI PROTEZIONE CIVILE IN TEMA DI RISCHIO IDROGEOLOGICO



**IL DIRIGENTE DEL SERVIZIO
RISCHI IDROGEOLOGICI E AMBIENTALI
DOTT. GEOL. GIUSEPPE BASILE**



INDICE

1. PREMESSE	5
2. DEFINIZIONI E REQUISITI	8
3. ANALISI DI CONTESTO E CRITICITA'	13
3.1 – Le reti di monitoraggio per la Meteorologia	13
3.2 – Le reti di monitoraggio per l'Idrologia	27
3.3 - I radar meteorologici per il Nowcasting	29
3.4 – Gli impianti di monitoraggio per il dissesto idrogeologico	30
3.4.1 – Generalità	30
3.4.2 – Tipologia delle strumentazioni di monitoraggio.....	35
4. ANALISI DEI FABBISOGNI	38
4.1 – Requisiti delle reti di monitoraggio a fini di protezione civile.....	38
4.2 – Il potenziamento delle reti di monitoraggio	42
4.2.1 – Le stazioni di rilevamento per la Meteorologia	42
4.2.2 – Le stazioni di rilevamento per l'Idrologia	47
4.2.3 – La trasmissione in remoto dei dati.....	49
4.3 – Gli impianti di monitoraggio per il dissesto idrogeologico	51
4.4 – Il software per il trattamento dei dati e la modellistica	59
4.4.1 - La modellistica gestionale.....	60
4.4.2 - La modellistica idraulica.....	60
4.4.3 - La modellistica per il rischio geomorfologico	61
4.4.4 - La modellistica per il monitoraggio strumentale.....	64
5. STIMA DEI FABBISOGNI ECONOMICI	65
6. PRIORITA' DI INTERVENTO	71
7. INDICATORI DI REALIZZAZIONE E DI RISULTATO	74

1. PREMESSE

Nel Programma Operativo Regionale FESR 2007-2013 (Asse 2: “Uso efficiente delle risorse naturali”, Obiettivo Specifico 2.3: “Attuare la pianificazione nel settore del rischio idrogeologico, sismico, vulcanico, industriale e ambientale e attuare i piani di prevenzione del rischio sia antropogenico che naturale”, Obiettivo Operativo 2.3.1: “Realizzare interventi infrastrutturali prioritari previsti nei PAI approvati, nella pianificazione di protezione civile e per la prevenzione e mitigazione dei rischi, anche ad integrazione delle specifiche azioni del PRSR Sicilia”) è compresa la Linea di intervento 2.3.1.7: *“Realizzazione di interventi volti all’adeguamento e al potenziamento delle reti di monitoraggio e alla raccolta e trattamento e modellistica dei dati con finalità di protezione civile”* per la quale attuazione il Dipartimento Regionale della Protezione Civile è responsabile.

Le modalità di attuazione della Linea di intervento prevedono la forma della titolarità regionale, previa ricognizione e redazione di apposito piano regionale da parte dei Dipartimenti Responsabili, cui conseguono:

- affidamenti in "house" a società a totale capitale regionale

oppure

- avviso pubblico con graduatoria (per gli interventi che richiedono competenze esterne all’Amministrazione).

I requisiti di ammissibilità per tale linea di intervento, riportati nel documento “Requisiti di ammissibilità e Criteri di selezione” del P.O. FESR 2007-2013, approvato dalla Commissione Europea con decisione C (2007) 4249 del 07/09/2007, sono i seguenti:

- titolarità del soggetto proponente,
- coerenza con il piano di monitoraggio,
- interoperabilità/interfacciamento con le reti di monitoraggio esistenti,
- azione inclusa nel Piano di protezione civile regionale.

La *ratio* della linea di intervento 2.3.1.7 deve essere vista in relazione ai disposti contenuti nella Direttiva P.C.M. del 27 febbraio 2004 che riorganizza il sistema nazionale e regionale delle allerte in tema di protezione civile in un contesto unitario, disciplinando le attività di previsione e prevenzione dei rischi, con compiti specifici demandati a livello statale e regionale (si veda, al riguardo, il Capitolo 2).

I Centri Funzionali Decentrati, previsti dalla richiamata Direttiva, costituiscono l’elemento fondante delle azioni di protezione civile volte alla mitigazione dei rischi e rappresentano, per temi trattati e competenze, una eccezionale occasione per incentivare, sia a livello statale che regionale, la ricerca scientifica, la qualificazione del personale e la dotazione strumentale di apparati di rilevazione dei parametri ambientali e dei relativi effetti al suolo, con finalità applicative ben determinate, come probabilmente mai era stato fatto prima.

A seguito della deliberazione della Giunta Regionale di Governo n. 530 del 19/12/2006, il Dipartimento Regionale della Protezione Civile viene individuato quale l’Ufficio che deve

costituire e gestire il Centro Funzionale Decentrato Multirischio Integrato ai sensi della Direttiva P.C.M. del 27/02/2004.

Per l'avvio della costituzione del Centro Funzionale occorrono attività finalizzate, tra l'altro:

- alla razionalizzazione, integrazione e potenziamento delle reti di monitoraggio (preliminarmente rivolta a quelle per la rilevazione dei parametri meteo-climatici e idrometrici) per il controllo in tempo reale dei fenomeni meteorologici, sia in fase di previsione che in quella di prevenzione dei rischi di natura idrogeologica e idraulica e per la conseguente mitigazione dei loro effetti;
- alla definizione della modellistica necessaria al trattamento dei dati.

Pertanto, gli interventi compresi nel P.O. FESR 2007-2013 e quelli relativi alla costituzione e all'avvio del Centro Funzionale Decentrato devono essere considerati in modo unitario nell'ambito di un'efficace e razionale azione di sistema regionale.

Alla luce delle ricognizioni effettuate dal DRPC in questi anni nell'ambito degli Uffici regionali, emerge la mancanza di una strategia volta a raggiungere obiettivi condivisi:

- esistono due reti di rilevazione dei parametri meteo-climatici (del Settore Osservatorio delle Acque e del Sistema Informativo Agrometeorologico Siciliano), nate per scopi diversi e con caratteristiche strumentali differenti, che non “dialogano” tra loro ma che, con opportuni accorgimenti tecnici, potrebbero essere messe a sistema per utilizzarle a fini di protezione civile;
- esistono reti di rilevazione dei parametri ambientali (delle Province, dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente, di aziende di settore) che, pur essendo slegate e indipendenti tra loro, costituiscono un buon potenziale, se opportunamente strutturate, per gli scopi di tutela della popolazione e dell'ambiente e di previsione e prevenzione dei rischi che si prefigge la citata Direttiva;
- gli studi e i monitoraggi condotti finora in tema di rischio idrogeologico su versanti e centri abitati soggetti a fenomeni franosi, finanziati anche fondi strutturali, sono privi di un qualunque criterio volto all'allertamento per la protezione civile, requisito questo che viene ormai richiesto in tutte le ordinanze emanate dal Presidente del Consiglio dei Ministri proprio per allineare gli interventi ai disposti della Direttiva P.C.M. del 27/02/2004;
- le iniziative degli stessi istituti universitari volte all'analisi dei fenomeni idraulici e idrogeologici, così come di altre manifestazioni della natura, sono prive di qualsiasi legame e connessione con i disposti della Direttiva e con le esigenze di protezione civile;
- le banche dati di settore, che sicuramente conterranno preziosi archivi utili allo studio e comprensione di molti fenomeni potenzialmente calamitosi, non sono disponibili.

È fuori di dubbio che la mancanza di una unicità di indirizzi e metodologie possa attribuirsi alla frammentazione di competenze tecnico-amministrative nell'ambito dello stesso organismo regionale e alla radicata consuetudine di non facilitare l'approccio interdisciplinare; tuttavia, l'impulso che offre la non eludibile applicazione della Direttiva P.C.M. del 27/02/2004, insieme al sostegno fornito dal P.O. FESR 2007-2013, costituiscono una valida e imperdibile incentivazione a realizzare quel raccordo e quell'integrazione indispensabili ad una efficiente ed efficace azione

regionale volta alla mitigazione dei rischi a vantaggio dell'integrità della popolazione e dei beni antropici e ambientali.

Per le attribuzioni derivanti dall'art. 12, comma 2, della Legge n. 225/92, dall'art. 108, comma 1, punti 1 e 3, del Decreto Legislativo n. 112/98, dall'art. 2 della Legge Regionale n. 14/98 e dalla deliberazione della Giunta Regionale n. 530/2006, il Dipartimento Regionale della Protezione Civile ha le competenze nella predisposizione di documenti di programmazione e di indirizzo in tema di protezione civile.

In ragione di quanto sopra, nel presente documento vengono delineati gli indirizzi regionali per soddisfare i fabbisogni della Regione in tema di:

- A) potenziamento e adeguamento delle reti di monitoraggio per il controllo dei fenomeni di natura meteorologica e idrogeologica;
- B) raccolta, trattamento e modellistica dei dati a fini di protezione civile.

L'attuazione della linea di intervento rappresenta un importante elemento di novità nel panorama delle azioni intraprese dalla Regione Siciliana nell'ambito degli impegni di programmazione in quanto:

- 1) potenzia la capacità di comprensione dei fenomeni fisici e quindi contribuisce a migliorare la capacità di risposta del sistema regionale di protezione civile che è finalizzata alla prevenzione e mitigazione dei rischi per la popolazione e per i beni;
- 2) potenzia e razionalizza la rete di monitoraggio esistente rendendo omogenee le tecniche e le procedure di acquisizione dei dati;
- 3) favorisce la prassi della condivisione, interlocuzione e scambio tra i diversi Dipartimenti regionali che possono, in modo del tutto autonomo per i propri scopi istituzionali, utilizzare i dati "messi a sistema";
- 4) valorizza gli investimenti effettuati in precedenti programmi poiché "tiene in vita" gli impianti realizzati, altrimenti destinati all'inutilizzo e quindi al progressivo abbandono;
- 5) permette lo sviluppo di nuove tecnologie tese a rendere più efficienti ed efficaci gli strumenti di rilevazione in continuo di alcuni parametri fisici e quelle per la trasmissione e condivisione dei dati anche attraverso strumenti informatici e internet; ciò costituisce, nell'ottica delle strategie comunitarie, un imprescindibile requisito per permettere la veicolazione delle informazioni e, inoltre, consente la definizione di "know-how" efficaci anche in altri campi della tecnica;
- 6) favorisce la ricerca tecnico-scientifica grazie allo sforzo orientato alla comprensione dei fenomeni fisici con i relativi e consequenziali effetti al suolo; infatti, i nuovi dati che saranno messi a disposizione dal monitoraggio strumentale saranno utili alla predisposizione degli scenari di evento e di rischio che costituiscono gli elementi basilari per un corretto approccio alle tematiche della previsione e prevenzione dei rischi di tale natura.

2. DEFINIZIONI E REQUISITI

Per “monitoraggio” si intende una qualunque azione volta al controllo sistematico di una situazione o un processo (fisico, economico, sociale, politico, ecc).

In tema di protezione civile, il monitoraggio è essenzialmente rivolto a quelle variabili ambientali che possono comportare situazioni di criticità al sistema ambientale, infrastrutturale e socio-economico quali:

- i parametri climatici (precipitazioni, temperature, umidità, venti, moto ondoso),
- le deformazioni dei versanti (superficiali e profonde),
- le portate fluviali,
- la qualità dell'aria (emissioni di gas),
- i fenomeni endogeni (risalite di magma, terremoti) ed esogeni (fuoriuscite di magma, gas e ceneri),
- le falde idriche e la qualità delle acque in genere.

I sistemi di monitoraggio variano in funzione dei fenomeni da osservare e seguire e, in linea di principio, possono essere distinti in:

- sistemi di monitoraggio non strumentale (o a vista),
- sistemi di monitoraggio strumentale che, a loro volta, vanno qualificati in:
 - discreti, in genere di tipo manuale,
 - ad alta frequenza di campionamento, in genere di tipo elettrico,
 - continui, in genere di tipo elettrico.

Gli ultimi due tipi di sistema presuppongono l'utilizzo di dispositivi elettronici di immagazzinamento con eventuale trasmissione in tempo reale dei dati acquisiti ad una stazione remota.

I sistemi di monitoraggio strumentale continui sono i più evoluti e devono essere associati, affinché abbiano una valenza in termini di controllo, a processi di trattamento dei dati per le finalità specifiche a cui sono rivolti: nei casi si debba attivare una procedura connessa al raggiungimento di soglie di allerta, è necessario disporre di indicatori di riferimento derivanti da modellazioni analitiche dei fenomeni studiati.

E' importante sottolineare che, in mancanza di dati storici, il modello cui riferire i parametri di allerta può essere avviato solo dopo un periodo di registrazioni strumentali associate a riscontri empirici.

Pertanto, reti di monitoraggio e modellistica sono aspetti progettuali che vanno considerati insieme per rendere efficaci gli strumenti di controllo di un determinato fenomeno.

Per individuare i requisiti necessari che devono avere i sistemi di monitoraggio in protezione civile, occorre fare riferimento alla più recente normativa in materia che è rappresentata dalla **Direttiva P.C.M. del 27/02/2004** (*Indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di*

allertamento nazionale, statale e regionale per il rischio idrogeologico e idraulico ai fini di protezione civile).

L'obiettivo della Direttiva è quello di:

- individuare le autorità a cui compete la decisione e la responsabilità di allertare il sistema della protezione civile ai diversi livelli, statale e regionale, e nelle diverse fasi dell'eventuale manifestarsi, nonché del manifestarsi, di calamità, catastrofi e altri eventi che possano determinare o che determinino situazioni di rischio,
- identificare i soggetti istituzionali e gli organi territoriali coinvolti nelle attività di previsione e prevenzione del rischio e di gestione dell'emergenza, nonché i loro legami funzionali ed organizzativi al fine di sostenere le autorità di protezione civile, sia in tale decisione ed assunzione di responsabilità che nella organizzazione ed attuazione di adeguate azioni di contrasto del rischio stesso,
- chiarire e disciplinare, nell'ambito del quadro legislativo vigente, i rapporti tra i soggetti e le attività in materia di difesa del suolo e di protezione civile,
- disciplinare i rapporti funzionali e di collaborazione tra il sistema di protezione civile statale e regionale e gli altri soggetti istituzionali preposti,
- stabilire gli strumenti e le modalità con cui le informazioni relative all'insorgenza ed evoluzione del rischio idrogeologico ed idraulico, legate al manifestarsi di eventi meteoidrologici particolarmente intensi tali da generare nelle diverse aree del Paese situazioni di dissesto per il territorio, nonché di pericolosità per la popolazione, devono essere raccolte, analizzate e rese disponibili alle autorità, ai soggetti istituzionali ed agli organi territoriali individuati e coinvolti nel sistema e nelle attività di protezione civile,
- organizzare il sistema di allerta nazionale distribuito, ferme restando le prerogative in materia di legislazione concorrente e nel rispetto delle competenze delle Regioni a statuto ordinario e quelle autonome a statuto speciale.

La Direttiva stabilisce che la gestione del sistema di allerta nazionale è assicurata dal Dipartimento della protezione civile, dalle Regioni attraverso la rete dei Centri Funzionali, nonché dalle strutture regionali e dai Centri di Competenza chiamati a concorrere funzionalmente ed operativamente a tale rete, così come stabilito dall'ordinanza n. 3134 del 10 maggio 2001 (*Misure urgenti per il completamento del programma di potenziamento delle reti di monitoraggio meteo-idro-pluviometrico ... nonché per il programma di copertura di radar meteorologici del territorio nazionale ...*), e così come modificata dall'ordinanza n. 3260 del 27 dicembre 2002 (*Disposizioni urgenti per ... la mitigazione del rischio idrogeologico e idrico, per il potenziamento e l'attuazione delle reti radar e pluvio-idrometriche nel territorio nazionale ...*), e realizzata secondo il progetto approvato, nella seduta del 15 gennaio 2002, dal Comitato tecnico di cui alla legge n. 267/1998 e al DPCM 15/12/1998.

Ciascuna Regione deve indirizzare e/o stabilire le procedure e le modalità di allertamento del proprio sistema di protezione civile ai diversi livelli, regionale, provinciale e comunale ai sensi del decreto legislativo n. 112/1998, della legge n. 401/2001 e della normativa regionale in materia di protezione civile, nonché secondo le indicazioni della Direttiva P.C.M. del 27/02/2004 ed i criteri di massima per la pianificazione d'emergenza già emanati dal Dipartimento della protezione civile.

A tal fine il sistema di allerta nazionale prevede:

- una **fase previsionale** costituita dalla valutazione, sostenuta da una adeguata modellistica numerica, della situazione meteorologica, nivologica, idrologica, idraulica e geomorfologica attesa, nonché degli effetti che tale situazione può determinare sull'integrità della vita, dei beni, degli insediamenti e dell'ambiente;
- una **fase di monitoraggio e sorveglianza**, articolata in:
 - i) osservazione qualitativa e quantitativa, diretta e strumentale, dell'evento meteoidrologico ed idrogeologico in atto,
 - ii) previsione a breve dei relativi effetti attraverso il now casting meteorologico e/o modelli afflussi-deflussi inizializzati da misure raccolte in tempo reale.

Le precedenti fasi attivano:

- la **fase di prevenzione del rischio**, attraverso sia azioni, anche di contrasto dell'evento, incluse nei Programmi regionali di previsione e prevenzione, che interventi urgenti anche di natura tecnica, così come previsto dall'art. 108 del decreto legislativo n. 112/1998;
- le diverse **fasi della gestione dell'emergenza**, in attuazione dei Piani d'emergenza regionali, provinciali e comunali, redatti sulla base di indirizzi regionali, relativi anche all'organizzazione funzionale degli stessi interventi urgenti.

I Programmi regionali di previsione e prevenzione, oltre a recepire le funzioni, i compiti e l'organizzazione delle fasi di previsione, monitoraggio e sorveglianza, devono altresì promuovere l'organizzazione funzionale ed operativa del servizio di piena e di pronto intervento idraulico, di cui al R.D. n. 523/1904 e al R.D. n. 2669/1937 e successive modifiche ed integrazioni, nell'ambito dei presidi territoriali, così come stabilito dalla Direttiva in parola.

La Direttiva P.C.M. del 27/02/2004 precisa il ruolo dei Centri Funzionali che hanno il compito di far confluire, concentrare e integrare tra loro:

- i **dati qualitativi e quantitativi** rilevati dalle reti meteoidro-pluviometriche, dalla rete radarmeteorologica nazionale, dalle diverse piattaforme satellitari disponibili per l'osservazione della terra;
- i **dati territoriali** idrologici, geologici, geomorfologici e quelli derivanti dai sistemi di monitoraggio delle frane;
- le **modellazioni** meteorologiche, idrologiche, idrogeologiche ed idrauliche.

Ai fini delle funzioni e dei compiti valutativi e decisionali, nonché delle conseguenti assunzioni di responsabilità, la rete dei Centri Funzionali è costituita dai Centri Funzionali regionali, o decentrati, e da un Centro Funzionale statale, o centrale, presso il Dipartimento della protezione civile.

Le attività dei Centri Funzionali possono essere così schematizzate:

- **assimilazione** dei dati osservati e relativa elaborazione delle previsioni degli eventi meteorologici attesi,
- **previsione** degli effetti al suolo di tali eventi,
- **valutazione** dei livelli di criticità attesi sul territorio,
- **monitoraggio e sorveglianza** dei fenomeni e degli effetti.



Il servizio svolto dalla rete dei Centri Funzionali comprende, altresì, sia la gestione della rete stessa e il continuo controllo della sua corretta operatività tanto nel tempo reale quanto nel tempo differito che una attività di progettazione e realizzazione degli adeguamenti e degli ampliamenti necessari, nonché la permanente attività di studio, definizione ed aggiornamento delle zone, delle soglie di allerta e dei relativi scenari.

La finalità di tali compiti è di fornire un servizio continuativo per tutti i giorni dell'anno e, se del caso, su tutto l'arco delle 24 ore giornaliere che sia di supporto alle decisioni delle autorità competenti per le allerte e per la gestione dell'emergenza, nonché assolvere alle necessità operative dei sistemi di protezione civile.

In sede di Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome, nella riunione della “Commissione Protezione Civile - Tavolo tecnico interregionale” convocata dalla Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia (coordinatrice per materia), tenutasi in data 20 luglio 2006, è stata evidenziata la necessità di definire più estesamente le funzioni da attribuire ai Centri Funzionali inquadrati nel sistema integrato di Protezione Civile, concordando all'unanimità di richiamare la definizione dei Centri Funzionali Regionali elaborata in sede di Tavolo tecnico interregionale nella riunione del 2 febbraio 2006 ed approvata dalla Commissione politica degli Assessori nella seduta del 21 febbraio 2006: *“Nell’ambito del Sistema nazionale integrato di Protezione civile, nei Centri funzionali di protezione civile debbono confluire in tempo reale tutti i sistemi regionali di sorveglianza fisica del territorio, pertanto i Centri funzionali devono essere multirischio ed integrati nelle rispettive strutture regionali di protezione civile, alle quali competono le funzioni di previsione, allerta e coordinamento delle emergenze”*.

In considerazione di quanto sopra, il Centro Funzionale Decentrato Multirischio, che sulla base di disposti della delibera della Giunta Regionale di Governo n. 530 del 19/12/2006 è incardinato nel Dipartimento Regionale della Protezione Civile, dovrà essere in grado di reperire i dati necessari all'emissione degli avvisi di criticità, sia in fase di previsione che in corso di evento, cui conseguono le successive fasi di attivazione delle procedure per la mitigazione dei rischi.

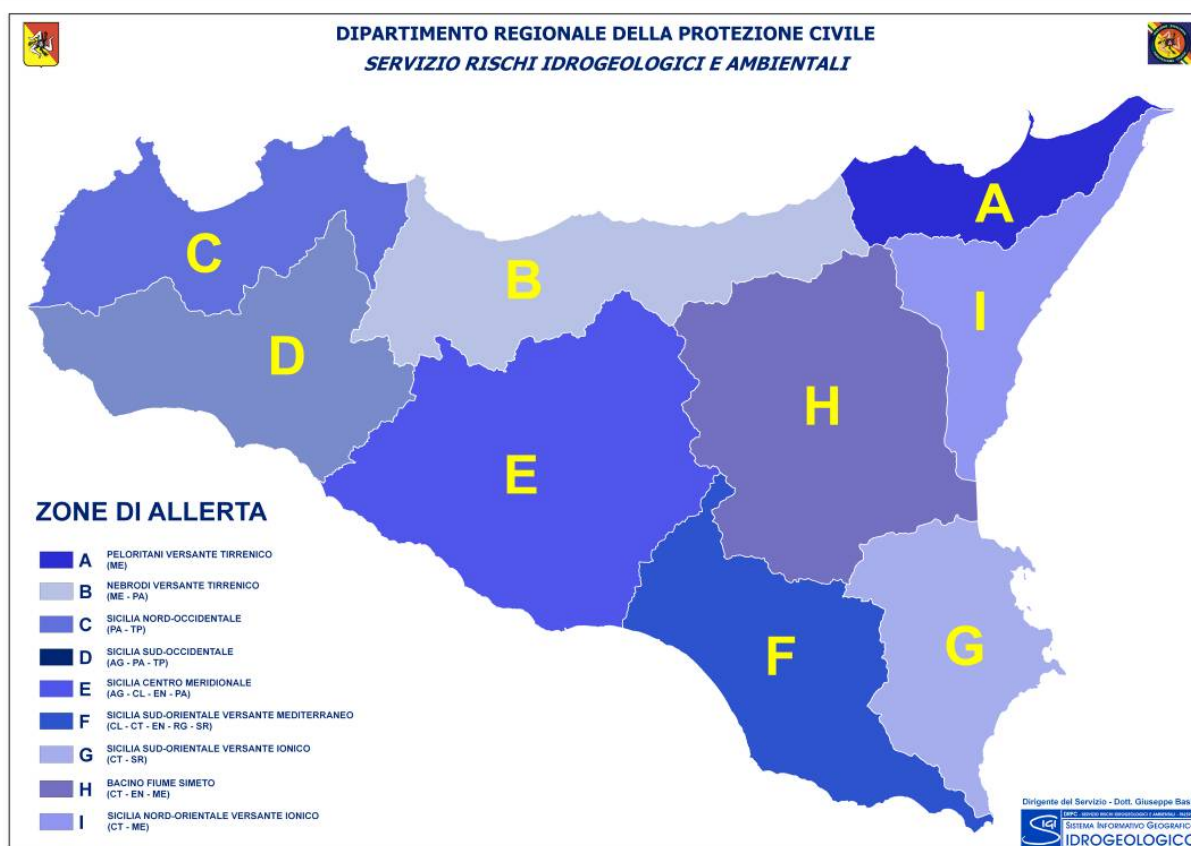
Ai fini di quanto sopra, è necessario che i dati siano acquisiti e trattati con standard adeguati al tipo di attività da svolgere. In sintesi, ai fini di protezione civile, le reti di monitoraggio, gli studi e la modellistica hanno i seguenti obiettivi principali:

- acquisire dati riguardanti i fenomeni naturali;
- trattare i dati in maniera da poter disporre di valutazioni significative sui fenomeni;
- stabilire soglie di criticità al superamento delle quali far scattare le varie fasi dell'allerta;
- predisporre, quale conseguenza ultima, i piani di protezione civile nell'ambito dei quali devono poter essere descritti: a) gli scenari di evento con i rispettivi precursori, b) gli scenari di rischio mediante l'incrocio tra pericolosità, esposizione e vulnerabilità dei beni, c) il modello di intervento, ossia la pianificazione programmata delle azioni che il sistema di protezione civile deve porre in essere per la mitigazione degli effetti dei fenomeni.

Le indicazioni riportate nei capitoli seguenti fanno spesso riferimento alle Zone di Allerta: si tratta di ambiti territoriali nei quali è stato ritenuto che vi fosse un'omogenea distribuzione di alcuni parametri meteo-climatici.

Le nove Zone di Allerta individuate dal Settore Osservatorio delle Acque sono quelle mostrate nella figura seguente.

- A: Sicilia Nord-Orientale, versante tirrenico (prov. di ME)
B: Sicilia Centro-Settentrionale, versante tirrenico (prov. di ME, PA)
C: Sicilia Nord-Occidentale (prov. di PA, TP)
D: Sicilia Sud-Occidentale (prov. di AG, PA, TP)
E: Sicilia Centro-Meridionale (prov. di AG, CL, EN, PA)
F: Sicilia Sud-Orientale, versante Stretto di Sicilia (prov. di CL, CT, EN, RG, SR)
G: Sicilia Sud-Orientale, versante ionico (prov. di CT, SR)
H: Bacino del Fiume Simeto (prov. di CT, EN, ME)
I: Sicilia Nord-Orientale, versante ionico (prov. di CT, ME)



3. ANALISI DI CONTESTO E CRITICITA'

Esiste una stretta correlazione tra eventi naturali, legati all'andamento e distribuzione dei parametri meteorologici, ed effetti al suolo che possono arrecare danni all'uomo, al patrimonio, all'ambiente: frane e alluvioni sono correlate alle precipitazioni, ondate di calore e incendi sono correlati alle temperature, umidità e venti, le mareggiate sono causate dai venti.

I dati delle stazioni meteorologiche hanno diverse applicazioni tra le quali si citano:

- misura per il controllo dell'evoluzione dei fenomeni di precipitazione, piene fluviali, ondate di calore e incendi boschivi; requisiti essenziali: **tempo reale, rappresentatività del fenomeno su base territoriale**;
- visualizzazione della distribuzione delle precipitazioni e delle temperature per studi e valutazioni sui fenomeni idrogeologici e sugli effetti al suolo; requisiti essenziali: **rappresentatività del fenomeno su base territoriale**;
- analisi statistiche per la correlazione piogge-tempi di ritorno-effetti al suolo; requisiti essenziali: **rappresentatività del fenomeno su base territoriale, banca-dati**.

Nel territorio regionale vengono registrati fenomeni fisici da diversi Enti, con diverse apparecchiature e per diversi fini.

A fronte della quantità di dati acquisiti, però, si assiste a una mancanza di concentrazione delle informazioni - che comporta "isole di conoscenza" - che poco o nulla giova al sistema regionale di protezione civile così come dovrebbe essere configurato nella logica della rete dei Centri Funzionali ai sensi della Direttiva P.C.M. del 27/02/2004.

3.1 – Le reti di monitoraggio per la Meteorologia

Storicamente, è sempre stato il Servizio Idrografico a occuparsi della gestione, rilevazione e pubblicazione dei dati climatici e idrologici. Oggi, il Servizio Idrografico, dopo essere stato Ufficio Idrografico Regionale (UIR), è divenuto Settore Osservatorio delle Acque nell'ambito dell'Agenzia Regionale Rifiuti e Acque.

Oltre a quella convenzionale, l'Osservatorio gestisce una rete di circa 220 stazioni meteorologiche (termo-pluviometri; idrometri; igrometri; piezometri) con acquisizione dei dati in tempo reale. Le misure vengono trasmesse ad un server centrale mediante Short Message System, con frequenza variabile in funzione dell'intensità di pioggia. I dati di un numero limitato di stazioni fiduciarie (circa 63 – **RETE ARRA-1**, vedi elenco che segue) possono essere visualizzati mediante collegamento web al sito: www.sicilia.envirtech.it.

Tuttavia, vi sono alcuni aspetti che non soddisfano le necessità della protezione civile, quali:

- a) i dati non sono permanenti (vengono aggiornati periodicamente, con intervalli di qualche ora, e non sono più recuperabili);
- b) i dati non sono trattabili, cioè non è possibile sapere se la quantità di pioggia rilevata è critica o meno in rapporto ad altri parametri di riferimenti;
- c) la mera elencazione dei dati in ciascuna stazione non fornisce una rappresentazione grafica per consentire di avere un quadro complessivo, in tempo reale, della loro distribuzione territoriale.



<table><tr><th>STAZIONI Oss Acq</th><th>ZONA</th></tr><tr><td>CASTROREALE</td><td>A</td></tr><tr><td>MILAZZO</td><td>A</td></tr><tr><td>TRIPI</td><td>A</td></tr></table>	STAZIONI Oss Acq	ZONA	CASTROREALE	A	MILAZZO	A	TRIPI	A	<table><tr><th>STAZIONI Oss Acq</th><th>ZONA</th></tr><tr><td>CACCAMO</td><td>B</td></tr><tr><td>CEFALU'</td><td>B</td></tr><tr><td>GERACI SICULO</td><td>B</td></tr><tr><td>MISTRETTA</td><td>B</td></tr><tr><td>SAN FRATELLO</td><td>B</td></tr><tr><td>SCILLATO</td><td>B</td></tr><tr><td>TORTO A BIVIO CERDA</td><td>B</td></tr><tr><td>TUSA</td><td>B</td></tr><tr><td>VICARI (PONTE S. GIUSEPPE)</td><td>B</td></tr></table>	STAZIONI Oss Acq	ZONA	CACCAMO	B	CEFALU'	B	GERACI SICULO	B	MISTRETTA	B	SAN FRATELLO	B	SCILLATO	B	TORTO A BIVIO CERDA	B	TUSA	B	VICARI (PONTE S. GIUSEPPE)	B																						
STAZIONI Oss Acq	ZONA																																																		
CASTROREALE	A																																																		
MILAZZO	A																																																		
TRIPI	A																																																		
STAZIONI Oss Acq	ZONA																																																		
CACCAMO	B																																																		
CEFALU'	B																																																		
GERACI SICULO	B																																																		
MISTRETTA	B																																																		
SAN FRATELLO	B																																																		
SCILLATO	B																																																		
TORTO A BIVIO CERDA	B																																																		
TUSA	B																																																		
VICARI (PONTE S. GIUSEPPE)	B																																																		
<table><tr><th>STAZIONI Oss Acq</th><th>ZONA</th></tr><tr><td>ALCAMO</td><td>C</td></tr><tr><td>CALATAFIMI</td><td>C</td></tr><tr><td>CINISI</td><td>C</td></tr><tr><td>MARSALA</td><td>C</td></tr><tr><td>PALERMO ZOOTECNICO</td><td>C</td></tr><tr><td>TRAPANI</td><td>C</td></tr></table>	STAZIONI Oss Acq	ZONA	ALCAMO	C	CALATAFIMI	C	CINISI	C	MARSALA	C	PALERMO ZOOTECNICO	C	TRAPANI	C	<table><tr><th>STAZIONI Oss Acq</th><th>ZONA</th></tr><tr><td>CONTESSA ENTELLINA</td><td>D</td></tr><tr><td>MAZARA DEL VALLO</td><td>D</td></tr><tr><td>PIANA DEGLI ALBANESI</td><td>D</td></tr><tr><td>RIBERA</td><td>D</td></tr><tr><td>SALEMI</td><td>D</td></tr><tr><td>SANTA MARGHERITA</td><td>D</td></tr><tr><td>SANTA NINFA</td><td>D</td></tr></table>	STAZIONI Oss Acq	ZONA	CONTESSA ENTELLINA	D	MAZARA DEL VALLO	D	PIANA DEGLI ALBANESI	D	RIBERA	D	SALEMI	D	SANTA MARGHERITA	D	SANTA NINFA	D																				
STAZIONI Oss Acq	ZONA																																																		
ALCAMO	C																																																		
CALATAFIMI	C																																																		
CINISI	C																																																		
MARSALA	C																																																		
PALERMO ZOOTECNICO	C																																																		
TRAPANI	C																																																		
STAZIONI Oss Acq	ZONA																																																		
CONTESSA ENTELLINA	D																																																		
MAZARA DEL VALLO	D																																																		
PIANA DEGLI ALBANESI	D																																																		
RIBERA	D																																																		
SALEMI	D																																																		
SANTA MARGHERITA	D																																																		
SANTA NINFA	D																																																		
<table><tr><th>STAZIONI Oss Acq</th><th>ZONA</th></tr><tr><td>AGRIGENTO</td><td>E</td></tr><tr><td>ALIMENA</td><td>E</td></tr><tr><td>CALTANISSETTA</td><td>E</td></tr><tr><td>CAMMARATA VIVAIO</td><td>E</td></tr><tr><td>CAMPOBELLO DI LICATA</td><td>E</td></tr><tr><td>CANICATTI</td><td>E</td></tr><tr><td>CATTOLICA ERACLEA</td><td>E</td></tr><tr><td>ENNA</td><td>E</td></tr><tr><td>LICATA</td><td>E</td></tr><tr><td>MARIANOPOLI</td><td>E</td></tr><tr><td>SAN BIAGO PLATANI</td><td>E</td></tr><tr><td>XIRENI</td><td>E</td></tr></table>	STAZIONI Oss Acq	ZONA	AGRIGENTO	E	ALIMENA	E	CALTANISSETTA	E	CAMMARATA VIVAIO	E	CAMPOBELLO DI LICATA	E	CANICATTI	E	CATTOLICA ERACLEA	E	ENNA	E	LICATA	E	MARIANOPOLI	E	SAN BIAGO PLATANI	E	XIRENI	E	<table><tr><th>STAZIONI Oss Acq</th><th>ZONA</th></tr><tr><td>BUTERA</td><td>F</td></tr><tr><td>CALTAGIRONE</td><td>F</td></tr><tr><td>CHIARAMONTE GULFI</td><td>F</td></tr><tr><td>GELA</td><td>F</td></tr><tr><td>ISPICA</td><td>F</td></tr><tr><td>PIAZZA ARMERINA</td><td>F</td></tr><tr><td>RAGUSA</td><td>F</td></tr><tr><td>SAN CONO</td><td>F</td></tr><tr><td>SANTA CROCE CAMERINA</td><td>F</td></tr><tr><td>VITTORIA</td><td>F</td></tr><tr><td>VIZZINI</td><td>F</td></tr></table>	STAZIONI Oss Acq	ZONA	BUTERA	F	CALTAGIRONE	F	CHIARAMONTE GULFI	F	GELA	F	ISPICA	F	PIAZZA ARMERINA	F	RAGUSA	F	SAN CONO	F	SANTA CROCE CAMERINA	F	VITTORIA	F	VIZZINI	F
STAZIONI Oss Acq	ZONA																																																		
AGRIGENTO	E																																																		
ALIMENA	E																																																		
CALTANISSETTA	E																																																		
CAMMARATA VIVAIO	E																																																		
CAMPOBELLO DI LICATA	E																																																		
CANICATTI	E																																																		
CATTOLICA ERACLEA	E																																																		
ENNA	E																																																		
LICATA	E																																																		
MARIANOPOLI	E																																																		
SAN BIAGO PLATANI	E																																																		
XIRENI	E																																																		
STAZIONI Oss Acq	ZONA																																																		
BUTERA	F																																																		
CALTAGIRONE	F																																																		
CHIARAMONTE GULFI	F																																																		
GELA	F																																																		
ISPICA	F																																																		
PIAZZA ARMERINA	F																																																		
RAGUSA	F																																																		
SAN CONO	F																																																		
SANTA CROCE CAMERINA	F																																																		
VITTORIA	F																																																		
VIZZINI	F																																																		
<table><tr><th>STAZIONI Oss Acq</th><th>ZONA</th></tr><tr><td>AUGUSTA</td><td>G</td></tr><tr><td>CIANE</td><td>G</td></tr><tr><td>SORTINO</td><td>G</td></tr></table>	STAZIONI Oss Acq	ZONA	AUGUSTA	G	CIANE	G	SORTINO	G	<table><tr><th>STAZIONI Oss Acq</th><th>ZONA</th></tr><tr><td>AGIRA</td><td>H</td></tr><tr><td>BRONTE</td><td>H</td></tr><tr><td>CATENANUOVA</td><td>H</td></tr><tr><td>CERAMI</td><td>H</td></tr><tr><td>NICOSIA</td><td>H</td></tr><tr><td>RAMACCA</td><td>H</td></tr><tr><td>TROINA</td><td>H</td></tr></table>	STAZIONI Oss Acq	ZONA	AGIRA	H	BRONTE	H	CATENANUOVA	H	CERAMI	H	NICOSIA	H	RAMACCA	H	TROINA	H																										
STAZIONI Oss Acq	ZONA																																																		
AUGUSTA	G																																																		
CIANE	G																																																		
SORTINO	G																																																		
STAZIONI Oss Acq	ZONA																																																		
AGIRA	H																																																		
BRONTE	H																																																		
CATENANUOVA	H																																																		
CERAMI	H																																																		
NICOSIA	H																																																		
RAMACCA	H																																																		
TROINA	H																																																		



STAZIONI Oss Acq	ZONA
ACIREALE	I
CATANIA IST. D'AGRARIA	I
LINGUAGLOSSA	I
MESSINA IST.GEOFISICO	I
ZAFFERANA ETNEA	I

Da diversi anni il Sistema Informativo Agrometeorologico Siciliano (SIAS) dell'Assessorato Regionale Agricoltura e Foreste gestisce una propria rete di stazioni climatiche (termo-pluviometri; igrometri; anemometri) per scopi legati all'agricoltura; tuttavia, l'informazione su piogge e temperature è utile anche per la protezione civile. I dati provenienti dalle 94 stazioni vengono trasmessi mediante via cavo (su chiamata telefonica); il *polling* e la post-elaborazione avvengono automaticamente mediante appositi software gestionali.

Il SIAS effettua pure previsioni meteorologiche con un modello a scala limitata (SILAM) a maglia 10.x.10 km e 5.x.5 km; le previsioni vengono sviluppate su base oraria H48, H24, H12, H6, H3. I dati vengono quotidianamente resi disponibili sul sito internet: www.sias.regione.sicilia.it.

Per la regolarità e per le modalità informatiche con cui i dati vengono pubblicati, il SIAS è la principale fonte di informazioni di cui attualmente dispone il Dipartimento Regionale della Protezione Civile sebbene non vi sia la possibilità dell'osservazione in tempo reale.

Nella tabella seguente vengono elencate le stazioni della **RETE SIAS**.



STAZIONI SIAS	ZONA	STAZIONI SIAS	ZONA
Leni (Isola di Salina)	A	Alia	B
Messina	A	Caronia Buzza	B
Montalbano Elicona	A	Caronia Pomiere	B
Naso	A	Castelbuono	B
Novara di Sicilia	A	Gangi	B
Patti	A	Lascari	B
S. Pier Niceto	A	Mezzojuso	B
Torregrotta	A	Militello Rosmarino	B
		Mistretta	B
		Petralia Sottana	B
		Pettineo	B
		Polizzi Generosa	B
		S. Fratello	B
		Termini Imerese	B

STAZIONI SIAS	ZONA	STAZIONI SIAS	ZONA
Calatafimi	C	Bivona	D
Camporeale	C	Castelvetrano	D
Castellammare del Golfo	C	Contessa Entellina	D
Erice	C	Corleone	D
Marsala	C	Giuliana	D
Misilmeri	C	Mazara del Vallo	D
Monreale Vigna d'Api	C	Prizzi	D
Palermo	C	Ribera	D
Partinico	C	Salemi	D
Trapani Fontanasalsa	C	Sciacca	D
Trapani Fulgatore	C	Monreale Bifarera	D



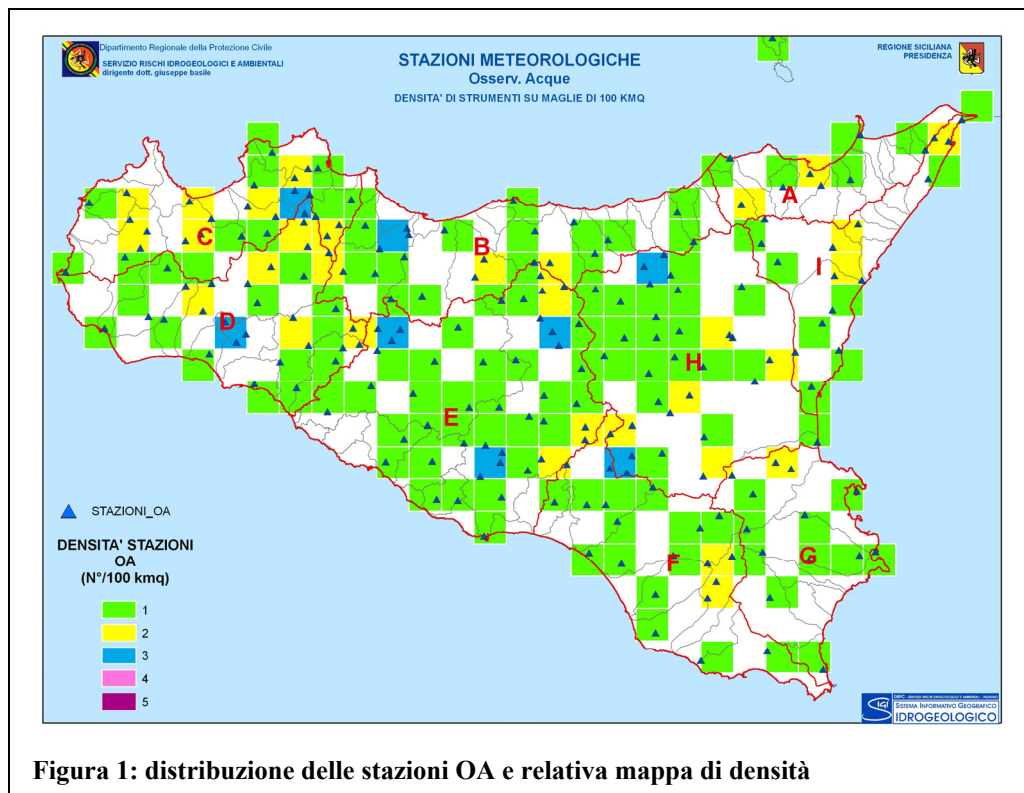
<table><tr><th>STAZIONI SIAS</th><th>ZONA</th></tr><tr><td>Agrigento Mandrascava</td><td>E</td></tr><tr><td>Agrigento Scibica</td><td>E</td></tr><tr><td>Aragona</td><td>E</td></tr><tr><td>Caltanissetta</td><td>E</td></tr><tr><td>Cammarata</td><td>E</td></tr><tr><td>Canicatti</td><td>E</td></tr><tr><td>Delia</td><td>E</td></tr><tr><td>Enna</td><td>E</td></tr><tr><td>Licata</td><td>E</td></tr><tr><td>Mussomeli</td><td>E</td></tr><tr><td>Riesi</td><td>E</td></tr><tr><td>Sclafani Bagni</td><td>E</td></tr><tr><td>Calascibetta</td><td>E</td></tr></table>	STAZIONI SIAS	ZONA	Agrigento Mandrascava	E	Agrigento Scibica	E	Aragona	E	Caltanissetta	E	Cammarata	E	Canicatti	E	Delia	E	Enna	E	Licata	E	Mussomeli	E	Riesi	E	Sclafani Bagni	E	Calascibetta	E	<table><tr><th>STAZIONI SIAS</th><th>ZONA</th></tr><tr><td>Acate</td><td>F</td></tr><tr><td>Butera</td><td>F</td></tr><tr><td>Comiso</td><td>F</td></tr><tr><td>Gela</td><td>F</td></tr><tr><td>Ispica</td><td>F</td></tr><tr><td>Mazzerino</td><td>F</td></tr><tr><td>Mazzerone</td><td>F</td></tr><tr><td>Modica</td><td>F</td></tr><tr><td>Pachino</td><td>F</td></tr><tr><td>Piazza Armerina</td><td>F</td></tr><tr><td>Ragusa</td><td>F</td></tr><tr><td>Santa Croce Camerina</td><td>F</td></tr><tr><td>Scicli</td><td>F</td></tr></table>	STAZIONI SIAS	ZONA	Acate	F	Butera	F	Comiso	F	Gela	F	Ispica	F	Mazzerino	F	Mazzerone	F	Modica	F	Pachino	F	Piazza Armerina	F	Ragusa	F	Santa Croce Camerina	F	Scicli	F
STAZIONI SIAS	ZONA																																																								
Agrigento Mandrascava	E																																																								
Agrigento Scibica	E																																																								
Aragona	E																																																								
Caltanissetta	E																																																								
Cammarata	E																																																								
Canicatti	E																																																								
Delia	E																																																								
Enna	E																																																								
Licata	E																																																								
Mussomeli	E																																																								
Riesi	E																																																								
Sclafani Bagni	E																																																								
Calascibetta	E																																																								
STAZIONI SIAS	ZONA																																																								
Acate	F																																																								
Butera	F																																																								
Comiso	F																																																								
Gela	F																																																								
Ispica	F																																																								
Mazzerino	F																																																								
Mazzerone	F																																																								
Modica	F																																																								
Pachino	F																																																								
Piazza Armerina	F																																																								
Ragusa	F																																																								
Santa Croce Camerina	F																																																								
Scicli	F																																																								
<table><tr><th>STAZIONI SIAS</th><th>ZONA</th></tr><tr><td>Augusta</td><td>G</td></tr><tr><td>Francofonte</td><td>G</td></tr><tr><td>Noto</td><td>G</td></tr><tr><td>Palazzolo Acreide</td><td>G</td></tr><tr><td>Siracusa</td><td>G</td></tr></table>	STAZIONI SIAS	ZONA	Augusta	G	Francofonte	G	Noto	G	Palazzolo Acreide	G	Siracusa	G	<table><tr><th>STAZIONI SIAS</th><th>ZONA</th></tr><tr><td>Agira</td><td>H</td></tr><tr><td>Aidone</td><td>H</td></tr><tr><td>Bronte</td><td>H</td></tr><tr><td>Caltagirone</td><td>H</td></tr><tr><td>Catania</td><td>H</td></tr><tr><td>Cesarò Monte Soro</td><td>H</td></tr><tr><td>Cesarò Vignazza</td><td>H</td></tr><tr><td>Lentini</td><td>H</td></tr><tr><td>Maletto</td><td>H</td></tr><tr><td>Mineo</td><td>H</td></tr><tr><td>Nicosia</td><td>H</td></tr><tr><td>Paternò</td><td>H</td></tr><tr><td>Ramacca</td><td>H</td></tr></table>	STAZIONI SIAS	ZONA	Agira	H	Aidone	H	Bronte	H	Caltagirone	H	Catania	H	Cesarò Monte Soro	H	Cesarò Vignazza	H	Lentini	H	Maletto	H	Mineo	H	Nicosia	H	Paternò	H	Ramacca	H																
STAZIONI SIAS	ZONA																																																								
Augusta	G																																																								
Francofonte	G																																																								
Noto	G																																																								
Palazzolo Acreide	G																																																								
Siracusa	G																																																								
STAZIONI SIAS	ZONA																																																								
Agira	H																																																								
Aidone	H																																																								
Bronte	H																																																								
Caltagirone	H																																																								
Catania	H																																																								
Cesarò Monte Soro	H																																																								
Cesarò Vignazza	H																																																								
Lentini	H																																																								
Maletto	H																																																								
Mineo	H																																																								
Nicosia	H																																																								
Paternò	H																																																								
Ramacca	H																																																								
<table><tr><th>STAZIONI SIAS</th><th>ZONA</th></tr><tr><td>Fiumedinisi</td><td>I</td></tr><tr><td>Linguaglossa</td><td>I</td></tr><tr><td>Pedara</td><td>I</td></tr><tr><td>Randazzo</td><td>I</td></tr><tr><td>Riposto</td><td>I</td></tr><tr><td>Antillo</td><td>I</td></tr></table>	STAZIONI SIAS	ZONA	Fiumedinisi	I	Linguaglossa	I	Pedara	I	Randazzo	I	Riposto	I	Antillo	I																																											
STAZIONI SIAS	ZONA																																																								
Fiumedinisi	I																																																								
Linguaglossa	I																																																								
Pedara	I																																																								
Randazzo	I																																																								
Riposto	I																																																								
Antillo	I																																																								

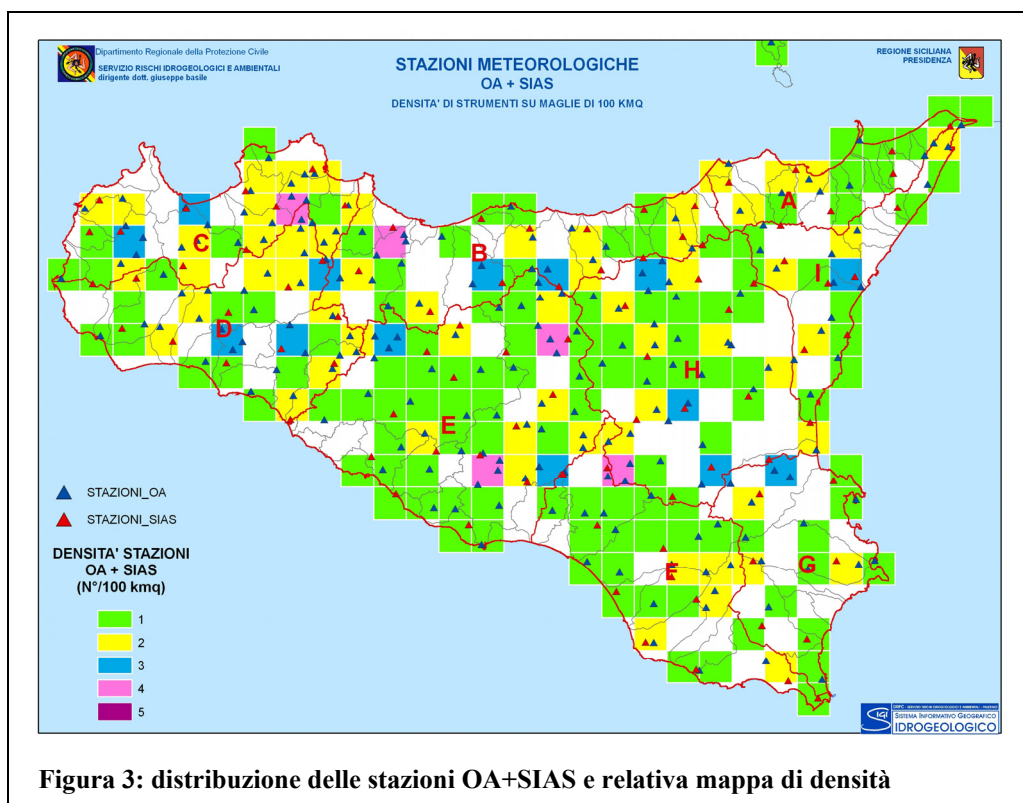
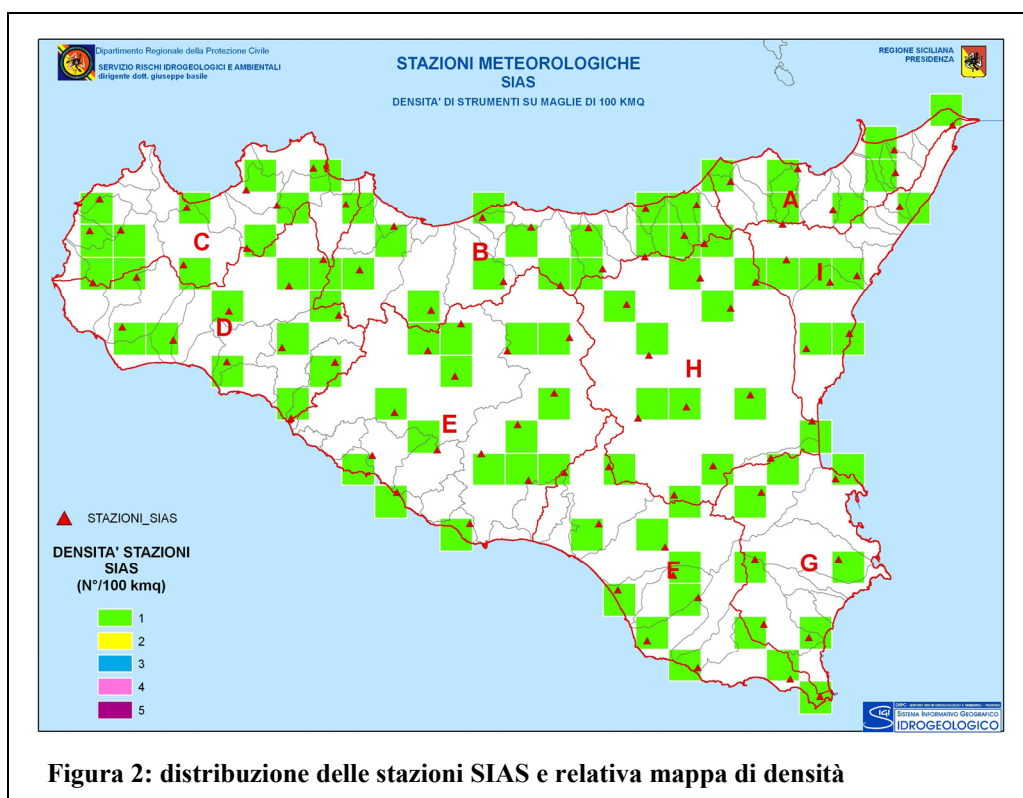
Altre stazioni meteorologiche vengono controllate:

- dalle Province Regionali e dall'ARPA (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente), per il controllo dei parametri dell'aria nelle vicinanze degli impianti industriali;
- da amministrazioni comunali per il controllo di fenomeni locali;

- dalle Università, per scopi di ricerca;
- dai gestori delle dighe di ritenuta;
- da associazioni private di cultori della materia.

L'attuale distribuzione territoriale delle stazioni ufficiali dell'Osservatorio delle Acque e del SIAS, prese singolarmente e insieme è quella mostrata nelle figure seguenti.





La scelta di effettuare l'analisi della distribuzione delle stazioni in funzione della densità in base a griglie di assegnata superficie è dipesa dalla constatazione che gli strumenti di restituzione dei dati di pioggia e temperatura in uso più frequentemente appartengono alla classe della “*spatial analysis*”, cioè software di interpolazione dei dati.

Tali software sono dotati di algoritmi di geostatistica lineare o non-lineare (kriging ordinario, kriging con deriva esterna, co-kriging collocato, inverso della distanza, ecc) che prendono in considerazione, sulla base di analisi probabilistiche, la variazione del dato in funzione della sua distribuzione spaziale. In altre parole, assunto che una grandezza vari nello spazio con continuità, è possibile determinare il valore assente in un certo punto mediante procedure di interpolazione pesata.

E' di tutta evidenza che, nella creazione del *grid* di valori, maggiore è la varianza (ovvero la dispersione della media dei valori), maggiore sarà l'errore del dato interpolato soprattutto in presenza di forti discontinuità all'origine (*nugget effect* - effetto pepita) dovute a variazioni per campionamenti inferiori alla scala (*lag*), circostanza questa che si verifica spesso nell'ambito delle analisi di dati meteorologici a causa del condizionamento orografico sul microclima.

Un esempio molto rappresentativo di questa discontinuità all'origine è quello fornito dalle piogge del nubifragio del 22 ottobre che colpì l'area ionica etnea: le due stazioni del SIAS e dell'allora Ufficio Idrografico Regionale, ubicate a Linguaglossa ad appena 1,5 chilometri circa di distanza, registrano l'evento in maniera sostanzialmente simile ma con differenze che, a un esame più approfondito, risultano essere significative: dalle 15:40 alle 17:30 le intensità di pioggia massime (di punta) molto diverse: 115 mm/h (durata: 10 minuti) per la stazione del SIAS; 229 mm/h (durata: 5 minuti) per la stazione UIR.

Nel seguito vengono mostrati i diagrammi delle piogge intense ricostruiti sulla base dei dati forniti.

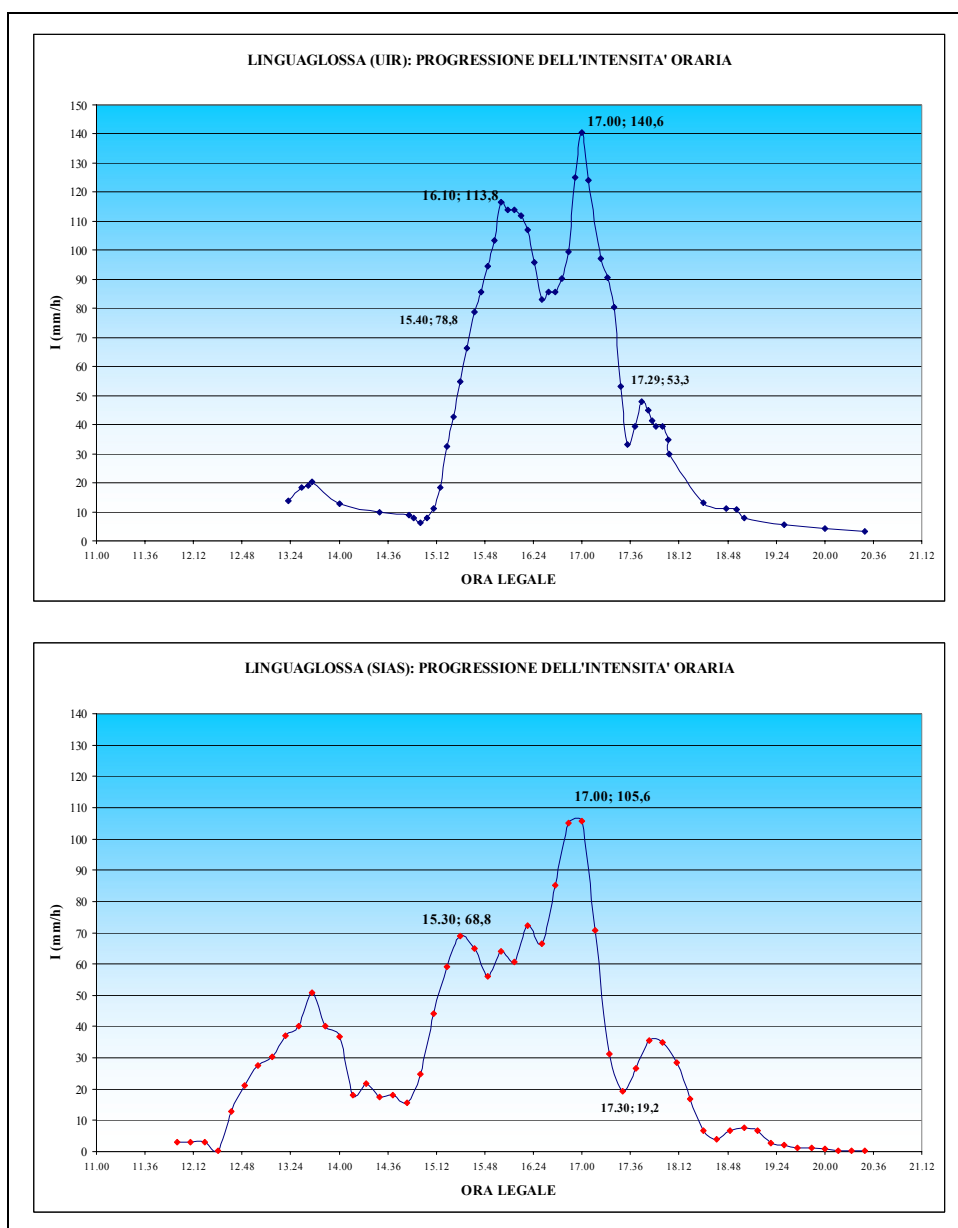


Figura 4: andamento dell'intensità di pioggia per l'evento del 24/09/07 nelle stazioni di Linguaglossa SIAS e UIR

Tuttavia, altri criteri di analisi potrebbero essere validi, a patto di conoscere il contributo delle diverse variabili che concorrono a determinare la gravosità di un evento meteo-climatico. Per esempio, una valutazione in funzione della distribuzione delle stazioni con le quote presuppone l'applicazione di algoritmi di interpolazione che dipendono da tale "deriva".

Senza procedere ad un approfondito esame della struttura dei dati climatici e della loro variazione spaziale, anche perché nella pratica viene utilizzato il kriging ordinario senza variogramma nell'assunzione aprioristica che il processo sia lineare e stazionario, è possibile in prima approssimazione – compatibile con gli scopi del presente documento – calcolare la densità in

funzione di una maglia quadrata di 10 km per lato che, per il momento, può considerarsi soddisfacente per tenere conto del condizionamento dell'orografia sull'entità e distribuzione dei parametri climatici (vedi tabella seguente).

ANALISI DI DENSITA' PER MAGLIA DI 100 kmq							
ZONA	kmq	ARRA-1		SIAS		ARRA+SIAS	
		N.STAZ	DENS_100	N.STAZ	DENS_100	N.STAZ	DENS_100
A	1297	3	<i>0,2</i>	8	<i>0,6</i>	11	<i>0,8</i>
B	2967	9	<i>0,3</i>	14	<i>0,5</i>	23	<i>0,8</i>
C	2366	6	<i>0,3</i>	11	<i>0,5</i>	17	<i>0,7</i>
D	2965	7	<i>0,2</i>	11	<i>0,4</i>	18	<i>0,6</i>
E	4858	12	<i>0,2</i>	13	<i>0,3</i>	25	<i>0,5</i>
F	2884	11	<i>0,4</i>	13	<i>0,5</i>	24	<i>0,8</i>
G	2158	3	<i>0,1</i>	5	<i>0,2</i>	8	<i>0,4</i>
H	4256	7	<i>0,2</i>	13	<i>0,3</i>	20	<i>0,5</i>
I	1658	5	<i>0,3</i>	6	<i>0,4</i>	11	<i>0,7</i>
TOT/MED		63	<i>0,25</i>	94	<i>0,39</i>	157	<i>0,64</i>

Osservando le figure, i diagrammi e le tabelle sopra riportati, è di tutta evidenza l'esistenza di ampie aree non coperte da alcuna stazione meteorologica, anche ipotizzando una contemporanea restituzione dei dati da entrambe le reti, e ciò comporta indubbiamente lacune di informazione che possono essere significative soprattutto in presenza di fenomeni localizzati.

Ancora più problematica appare la situazione di ogni singola rete, dal che è possibile affermare senz'altro che le restituzioni in termini di distribuzione delle precipitazioni, di utilità per la protezione civile, sono affette da errori grossolani che possono portare a valutazione distorte sia in fase di previsione, che in fase di valutazione post-evento.

L'affermazione di cui sopra trova immediato riscontro nell'analisi di alcuni eventi piovosi che hanno avuto un impatto molto rilevante in termini di effetti al suolo (molti danni ai beni materiali, talora messa a rischio l'incolumità delle persone).

Evento del 24/09/2007: alluvione a Belmonte Mezzagno (PA)

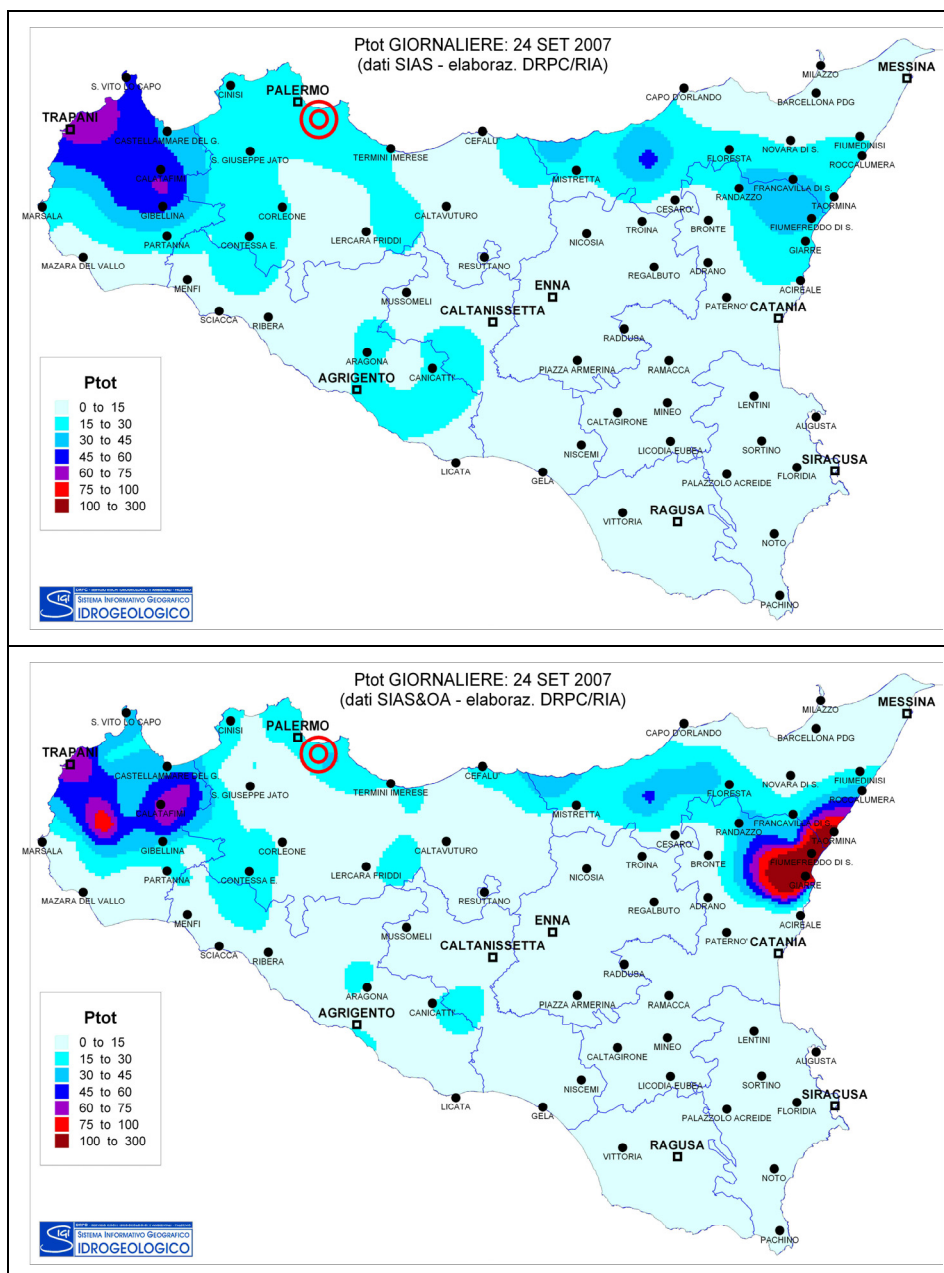


Figura 5: mappe delle precipitazioni per l'evento del 24/09/07

E' palese che il quadro della piovosità fornito dalle stazioni regionali (SIAS e Osservatorio delle Acque) non rappresenta affatto la gravità dell'evento che si verificò nella località palermitana (allagamenti diffusi nelle zone vallive, strade trasformate in torrenti, automezzi distrutti perché trasportati dalla furia delle acque, abitazioni allagate, paralisi del traffico, difficoltà da parte delle squadre di soccorritori a raggiungere le aree interessate).

Evento del 2-3/11/2007: alluvione in Sicilia Orientale

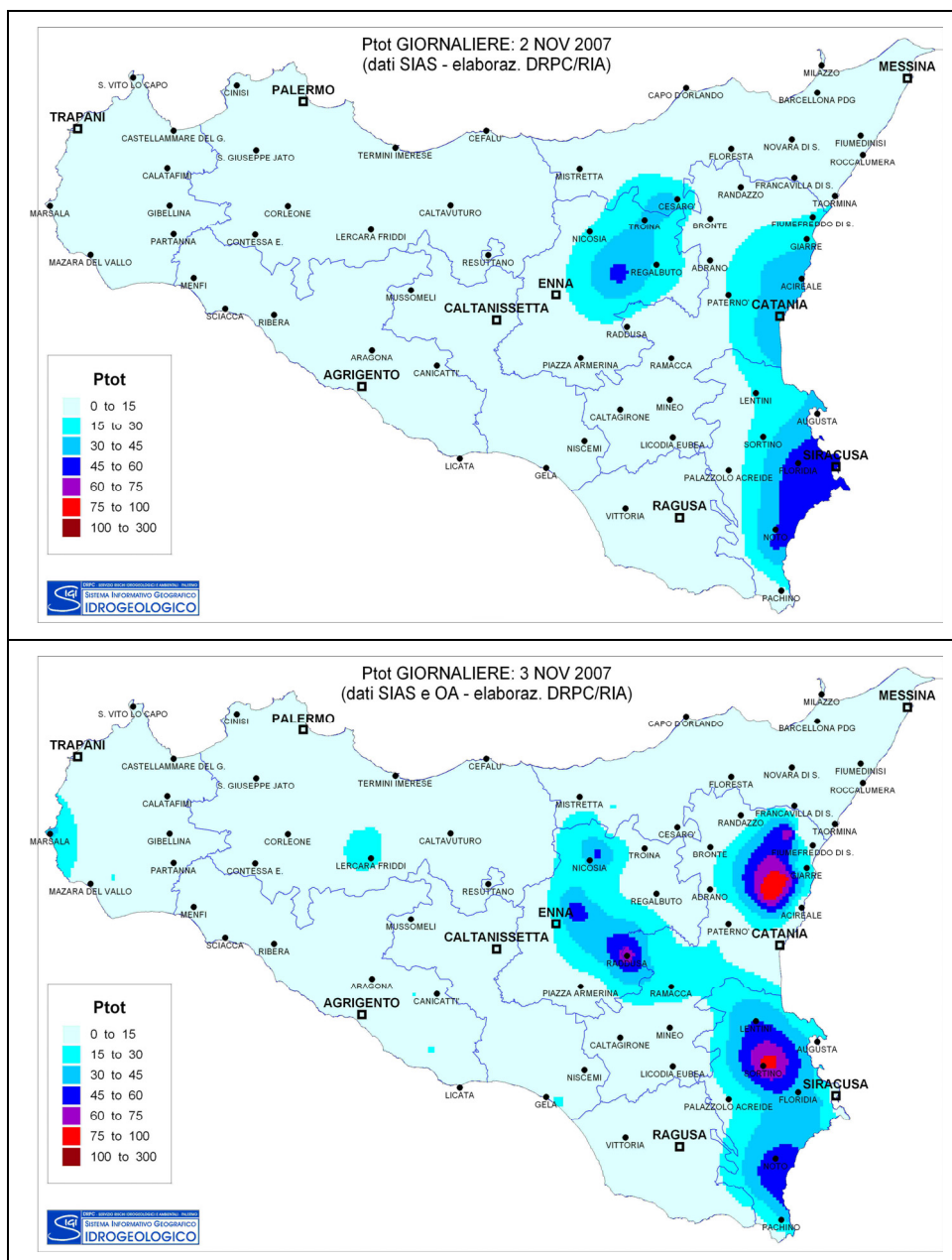


Figura 6: mappe delle precipitazioni per l'evento del 2-3/11/07

Le ricostruzioni delle precipitazioni effettuate sulla base dei dati disponibili evidenziano afflussi meteorici non proporzionali agli estesi allagamenti subiti dal territorio collocato intorno ad Avola (a sud di Siracusa), anzi sembrerebbe che vi sarebbero dovuti essere effetti al suolo più gravi nel catanese e a nord-ovest di Siracusa; è evidente che si è in presenza, anche in questo caso, di una carenza di informazioni dovuta a mancanza di stazioni pluviometriche nella località interessata.

Ondate di calore della stagione estiva 2008

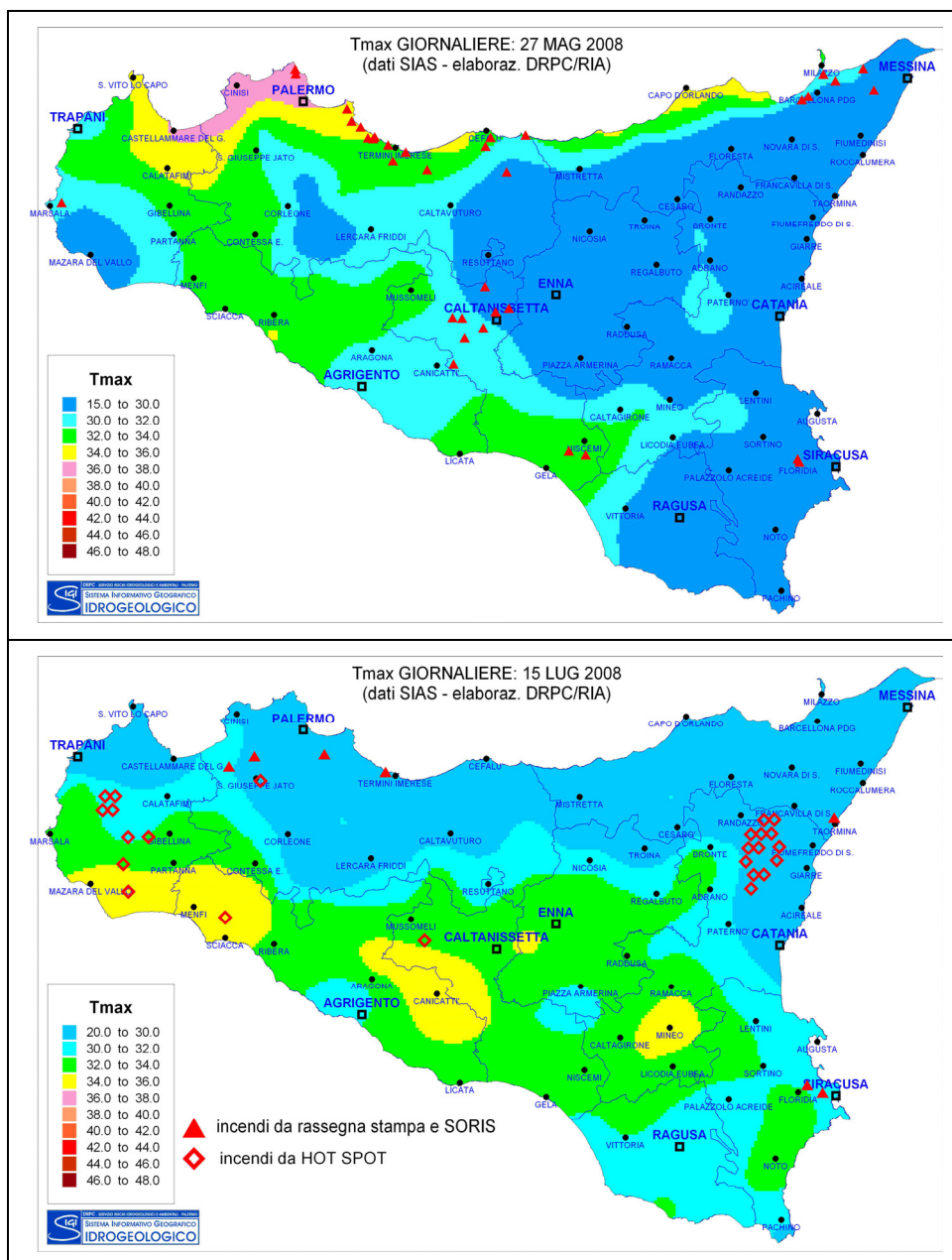


Figura 7: mappe delle temperature massime dell'aria e degli incendi

Le ricostruzioni effettuate sulla base dei dati disponibili evidenziano l'apparente mancanza di una stretta correlazione spaziale tra temperature massime e incendi; possono essere annoverate alcune cause di tale handicap:

- le stazioni termometriche non sono sufficienti a rappresentare l'effettiva distribuzione della temperatura dell'aria;
- i dati presi in considerazione (le temperature massime giornaliere) potrebbero non essere sufficientemente significativi: per esempio, probabilmente sarebbe stato maggiormente

rappresentativo un indice che tenesse conto della media delle temperature nell'arco più caldo della giornata.

Gli esempi riportati mettono in evidenza alcune questioni di rilevante importanza:

- 1) la relazione causale tra fenomeni meteo-climatici ed effetti al suolo (requisito necessario agli atti amministrativi consequenziali un evento critico: dichiarazione dello stato di calamità e successiva emanazione dello stato di emergenza, rifondo dei danni, programmazione degli interventi necessari al ripristino) può non essere accertabile;
- 2) non è possibile risalire, dal confronto tra dati meteo-climatici ed effetti al suolo, alle soglie critiche al di sopra delle quali un evento si ritiene possa essere critico; di conseguenza, ci sarà sempre un'alea attribuibile all'incertezza statistica cui consegue una imperfetta attività di previsione dei fenomeni e prevenzione dei rischi;
- 3) non basta disporre di dati di un certo tipo (esempio: la temperatura massima giornaliera, l'intensità massima di pioggia): occorre la serie storica (oraria, giornaliera, mensile, annuale, pluri-annuale) perché si possa analizzare un fenomeno e le sue connessioni con gli effetti al suolo;
- 4) nel caso di dissesti idrogeologici, dando per scontata una correlazione tra piogge ed eventi franosi, un qualsivoglia modello di analisi a fini previsionali ha bisogno di una robusta "descrizione" della distribuzione delle piogge per avviare l'attività di validazione del modello stesso (vedi capitolo 4.5.3); in mancanza di tali elementi, i risultati restituiti dal modello in termini di previsione non potranno essere confortati dai dati reali e, di conseguenza, anche in questo caso, la previsione può essere imperfetta sia nel senso della sovrastima che in senso opposto.

Le considerazioni sopra esposte costituiscono l'elemento di valutazione di base per la successiva analisi dei fabbisogni di cui al successivo capitolo 4.

3.2 – Le reti di monitoraggio per l’Idrologia

La rilevazione delle portate in alveo lungo i corsi d’acqua emissari delle dighe riveste un’importanza strategica per la pianificazione di protezione civile; infatti, il tipo di allertamento per manovre agli organi di scarico da parte dei gestori delle dighe a seguito di eventi meteorologici critici cambia in funzione delle portate esistenti per deflussi dovuti alle piogge:

$$Q_{crit} = Q_{alveo} + Q_{diga}$$

dove: Q_{crit} = portata critica del corso d’acqua

Q_{alveo} = portata in alveo a seguito di evento pluviometrico

Q_{diga} = portata scaricata dal serbatoio a seguito di manovre agli organi regolatori

Lo schema concettuale che conduce alle azioni più opportune dal punto di vista della protezione civile ai fini della mitigazione del rischio idraulico può essere così espresso:

1) $Q_{alveo} + Q_{diga} < Q_{crit}$: manovra ammissibile senza particolari prescrizioni

2) $Q_{alveo} + Q_{diga} > Q_{crit}$: manovra ammissibile con prescrizioni e azioni di protezione civile

Pertanto, in assenza del parametro Q_{alveo} , le decisioni sull’operato da intraprendere per la mitigazione del rischio idraulico a seguito di un evento potenzialmente critico, possono non essere calibrate nel modo più opportuno con ipotizzabili conseguenze sulla pubblica e privata incolumità.

L’attuale distribuzione degli idrometri a valle dighe è mostrata nella figura e nella tabella che seguono.

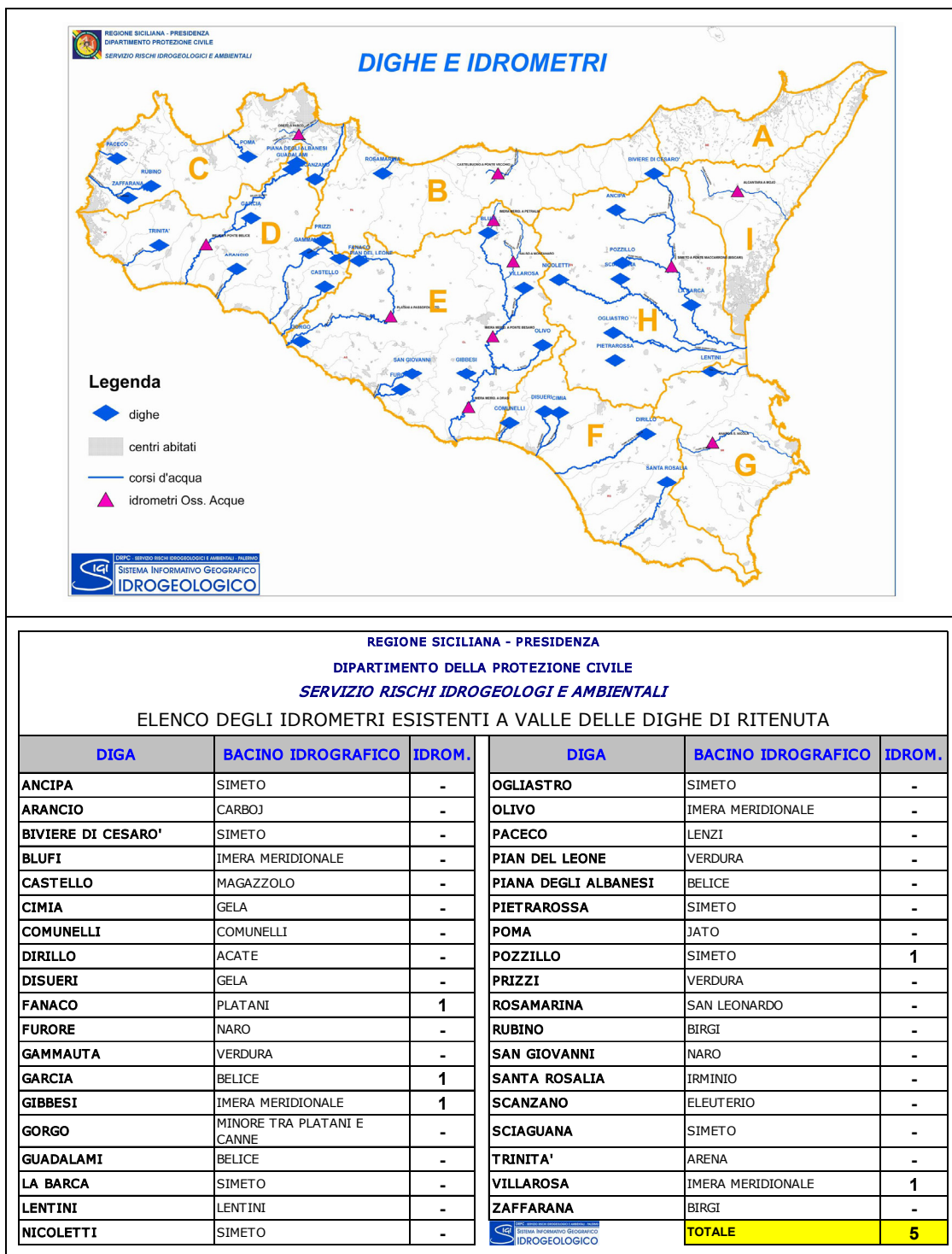


Figura 8: mappa con l'ubicazione degli invasi e degli idrometri dell'Osservatorio delle Acque

3.3 - I radar meteorologici per il Nowcasting

L'argomento dei radar meteorologici viene appena accennato in quanto costituisce tematica che richiede apprendimenti specifici.

Per nowcasting meteorologico si intende l'attività di monitoraggio in tempo reale delle perturbazioni su un dato luogo effettuato mediante speciali radar che rilevano le caratteristiche (densità, velocità) dei fronti nuvolosi in arrivo o in allontanamento dal sito di rilevazione.

Nell'ambito del progetto nazionale di potenziamento delle reti di monitoraggio meteorologico per la rete dei centri Funzionali (ex Direttiva P.C.M. del 27/02/2004), in Sicilia è prevista l'installazione di due radar (a Monte Lauro e a Monte delle Rose) la cui probabile copertura è mostrata nella figura che segue (in rosa Monte Lauro, in verde Monte delle Rose).

Il settore nord-orientale dell'isola dovrebbe essere coperto dal radar posto in territorio calabro.

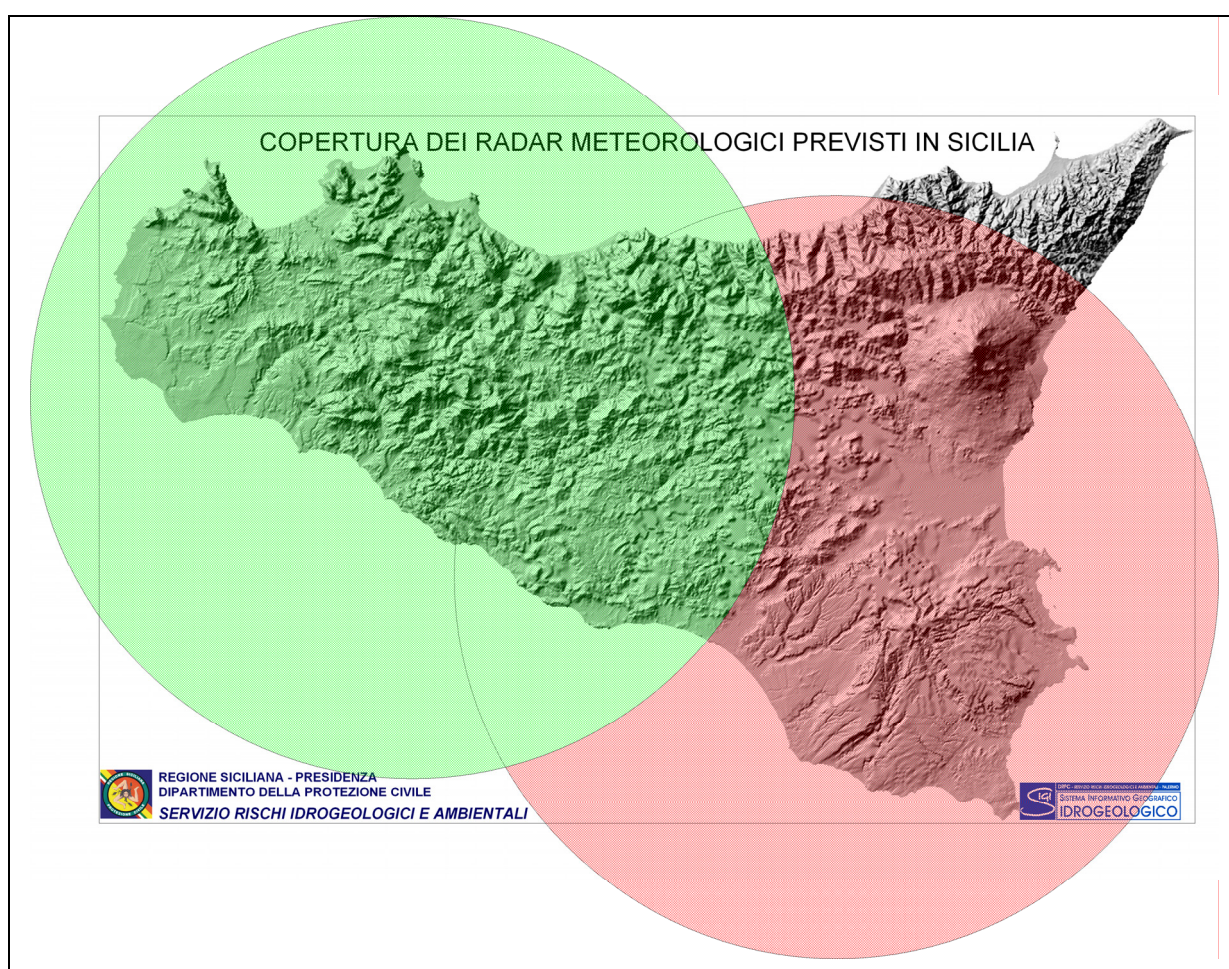


Figura 9: mappa delle aree di influenza dei radar meteorologici previsti in Sicilia

3.4 – Gli impianti di monitoraggio per il dissesto idrogeologico

3.4.1 – Generalità

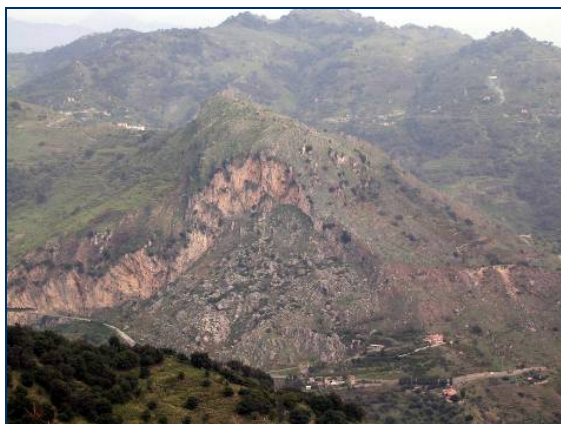
I fenomeni di dissesto idrogeologico si manifestano in modi molto diversi (tipo di frane, modalità di innesco, velocità di spostamento, volumi mobilizzati, attività). Tali differenze, che attengono alla molteplicità di situazioni geologiche (successione lito-stratigrafica, idrogeologia, acclività, tettonica, processi erosivi, caratteristiche fisico-meccaniche, ecc) e alla variabilità delle condizioni al contorno (clima, uso del suolo, interventi antropici, ecc), si traducono nella necessità di approfondire gli studi sulle frane, in special modo quando sono coinvolti o possono esserlo beni antropici e ambientali.

I fattori predisponenti che danno luogo ai processi franosi possono essere intuiti sulla base di deduzioni di natura geologico-geomorfologica, ma è solo dopo un accurato e spesso prolungato programma di studi e di monitoraggio che è possibile ipotizzare le cause e, di conseguenza, valutare gli interventi di mitigazione più appropriati.

Una buona ricostruzione del modello geologico-geotecnico nel quale matura il dissesto è condizione necessaria, e tuttavia sovente non sufficiente, per mettere in relazione le debolezze strutturali di natura geologica e gli elementi che hanno condotto alla mobilitazione del versante.

I codici di calcolo per valutare le condizioni di stabilità dei versanti possono essere più o meno complessi (equilibrio limite, elementi finiti in campo statico e dinamico) e comunque necessitano di accurati dati topografici, stratigrafici, idrologici, geotecnici accompagnati ad analisi geologiche e geomorfologiche tratte dallo studio di immagini aeree e di Modelli Digitali del Terreno. La letteratura specialistica riporta sempre i casi che, per carenza di informazioni, hanno portato a sottovalutare un fenomeno o a realizzare interventi strutturali poco efficaci.

Ai soli fini fornire un quadro generale ed esemplificativo sull'argomento in questione, si riportano alcune schede sintetiche sui tipi di dissesti più comuni.

CROLLI, RIBALTAMENTI E ROTOLAMENTI

PROV. DI MESSINA (Foto: g. basile)



TAORMINA (Foto: g. basile)

LITOLOGIA	Terreni competenti (rocce lapidee vulcaniche e metamorfiche, arenarie, sabbie molto addensate)
CAUSE PREDISPONENTI	Fratturazione, degradazione meccanica, sviluppo di apparati radicali, erosione al piede della scarpata
CAUSE INNESCANTI	Piogge intense, scosse sismiche
PERICOLOSITA'	Molto alta
INDICATORI DI EVENTO	Sonori: rumori, scricchiolii (se avvertibili); meccanici: rotolamento di piccoli blocchi
MORFOLOGIA	Pareti / scarpate di roccia; affioramenti rocciosi che abbiano alla base pendii in terra più o meno acclivi
INTERVENTI NON STRUTTURALI	◆ impedire il posteggio di automezzi; ◆ impedire l'organizzazione di manifestazioni; ◆ interrompere le attività lavorative che presuppongono l'impiego di maestranze; ◆ allontanare la popolazione residente al di sotto di scarpate di roccia; ◆ impedire l'edificazione lungo le traiettorie di distacco e rotolamento.
INTERVENTI STRUTTURALI	◆ disaggio controllato seguito da una delle soluzioni seguenti; ◆ rivestimento corticale rinforzato con l'aggiunta di eventuali tiranti e pannelli di rete (difesa attiva); ◆ barriere paramassi di tipo statico, da collocare solo in previsione di basse energie cinetiche (difesa passiva); ◆ barriere paramassi di tipo dinamico da associare, preferibilmente e se possibile, con trincee di dissipazione (difesa passiva).

COLATE (DI TERRA O DI FANGO)

A19 (Foto: g. basile)



TROINA (Foto: g. basile)

LITOLOGIA	Terreni prevalentemente argillosi
CAUSE PREDISPONENTI	Litologia, denudazione, scavi
CAUSE INNESCANTI	Piogge prolungate e/o intense, neve
PERICOLOSITA'	Alta o molto alta
INDICATORI DI EVENTO	Lineazioni nel terreno, concentrazione di acque ruscellanti e fluidificazione di piccole porzioni con rapida crescita di volume
MORFOLOGIA	La nicchia di distacco non sempre è ben visibile; il corpo è ben sviluppato in lunghezza
INTERVENTI NON STRUTTURALI	◆ impedire il posteggio di automezzi; ◆ impedire l'organizzazione di manifestazioni; ◆ interrompere le attività lavorative che presuppongono l'impiego di maestranze; ◆ allontanare la popolazione residente dalle aree nelle quali è presumibile possa propagarsi la colata; ◆ ovvio, ma non sempre attuabile in caso di centri urbani già esistenti, il divieto di edificazione.
INTERVENTI STRUTTURALI	◆ regimentazione delle acque superficiali per evitare concentrazione di deflussi; ◆ drenaggi profondi; ◆ sistemazione del terreno con vimate o altre tecniche di ingegneria naturalistica; ◆ barriere con reti dinamiche parafrangente

SCOSCENDIMENTI O SCIVOLAMENTI



CALTAVUTURO (Foto: g. basile)



S. MAURO CASTELVERDE (Foto: g. basile)

LITOLOGIA	Terreni di varia natura: argille, detrito di versante in matrice argillosa, flysch, rocce stratificate. Scorrimenti rotazionali (scoscendimenti) Scorrimenti traslativi (scivolamenti)
CAUSE PREDISponentI	Fattori geo-strutturali
CAUSE INNESCANTI	Piogge prolungate, oscillazioni della falda acquifera. In caso di grandi masse, occorre un prolungato apporto idrico da parte delle piogge perché avvenga la mobilitazione; è anche possibile che il fenomeno si manifesti parecchi giorni dopo la fine delle precipitazioni
PERICOLOSITA'	Alta o media
INDICATORI DI EVENTO	Lineazioni nel terreno, spostamento di oggetti (alberi, massi, edifici), comparsa o scomparsa di sorgenti, depressioni del piano-campagna, avvallamenti di strade.
MORFOLOGIA	La nicchia di distacco è generalmente ben visibile, così come il corpo di frana
INTERVENTI NON STRUTTURALI	♦ monitoraggio dei luoghi in caso si preannuncino fenomeni meteorologici (pioggia, neve) prolungati e/o intensi; ♦ eventuale allontanamento della popolazione; ♦ interruzione del transito veicolare.
INTERVENTI STRUTTURALI	♦ regimentazione delle acque superficiali per evitare concentrazione di deflussi; ♦ drenaggi profondi; ♦ sistemazione con tecniche di ingegneria naturalistica; ♦ paratie di pali e berlinesi (ma solo per dissesti superficiali); ♦ appesantimento del piede con rimodellazione del versante e drenaggi

FRANE COMPLESSE

PROV. DI PALERMO (Foto: g. basile)



PROV. DI PALERMO (Foto: g. basile)

Si tratta di dissesti nei quali si riconoscono diverse tipologie di frana nel medesimo evento. Con questo termine ci si riferisce, comunemente, a quei movimenti tipo “*scoscendimento e colata*” che si verificano in terreni di natura diversa, più propriamente nell’ambito di formazioni argillose, flyschiodi (alternanza di strati litoidi e non litoidi) e detritiche.

Il meccanismo di innesco delle frane complesse non è ancora del tutto chiaro anche per l’estrema variabilità delle situazioni; in linea di massima, vi giocano un ruolo primario le precipitazioni meteoriche (piogge e/o neve) e le oscillazioni della falda acquifera, a loro volta correlate al regime pluviometrico.

La risposta, in termini di cinematismo, di una frana complessa rispetto ai fattori innescanti può essere differita nel tempo, cosicché è frequente che il dissesto si manifesti parecchi giorni dopo gli eventi piovosi.

Le frane di questo tipo sono generalmente prevedibili nella misura in cui si riesca a riconoscere gli indizi sul terreno della loro presenza (se si tratta di fenomeni quiescenti). E’ più difficile prevedere i fenomeni di nuova attivazione.

Sebbene possano essere molto distruttive se coinvolgono ingenti volumi di terreno, le frane complesse, così come quelle di scorrimento, lasciano il tempo di “correre ai ripari”, nel senso di interdire l’uso dei beni coinvolti (edifici, strade, ecc).

In caso di eventi meteorologici avversi, per evitare inutili allertamenti è sufficiente, ma necessario, predisporre opportune azioni di monitoraggio, anche a vista quando non sono disponibili sistemi strumentali; il monitoraggio a vista deve essere effettuato da personale specializzato che sappia riconoscere i segni precursori (apertura di crepe sul terreno e/o sui corpi di fabbrica, scricchiolii, ecc).

I criteri di cautela comprendono tutti quelli già espressi in precedenza, in funzione delle morfologie e dei cinematismi associati riconosciuti.

3.4.2 – Tipologia delle strumentazioni di monitoraggio

Un qualunque programma di monitoraggio strumentale di dissesti geomorfologici deve essere progettato a valle di una campagna di indagini geognostiche aventi l'obiettivo di definire il modello geologico-geotecnico al quale correlare le osservazioni.

Il controllo degli spostamenti superficiali e profondi di zone in frana consiste nella misura delle deformazioni che le masse di terreno subiscono nel tempo ad opera di agenti instabilizzanti.

Comunemente, il controllo degli spostamenti viene accompagnato dal monitoraggio della falda acquifera o della superficie piezometrica; le tecniche più comuni possono essere così elencate:

- monitoraggio degli spostamenti superficiali:
 - fessurimetri, estensimetri (in corrispondenza di fratture evidenti in corpi di fabbrica, al suolo e nelle rocce);
 - rilevazione plano-altimetrica di capisaldi;
 - clinometri (in genere collocati sulle facciate degli edifici);
 - analisi di immagini satellitari mediante tecniche di interferometria differenziale.
- monitoraggio degli spostamenti profondi:
 - tubi inclinometrici con misura periodica delle deformate lungo allineamenti ortogonali;
 - estenso-inclinometri, cioè dispositivi per la rilevazione in continuo della deformazione della verticale in corrispondenza di determinate profondità;
 - cavi TDR per la determinazione indiretta delle deformazioni mediante segnali elettrici.
- monitoraggio della falda acquifera e della superficie piezometrica:
 - tubi piezometrici a tubo aperto con misura periodica del livello libero della falda;
 - tubi piezometrici con sonda chiusa (tipo Casagrande) con misura periodica del livello piezometrico;
 - trasduttori di pressione per la misura indiretta del carico idrico sul sensore.

Di regola, alle strumentazioni di cui sopra dovrebbe essere affiancata una stazione di misura dei parametri climatici, principalmente orientati alla registrazione delle precipitazioni (per stabilire correlazioni con le variazioni dei livelli idrici nel suolo) e della temperatura dell'aria (per eventuali correlazioni con le strumentazioni elettriche di tipo potenziometrico).

Un programma di misure di tipo geomorfologico-geotecnico ha l'obiettivo di conoscere l'entità e la progressione temporale delle deformazioni superficiali e profonde ai fini della comprensione di taluni indicatori quali:

- la profondità della superficie di scorrimento;
- l'eventuale scostamento tra deformazioni superficiali e profonde;
- la velocità delle deformazioni e l'eventuale correlazioni con i carichi idrici.

Tali dati dovrebbero servire principalmente a due scopi:



- individuare gli accorgimenti tecnologici per il consolidamento del fenomeno franoso;
- stabilire soglie critiche al di sopra delle quali è plausibile ritenere debbano applicarsi misure di mitigazione del rischio.

La misura 1.07b del POR 2000-2006 ha ammesso a finanziamento alcuni interventi mirati allo studio dei fenomeni franosi (vedasi tabella seguente).

ESTRATTO DALLA G.U.R.S. N. 9 DEL 21/02/2003 INTERVENTI EX MISURA 1.07B DEL POR 2000-2006						
N.	Ente	Titolo dell'intervento	Importo richiesto	Livello di progettazione	Importo attribuito	NOTE
1	Comune di Aragona (AG)	Progetto esecutivo per il monitoraggio dell'area in frana posta a valle del palazzo Principe V. Naselli	€ 120.870,48	Esecutivo	€ 120.870,48	
2	Comune di Villafranca Sicula (AG)	Perizia studi relativa al territorio comunale	€ 137.506,00	Esecutivo	€ 137.506,00	
3	Comune di Ravanusa (AG)	Progetto per la rete di monitoraggio del centro abitato	€ 750.000,00	Massima	€ 166.847,60	
4	Comune di Niscemi (CL)	Monitoraggio di aree in frana esposte a rischio elevato e molto elevato	€ 278.265,19	Massima	€ 168.175,44	Decreto n. 1030 del 05/10/04
5	Comune di Sutera (CL)	Studio inerente al monitoraggio dell'area in dissesto idrogeologico al fine di verificare l'evoluzione dei fenomeni franosi e prevenire situazioni di rischio	€ 318.292,27	Massima	€ 42.043,86	Decreto n. 570 del 17/05/06
6	Comune di Catania	Progetto esecutivo per il monitoraggio dell'area in frana di Monte Po	€ 80.964,67	Esecutivo	€ 80.964,67	Decreto n. 1163 del 12/11/04
7	Comune di Catania	Interventi di monitoraggio della frana in località Santa Sofia-Cibali	€ 87.686,58	Esecutivo	€ 87.686,58	
8	Comune di Bronte (CT)	Studio geologico per il consolidamento della frana in contrada Fontanelle	€ 66.059,63	Massima	€ 66.059,63	Decreto n. 360 del 31/03/04
9	Comune di Maletto (CT)	Intervento per il monitoraggio delle aree a elevato rischio idrogeologico nell'abitato	€ 112.500,00	Esecutivo	€ 112.500,00	Decreto n. 1320 del 13/11/03
10	Comune di Motta S. Anastasia (CT)	Perizia studi esecutivi per il monitoraggio di due aree ricadenti lungo il pendio costituente il limite orientale dell'abitato	€ 107.813,83	Esecutivo	€ 107.813,83	Decreto n. 156 del 23/02/04
11	Comune di Caltagirone (CT)	Programma di indagini e predisposizione di un dispositivo strumentale finalizzati all'analisi e al monitoraggio delle condizioni di dissesto idrogeologico del centro urbano	€ 681.234,00	Massima	€ 216.309,77	Decreto n. 481 del 13/06/05
12	Comune di Messina	Perizia studi di monitoraggio aree in frana al fine di verificare l'evoluzione e prevenire situazioni di rischio in località Camaro	€ 103.133,54	Esecutivo	€ 103.133,54	
13	Comune di Messina	Perizia studi di monitoraggio aree in frana al fine di verificare l'evoluzione e prevenire situazioni di rischio in località Gavitelli	€ 102.823,67	Esecutivo	€ 102.823,67	Decreto n. 100 del 08/02/07
14	Comune di Messina	Interventi di monitoraggio di aree in frana in località Frazione Zappa	€ 112.989,28	Esecutivo	€ 112.989,28	
15	Comune di Messina	Perizia studi di monitoraggio aree in frana al fine di verificare l'evoluzione e prevenire situazioni di rischio in località Monte San Pietro	€ 104.431,11	Esecutivo	€ 104.431,11	
16	Comune di S. Agata Militello (ME)	Interventi di monitoraggio di aree in frana al fine di prevenire situazioni di rischio	€ 84.083,75	Esecutivo	€ 84.083,75	Decreto n. 1384 del 25/11/03
17	Comune di Barcellona P.G. (ME)	Interventi di monitoraggio aree in frana a valle del centro abitato in località San Paolo	€ 80.000,00	Esecutivo	€ 50.614,65	Decreto n. 745 del 06/07/04
18	Comune di Lipari (ME)	Monitoraggio dell'area in frana lungo le pendici del Gran Cratere di Vulcano	€ 89.300,00	Esecutivo	€ 89.300,00	Decreto n. 894 del 28/07/06
19	Parco dei Nebrodi	Perizia degli interventi di monitoraggio di aree in frana che interessano i territori dei comuni del Parco dei Nebrodi	€ 435.000,00	Massima	€ 435.000,00	Decreto n. 931 del 31/08/04
20	Barcellona Pozzo di Gotto (ME)	Interventi di monitoraggio di aree in frana a valle del centro abitato in località Maloto	€ 42.500,00	Massima	€ 42.500,00	Decreto n. 803 del 20/07/04
21	Comune di Castelmola (ME)	Progetto esecutivo per il monitoraggio di aree in frana in contrada Cuculunazzo	€ 55.970,67	Esecutivo	€ 55.970,67	
22	Comune di Antillo (ME)	Individuazione di situazioni a rischio di instabilità morfologica della zona Calcare posta a valle del centro abitato ed il conseguente monitoraggio	€ 105.878,59	Esecutivo	€ 105.878,59	
23	Comune di Castelmola (ME)	Progetto esecutivo per il monitoraggio di aree in frana in contrada Lumbia	€ 35.507,85	Esecutivo	€ 35.507,85	
24	Comune di Naso (ME)	Programma di interventi di monitoraggio di aree in frana al fine di verificare l'evoluzione dei fenomeni franosi e prevenire situazioni di rischio	€ 80.114,58	Esecutivo	€ 80.114,58	Decreto n. 361 del 31/03/04



ESTRATTO DALLA G.U.R.S. N. 9 DEL 21/02/2003 INTERVENTI EX MISURA 1.07B DEL POR 2000-2006						
N.	Ente	Titolo dell'intervento	Importo richiesto	Livello di progettazione	Importo attribuito	NOTE
25	Comune di Gallodoro (ME)	Perizia studi di monitoraggio di aree in frana al fine di verificare l'evoluzione dei fenomeni e prevenire situazioni di rischio	€ 51.207,28	Esecutivo	€ 51.207,28	
26	Comune di Cefalù (PA)	Interventi di monitoraggio e stabilizzazione Rocca di Cefalù	€ 193.850,20	Massima	€ 193.850,20	
27	Comune di Prizzi (PA)	Perizia studi esecutiva per il monitoraggio delle zone a valle di corso Finocchiaro Aprile, via Alcide De Gasperi e Piazza IV	€ 70.037,61	Esecutivo	€ 70.037,61	Decreto n. 253 del 10/03/04
28	Comune di Mezzojuso (PA)	Perizia studi esecutiva per il monitoraggio dell'area urbana interessata da dissesti tra contrada Fusci - Brigna - Macello	€ 48.494,00	Esecutivo	€ 48.494,00	Decreto n. 38 del 27/01/04
29	Comune di Alimena (PA)	Monitoraggio zona a valle di piazza Cavour e via Pisciovalle	€ 177.639,99	Esecutivo	€ 177.639,99	
30	Comune di Ciminna (PA)	Perizia studi esecutiva per il monitoraggio dell'area dissestata del vecchio centro urbano a valle della Matrice	€ 44.070,00	Esecutivo	€ 44.070,00	
31	Comune di Collesano (PA)	Monitoraggio area centro urbano zona Sud Via Montegrappa	€ 156.200,00	Esecutivo	€ 105.975,59	
32	Comune di Poggioreale (TP)	Progetto esecutivo della rete di monitoraggio frane del centro abitato	€ 307.099,78	Esecutivo	€ 307.099,78	
33	Comune di Villarosà (EN)	Interventi di monitoraggio delle aree in frana nel territorio comunale	€ 90.500,00	Esecutivo	€ 90.500,00	Decreto n. 254 del 10/03/04

Essendo stati tali studi progettati con finalità diverse da quelle di protezione civile, se non altro in quanto concepiti prima dell'emanazione della Direttiva P.C.M. del 27/02/04 e della delibera di Giunta Regionale n. 530/2006, è plausibile ritenere che:

- non siano state stabilite soglie di allerta alle quali far corrispondere attivazioni specifiche dei Piani comunali di protezione civile;
- non siano stati predisposti programmi di osservazioni seriali finalizzati all'aggiornamento dei modelli geologici e delle conseguenti soglie di allerta;
- non sia stata prevista l'installazione di strumentazioni adeguate alla trasmissione dei dati in tempo reale presso la sede del Centro Funzionale Decentrato Multirischio Integrato.

In ultimo, gli impianti di monitoraggio geotecnico esistenti non sono soggetti a manutenzione programmata e, nella quasi totalità dei casi, sono praticamente inutilizzati.

4. ANALISI DEI FABBISOGNI

4.1 – Requisiti delle reti di monitoraggio a fini di protezione civile

In protezione civile una rete di acquisizione dati (climatologici, meteorologici, sismici, vulcanici, ambientali, geotecnici, ecc) deve essere funzionale all'attivazione del sistema di allerta affinché possano essere predisposte tutte quelle azioni necessarie alla mitigazione degli effetti degli eventi critici al fine della salvaguardia della pubblica e privata incolumità.

Per quanto concerne i fenomeni connessi alle avverse condizioni meteorologiche, possono essere distinte tre fasi di attivazione del sistema di protezione civile e due principali tipi di rischio:

- a) la fase di previsione (prima dell'evento atteso)
- b) la fase di sorveglianza (durante l'evento)
- c) la fase di valutazione post-evento.

La fase di previsione, effettuata nei giorni o nelle ore precedenti l'evento atteso e relativa ai fenomeni meteorologici (precipitazioni, gelate, venti e mareggiate, temperature), consiste in una valutazione dei parametri dell'atmosfera (temperatura, pressione, venti, ecc) rilevati da satelliti e sensori effettuata con complessi software che tentano di prevedere l'evoluzione dei sistemi di perturbazione anche in relazione alle caratteristiche orografiche delle regioni geografiche di interesse. E' di tutta evidenza che, in questa fase, la necessità di una rete di rilevamento dei parametri meteoclimatici con elevati standard di qualità deve essere vista in relazione ai due principali tipi di rischio, idrogeologico e idraulico, in quanto ciascuno di essi si esplica in modo differente:

- **il rischio idrogeologico** è connesso alle frane; vi sono diversi tipi di dissesto che possono attivarsi con meccanismi complessi e differenti in qualche modo legati alle piogge, alla natura del terreno, all'orografia, all'uso del suolo, a locali situazioni delle falde idriche, agli interventi di natura antropica, a fattori accidentali. Poiché le variabili sono troppe, in ambito regionale è possibile, entro certi limiti, parlare di previsione dei fenomeni franosi a condizione di confinare il tipo di manifestazione al suolo (frane di scoscendimento, di crollo, scivolamenti, colate) e, per necessità di cose, semplificare i meccanismi geomorfologici. In tale contesto, si può parlare di previsione delle frane se:
 - è stata fatta un'associazione di tipo statistico tra precipitazioni e tipi di dissesti con l'individuazione di soglie critiche di innesco;
 - esiste una modellistica che mette in relazione la suscettività da frana (assunta a monte sulla base di incroci indicizzati di elementi caratteristici quali la litologia, la pendenza, l'uso del suolo, le giaciture, ecc) con la quantità di precipitazioni cadute nei giorni precedenti e con quella dell'evento atteso.

Pertanto, una buona ricostruzione delle precipitazioni per n giorni precedenti l'evento atteso può permettere, ammesso che il modello sia stato costruito con sufficienti elementi di riscontro, di effettuare una attendibile previsione dei fenomeni di dissesto geomorfologico. In questo contesto, per "buona ricostruzione delle precipitazioni" deve intendersi una attendibile organizzazione spaziale dei valori di pioggia che diventa tanto migliore quanto minima è la varianza geostatistica. In altre parole, se è lecito presumere che le precipitazioni varino secondo

una legge lineare e stazionaria, è altresì possibile supporre che in un intorno significativo a ciascuna stazione (da stabilire) le piogge siano costanti. Di conseguenza, sapendo che ciò non è vero in modo assoluto, occorre fare in modo che il raggio di influenza di ciascuna stazione sia minimizzato e, pertanto, è auspicabile che il numero di rilevazioni rappresenti al meglio la situazione reale incrementando il numero di stazioni.

- il **rischio idraulico** è connesso ai fenomeni di piena fluviale che, a loro volta, dipendono dall'intensità oraria di pioggia, sulla base delle note relazioni di trasformazione afflussi-deflussi. Le previsioni meteorologiche non riescono a scendere nel dettaglio dell'intensità oraria limitandosi a fornire un quantitativo cumulato alle 24 ore o, al più, alle 12 ore (in realtà, il SIAS effettua previsioni triorarie che però non sono state ancora sottoposte alla necessaria validazione per giudicarsi attendibili). La presenza di una fitta rete di stazioni ha importanza riguardo al trattamento dei dati sia per i piccoli bacini, per i quali è più difficile ottenere buone ricostruzioni dei deflussi, sia per i bacini più grandi dove la variabilità delle meteore può comportare effetti differenti nei sottobacini.

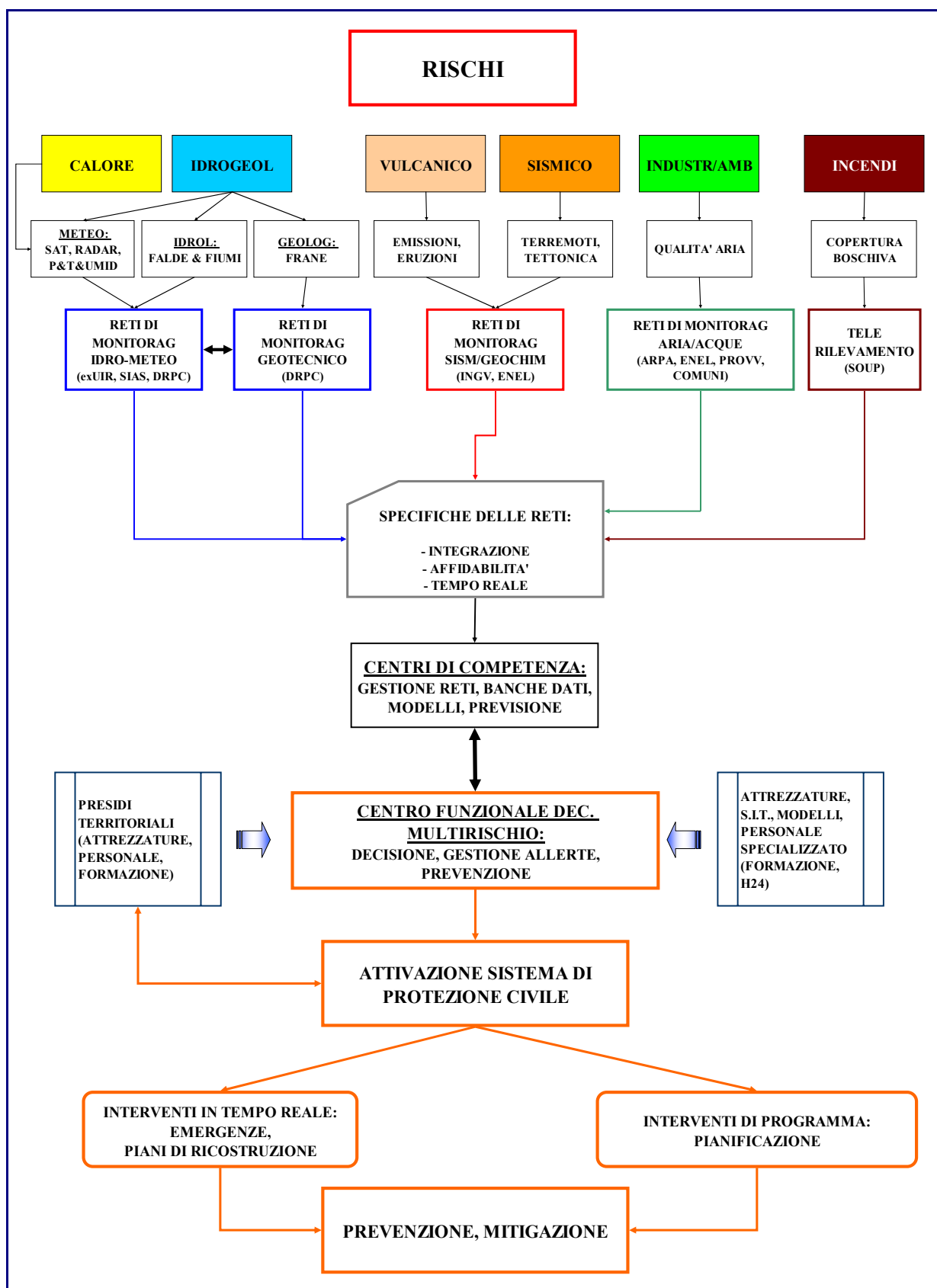
Durante la fase di sorveglianza, in corso di evento, è molto importante disporre di stazioni che permettano di:

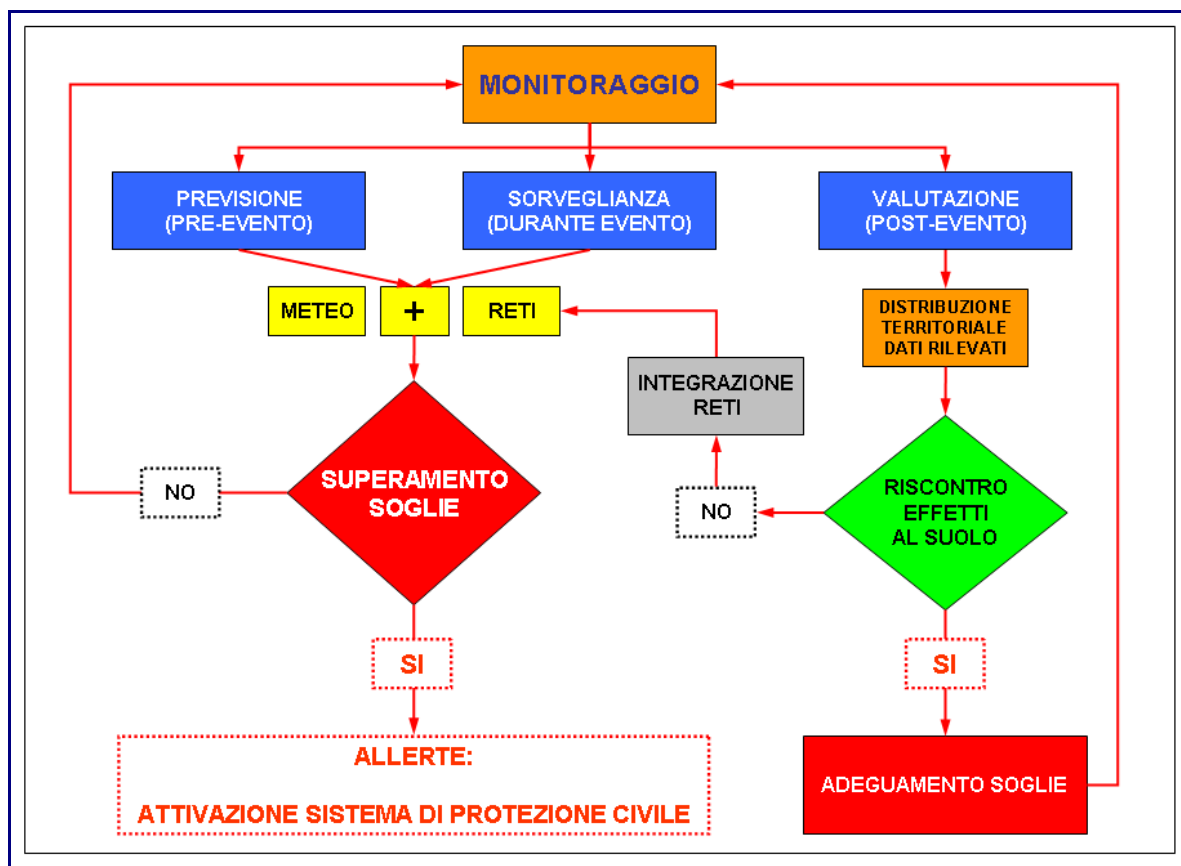
- constatare la reale consistenza dei fenomeni con la loro distribuzione spazio-temporale;
- valutare la severità del fenomeno in atto mediante il confronto con i dati storici;
- verificare il raggiungimento delle soglie critiche valutate a priori.

Pertanto, durante questa fase assume rilevanza la capacità del sistema (stazioni e modellistica) di rappresentare i fenomeni in atto nella maniera più realistica possibile e, nel contempo, di effettuare valutazioni su base analitica per permettere di assumere le decisioni più opportune. In questo contesto logico, la rapidità con cui le informazioni vengono acquisiti e trattati diventa fondamentale per la protezione civile in considerazione che, oltre i tempi tecnici necessari allo scarico dei dati e al conseguente avvio della modellistica di settore bisogna aggiungere i tempi occorrenti per attuare le azioni di mitigazione del rischio. Ciò è tanto più pressante in una Regione, come la Sicilia, nella quale lo sviluppo di fenomeni meteorologici e dei conseguenti effetti al suolo può avvenire con estrema rapidità.

La fase di valutazione post-evento è altrettanto delicata e importante. Infatti, è noto che quelli meteo-climatici non sono fenomeni naturali deterministici e meno ancora lo sono gli effetti al suolo. Pertanto, una attendibile ricostruzione di ciò che è accaduto permette di stabilire quelle necessarie relazioni casuali che tanta parte hanno sia nell'attribuire la reale portata dell'evento, sia di correggere le modellazioni sulla base dei dati acquisiti nel tempo e valutati in un'ottica scientifica, così come prescrive la Direttiva P.C.M. del 27/02/2004. Anche in questo caso, come è ovvio e come è stato mostrato nel capitolo precedente, la distribuzione spaziale che in genere viene utilizzata per rappresentare i fenomeni risente in modo significativo dalla posizione del dato sul territorio in quanto vengono utilizzati software di rappresentazione che basano la loro funzionalità su principi di geostatistica. Pertanto, anche per questa fase di natura prettamente valutativa, il numero e l'ubicazione delle stazioni meteorologiche diventa un fattore condizionante molto importante.

Quanto precedente esposto può essere efficacemente rappresentato nei diagrammi che seguono.





Occorre far rilevare che le stazioni meteorologiche hanno rilevanza anche per la previsione e prevenzione di altri tipi di rischio:

- quello legato alle **ondate di calore** con ripercussioni sulla salute umana;
- quello legato al **rischio incendi boschivi e di interfaccia**.

In ragione di quanto detto, i sistemi di monitoraggio di fenomeni fisici (con particolare riguardo per quelli legati a eventi atmosferici), di utilità per la Protezione Civile, devono possedere determinate caratteristiche tra le quali, anche a mente della nota n. DPC/PRE/0019047 del 29/04/2003 del DPC, si ricordano:

- rappresentatività dei fenomeni (requisito legato alla corretta distribuzione territoriale degli eventi e dipendente dalla densità delle reti);
- elevata affidabilità:
 - o certezza della rilevazione presso le unità periferiche anche e soprattutto in condizioni ambientali avverse;
 - o certezza della trasmissione in tempo reale del dato dalle unità periferiche all'unità di acquisizione locale;

- certezza della trasmissione del dato all'unità di acquisizione centrale;
- qualità del dato rilevato dai sensori;
- resistenza delle attrezzature agli agenti atmosferici;
- ridondanza dei vettori trasmissivi e degli elementi nodali della rete di acquisizione dati e continuità operativa degli impianti tecnologici;
- certezza dell'archiviazione, backup e condivisione in remoto del dato;
- cicli di interrogazione e trasmissione (*polling*) di tipo sequenziale;
- acquisizione dei dati schedulata, a evento ed estemporanea;
- possibilità di interrogazione in remoto anche da dispositivi mobili;
- modularità dei sistemi di acquisizione (requisito relativo alla possibilità di espansione, alla facilità di gestione e manutenzione e all'aggiornamento individuale del firmware);
- compatibilità con le strumentazioni (hardware e software) della rete dei centri funzionali;
- capacità di post-elaborazione del dato per utilizzo immediato (gestione allarmi) e ai fini statistici.

4.2 – Il potenziamento delle reti di monitoraggio

Sulla base di quanto argomentato nel precedente capitolo, l'integrazione della rete di stazioni pluvio-termometriche e idrometriche per fini di protezione civile deve fondarsi sui seguenti requisiti:

- a) adeguata copertura del territorio finalizzata alla valutazione e previsione del rischio idraulico e del rischio idrogeologico;
- b) funzionalità delle tecniche di trasmissione dei dati in tempo reale;
- c) efficienza delle procedure di trattamento dei dati e modellistica;
- d) ridondanza delle rilevazioni e delle connessioni di rete;
- e) connettività con la rete nazionale dei Centri Funzionali sulla base del protocollo già in uso.

4.2.1 – Le stazioni di rilevamento per la Meteorologia

L'analisi della copertura del territorio delle stazioni di rilevamento dei parametri meteo-climatici va fatta in funzione dei campi di applicazione e delle differenti esigenze in materia di protezione civile.

Tenendo presente le necessità del Centro Funzionale Decentrato per finalità di protezione civile così come in precedenza discusso, è indubbio che si debba procedere al potenziamento delle reti in maniera tale da raggiungere i seguenti obiettivi:

- 1) **controllare i parametri meteorologici** (piogge, temperature, vento, umidità) in corso di evento in maniera tale da poter valutare i possibili effetti al suolo dei fenomeni; tale controllo deve essere conseguito contando:

- a. sulla rappresentatività delle registrazioni in rapporto alle caratteristiche climatiche e orografiche del territorio regionale;
 - b. sulla efficienza delle registrazioni e sulla certezza e rapidità dell'invio dei dati al Centro Funzionale Decentrato;
- 2) **analizzare i dati** trasmessi al fine di effettuare back-analysis sui rapporti causa-effetto; tale obiettivo rientra nelle specifiche attribuzioni del Centro Funzionale Decentrato sulla base dei disposti della Direttiva P.C.M. del 27/02/2004 affinché si possano progressivamente affinando le soglie critiche sulla base delle quali vengono emessi gli Avvisi di Criticità.

In questa ottica, il piano per il potenziamento e adeguamento della “Rete Meteo” può essere configurato con i seguenti criteri:

- 1) installazione di nuove stazioni in tele-misura ad alta efficienza con frequenza di campionamento non inferiore al minuto (**RETE DRPC-1**); le caratteristiche degli apparati di misurazione e trasmissione dei dati devono essere tali da assicurare la qualità e la certezza del dato a prescindere dalle condizioni meteorologiche; le caratteristiche del software di trattamento dei dati devono essere tali da assicurare, in tempi sufficientemente rapidi, una adeguata analisi dei parametri registrati, il loro confronto con i parametri storici e la conseguente possibilità di valutare l'entità dei fenomeni in corso; quindi le strumentazioni hardware e software dovranno avere elevati requisiti di qualità sia in ordine alle caratteristiche costruttive dei singoli componenti (sensoristica, elettronica), sia per quanto riguarda l'assemblaggio (corpi delle strumentazioni in alluminio anodizzato verniciato, box a doppia camera, paleria e supporti di buona robustezza, ecc);
- 2) installazione di nuove stazioni in tele-misura a media efficienza con frequenza di campionamento non inferiore ai dieci minuti (**RETE DRPC-2**); con tali stazioni si intende “coprire” i buchi delle rilevazioni soprattutto in quei casi in cui l'orografia e/o le peculiarità micro-climatiche determinano andamenti delle meteore tali da comportare anomalie nella rappresentatività spaziale dei fenomeni;
- 3) adeguamento delle stazioni in tele-misura esistenti (**RETE SIAS e RETE ARRA-1**); tale obiettivo è commisurato alla necessità di mantenere le reti esistenti e di migliorarne l'efficacia in termini di acquisizione e trasferimento del dato.

Nella Figura 10 viene mostrata la mappa dell'attuale distribuzione delle stazioni di rilevamento dei dati meteo-climatici afferenti alle reti SIAS e ARRA-1 (Settore Osservatorio delle Acque).

Nella Figura 11 viene mostrata la mappa della rete di rilevamento e monitoraggio mete-climatico nella configurazione ritenuta utile a fini di protezione civile.

Al riguardo, si ribadisce la necessità di una copertura del territorio sufficiente a rappresentare la variabilità climatica, a sua volta dipendente anche dalla variabilità orografica, nella Regione Siciliana nell'ottica di un monitoraggio finalizzato sia alla previsione in tempo reale, sia alla valutazione delle relazioni causa-effetto nel tempo differito.

Pertanto, la rete cosiddetta “fiduciaria” delle stazioni principali deve essere in grado di seguire in tempo reale l'evoluzione dei fenomeni, mentre la rete “secondaria”, pur essendo dotata di stazioni con tecnologie sofisticate in termini di acquisizione e trasmissione dei dati, ha l'obiettivo di valutare la variazione della distribuzione dei parametri meteo-climatici a scala di dettaglio; quest'ultimo

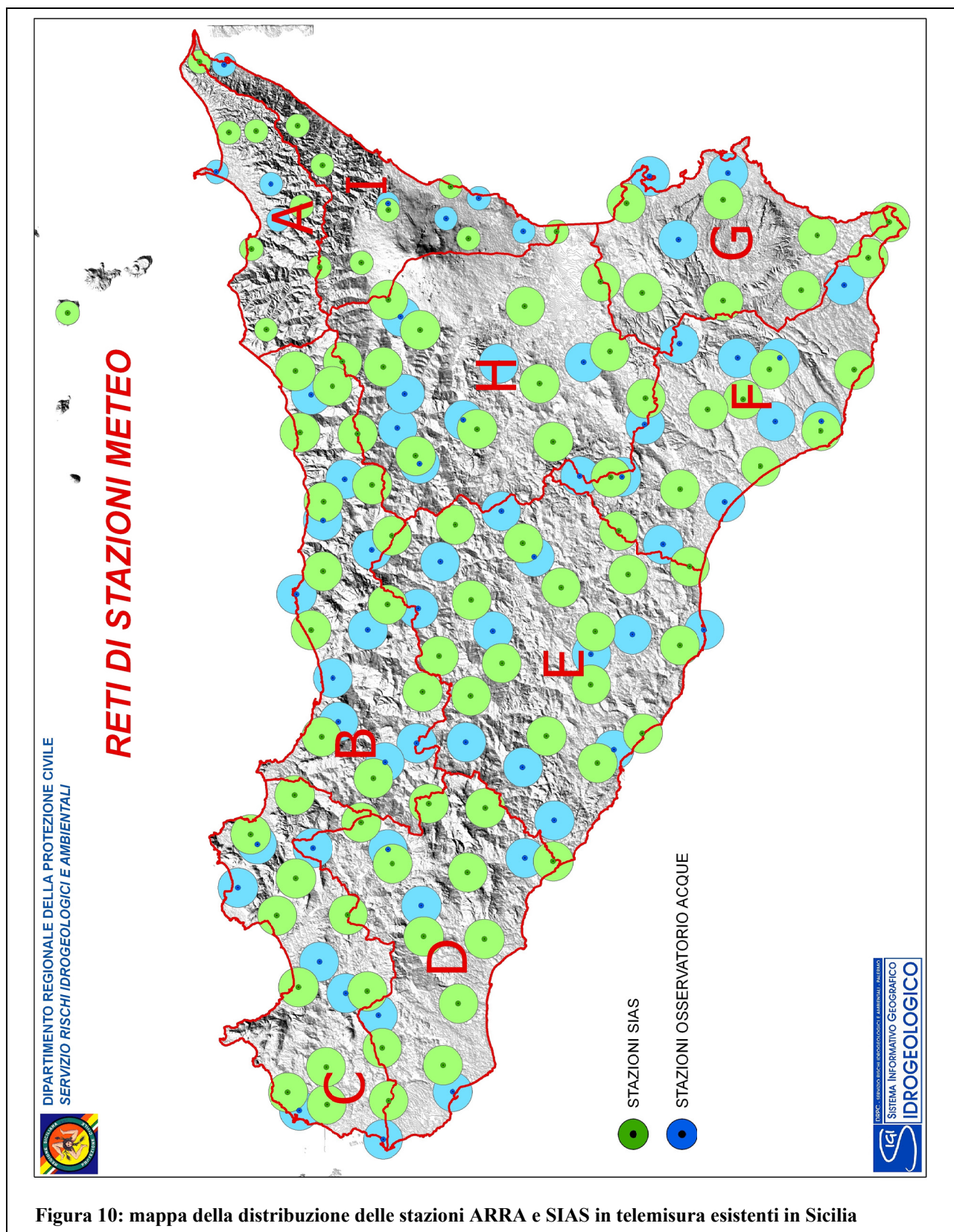
aspetto merita di essere approfondito in quanto, avendo il territorio regionale un'orografia articolata, possono svilupparsi condizioni microclimatiche tali da generare fenomeni localizzati che non si accordano con gli algoritmi di spazializzazione più frequentemente usati: si citano, quale esempi, il caso della fascia ionica etnea che risente della presenza del vulcano quale importante variabile orografica, la piana di Catania dove si verifica una inversione termica in estate, la zona Iblea dove la presenza di valli strette e allungate (le cosiddette “cave”) permette l'instaurarsi l'ingresso di masse d'aria che, risalendo lungo i versanti, generano instabilità climatiche che sono probabilmente responsabili di alcuni fenomeni di pioggia intensa.

In linea di massima, salvo verifiche che andranno fatte in fase di progettazione esecutiva, la rete “secondaria” può essere realizzata mediante la realizzazione di nuove stazioni di qualità (standard WMO), pur con caratteristiche qualitative non necessariamente allineate a quelle delle stazioni “master”; in questo caso sono ammissibili apparati con corpi in teflon/pvc; è richiesta comunque la trasmissione dei dati in tempo reale che può essere realizzata mediante protocolli IP, connettività in HIPERLAN, HIPERLAN2 o ADSL; l'ubicazione di tali strumentazioni dovrà essere oggetto di studi specialistici mirati in relazione alle specifiche e locali caratteristiche microclimatiche del territorio;

Per analogia con l'analisi di densità precedentemente riportata, segue una tabella riassuntiva con le stazioni integrative del DRPC previste nel presente documento.

ANALISI DI DENSITA' PER MAGLIA DI 100 kmq							
ZONA	kmq	ARRA-1	SIAS	DRPC-1	DRPC-2	RETE METEO	
		N.STAZ	N.STAZ	N.STAZ	N.STAZ	N.STAZ	DENS_100
A	1297	3	8	10	7	28	2,2
B	2967	9	14	4	8	35	1,2
C	2366	6	11	5	6	28	1,2
D	2965	7	11	4	6	28	0,9
E	4858	12	13	5	6	36	0,7
F	2884	11	13	6	6	36	1,2
G	2158	3	5	3	6	17	0,8
H	4256	7	13	6	6	32	0,8
I	1658	5	6	7	9	27	1,6
TOT/MED		63	94	50	60	267	1,18

Si ribadisce che le indicazioni date in questa sede si riferiscono a stime supportate dall'analisi sopra riportata; tuttavia, il necessario progetto di dettaglio potrà condurre a valutazioni differenti che si ipotizzano rientranti in un $\pm 20\%$ di variazione delle quantità e degli importi unitari e complessivi.



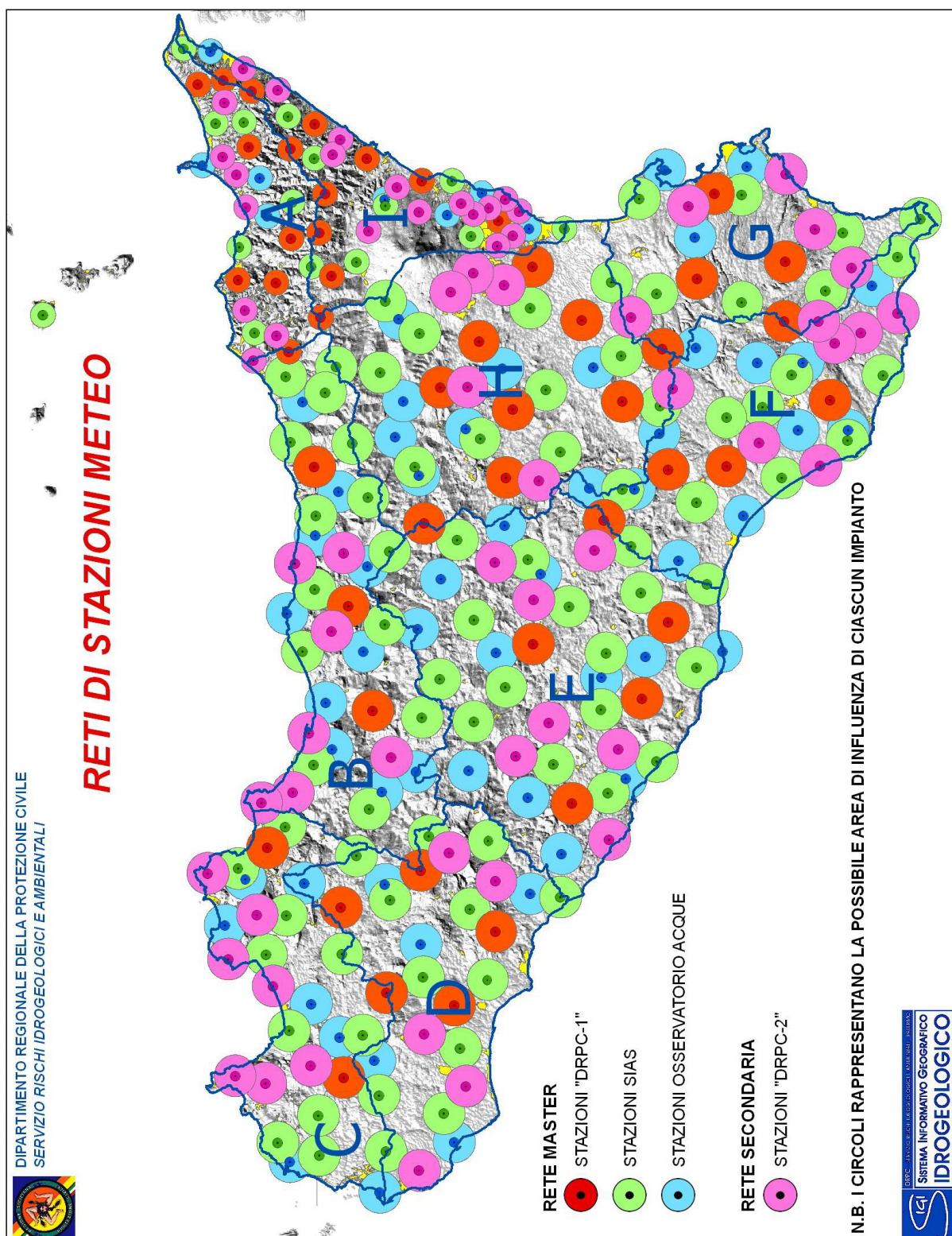


Figura 11: mappa della distribuzione delle stazioni DRPC, ARRA e SIAS in telemisura in Sicilia esistenti e da integrare

4.2.2 – Le stazioni di rilevamento per l’Idrologia

Come anticipato nel capitolo 3.2, la conoscenza delle portate in alveo riveste, al pari di quella della piovosità, interesse primario in protezione civile in quanto lungo i corsi d’acqua, specialmente se a valle delle dighe di ritenuta, si sviluppano attività antropiche e infrastrutture che possono subire gli effetti dannosi delle onde di piena.

Ai fini di costituire un adeguato sistema di rilevazione delle portate, è necessario osservare che il regime dei corsi d’acqua in Sicilia rende problematico l’uso di strumentazioni automatiche; infatti, a parte i sensori a ultrasuoni, che costituiscono la produzione più avanzata in termini di affidabilità e precisione per la rilevazione dei livelli idrici fluviali, gli altri tipi di sensori potrebbero subire declini di funzionalità in caso di prolungati fermi causati dalla mancanza di deflussi.

Non meno condizionante è l’aspetto relativo alla posizione del sensore rispetto alla sezione fluviale: può succedere che in corsi d’acqua non sistemati il deflusso delle acque possa seguire percorsi diversi al variare del tempo e ciò potrebbe far sì che il sensore non inquadri più il target originario. Alla stessa maniera, per trasformare il dato di altezza in portata occorre ricostruire la scala dei deflussi che, per ovvi motivi, non può che essere realizzata in corrispondenza di una sezione regolare.

Per quanto sopra detto, la progettazione per l’integrazione di tali strumentazioni va condotta distinguendo le singole situazioni per le quali è ritenuto opportuno e necessario procedere all’installazione dei sensori.

Per ciò che riguarda i criteri di trasmissione dei dati, valgono le medesime considerazioni svolte per le stazioni meteo-climatiche; pertanto, vanno privilegiate tecnologie che assicurino velocità e affidabilità

Nel seguito vengono mostrate una figura e una tabella con una indicazione di massima dei dispositivi di misurazione teoricamente occorrenti per poter fornire un contributo significativo alla conoscenza di deflussi in alveo.

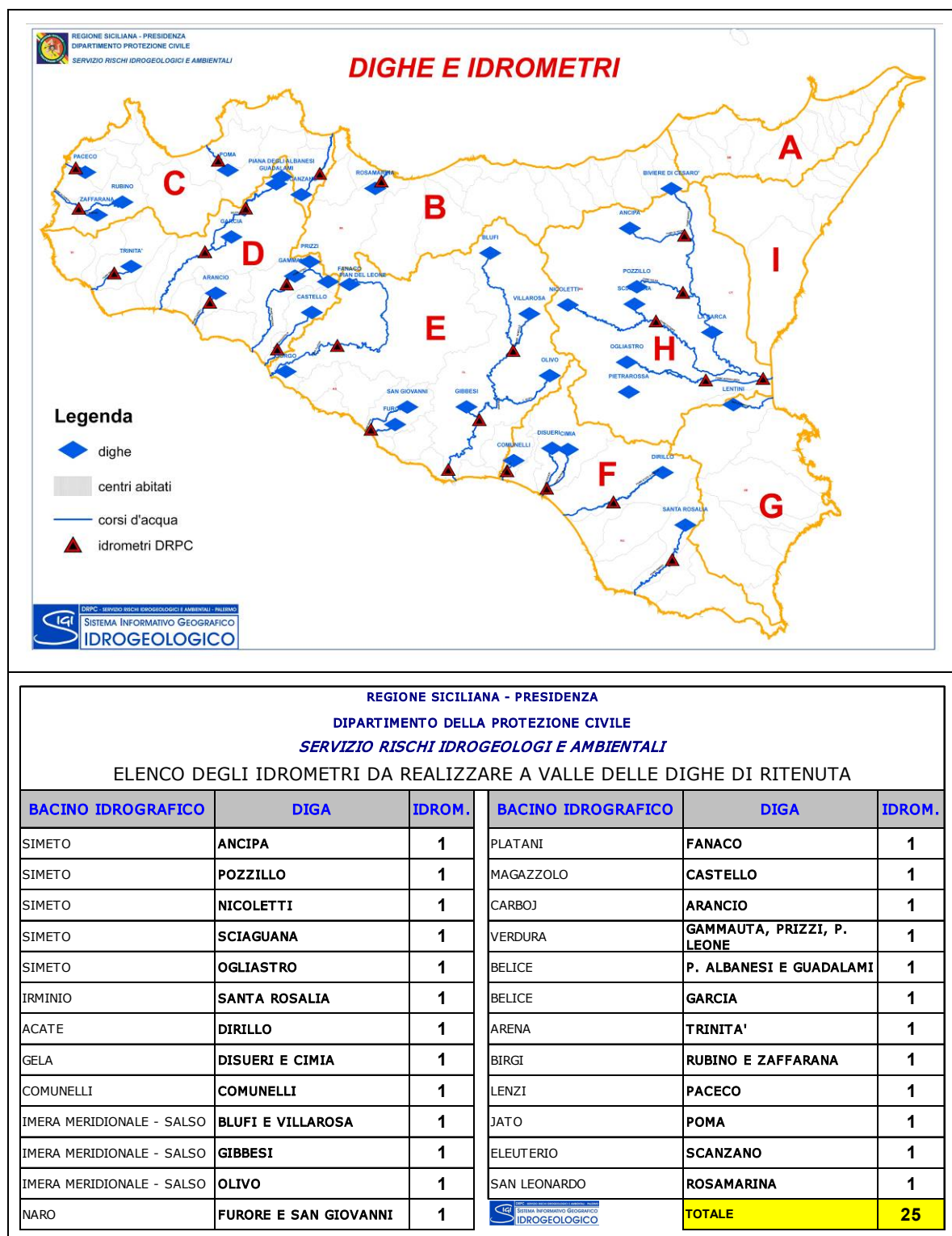


Figura 12: carta di ubicazione e tabella con l'elencazione degli idrometri integrativi

4.2.3 – La trasmissione in remoto dei dati

Ai fini di protezione civile, grande rilevanza ha l'aspetto relativo alla trasmissione dei dati in tempo reale presso il Centro Funzionale Decentrato.

I sistemi di monitoraggio sono costituiti dai sensori che rilevano il dato di interesse (precipitazione, temperatura, vento, umidità, ecc) e da dispositivi di trasformazione dei valori in segnali elettrici che vengono immagazzinati nelle memorie delle centraline. Da qui i segnali devono essere inviati mediante trasmissioni che utilizzano diversi sistemi:

- via cavo (solo in caso di brevi tragitti),
- via telefonica attraverso la rete GSM,
- via onde radio su banda di frequenza dedicata;
- via satellite.

La completa affidabilità del sistema è garantita dalla trasmissione con onde radio UHF (*Ultra High Frequency*) in quanto si realizza l'indipendenza dai gestori delle reti di telefonia mobile nonché gestori dei server, fatto questo non trascurabile soprattutto in caso di eventi estremi che possono interrompere i collegamenti GSM o la funzionalità degli *host*. Infatti, lo svincolarsi dai sistemi di telefonia mobile, dipendenti da operatori privati che rispondono, seppur coerentemente, a logiche commerciali, è indispensabile in un'ottica di servizio di protezione civile. L'utilizzo di sistemi di proprietà della Regione, opportunamente dimensionati e dedicati per gli usi specifici, permette di evitare situazioni di saturazione del sistema, soprattutto nei momenti di emergenza dove il maggior afflusso di operatori presenti sul territorio determina quasi sempre la saturazione dei collegamenti GSM e di fatto l'indisponibilità di tale servizio per sopraggiunto limite della capacità del sistema.

Altro tipo di connessione remota da poter utilizzare in tema di trasmissione dati è quella di tipo HIPERLAN a 2,4 GHz o di tipo HIPERLAN2 a 5,4 GHz. Tali apparati permettono anche la trasmissione di volumi maggiori di dati digitali, utili per esempio per le riprese video che possono avere un ruolo non secondario in tema di monitoraggio.

Le comunicazioni via radio permettono una trasmissione veloce (*polling* entro i 15 minuti circa per l'intera rete regionale) e affidabile anche in caso di malfunzionamento di un nodo (apparati reticolari e ridondanti) a condizione che la tecnologia utilizzata abbia alta affidabilità ed elevata efficienza. L'elevata velocità di acquisizione risponde all'esigenza da una parte di avere il dato nel più breve tempo possibile (requisito importante in Sicilia a causa dei ridotti tempi di propagazione dei deflussi), dall'altra di standardizzare la cadenza oraria degli aggiornamenti (*refresh*).

Sebbene la progettazione della rete dei ponti radio necessiti di un accurato studio dei campi di visibilità in relazione alla potenza e tipo dei segnali emessi, all'orografia del territorio regionale, al raggio di curvatura terrestre, all'altezza delle antenne e alle variabili ambientali (è noto che in caso di pioggia può esserci una significativa attenuazione del segnale), in questa sede la questione può essere trattata seguendo una ragionevole ipotesi che presuppone la presenza di:

- 1) una rete principale che costituisce l'ossatura portante delle trasmissioni; si assume, in prima istanza, che i ponti radio di questa categoria abbiano una LOS (*Line of Sight*) di circa 40 km e apparati di comunicazione in R/T a singola o doppia frequenza e comunque idonei alle trasmissioni bidirezionali e contemporanee;

- 2) una rete secondaria per il raggiungimento delle zone marginali o periferiche (valli strette, zone d'ombra, ecc); in via cautelativa, si assume che la LOS in questo caso sia pari a 30 km circa.

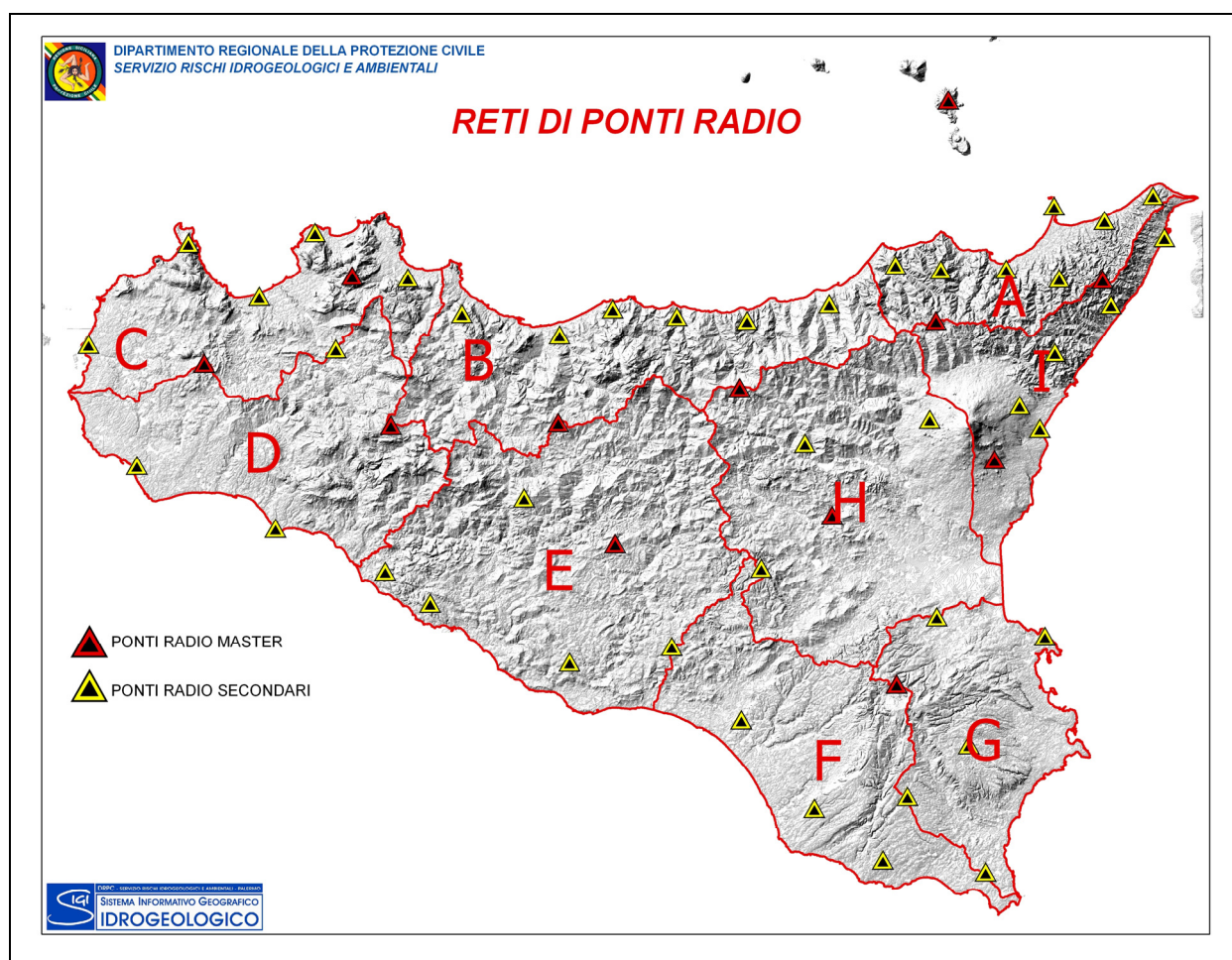


Figura 13: mappa dei ponti radio per la trasmissione dei segnali delle stazioni meteo
(in rosso: i ponti radio principali, in giallo: i ponti radio secondari)

E' chiaro che gli apparati strumentali destinati alla rilevazione e alla trasmissione dei dati devono avere un alto profilo tecnologico in quanto devono garantire alcune funzionalità essenziali quali:

- autonomia di alimentazione e bassi consumi energetici,
- elevate prestazioni in ogni contesto ambientale (condizioni d'impiego gravose per vento, temperature, neve, caldo, ecc),
- possibilità di operare in remoto dalle centrali di gestione in maniera tale da intervenire sugli apparati elettronici, con capacità di attivazione o disattivazione del nodo,
- modularità nei sistemi trasmissivi, ossia la possibilità di interrogare la rete in modo selettivo o parziale da centrali diverse;
- contemporaneità in ricezione e trasmissione dei segnali .

4.3 – Gli impianti di monitoraggio per il dissesto idrogeologico

Nel caso del monitoraggio di fenomeni di dissesto di versante, la “filosofia” del monitoraggio è radicalmente diversa da quella trattata per la meteorologia.

L’obiettivo del controllo è quello di valutare gli spostamenti superficiali e profondi di masse di terreno ritenuti instabili con i seguenti obiettivi:

- 1) predisposizione di un modello geologico-geomorfologico-geotecnico di riferimento;
- 2) valutazione delle caratteristiche del dissesto per stabilire i parametri di soglia per l’allertamento di protezione civile;
- 3) valutazione degli interventi strutturali per il consolidamento.

Occorre evidenziare che lo studio dei fenomeni di versante riveste aspetti di indubbia complessità e quindi è bene predisporre la campagna di monitoraggio su molti indicatori, soprattutto quando il meccanismo di mobilitazione è sconosciuto (e lo è sempre prima delle indagini geognostiche e dell’installazione delle strumentazioni di controllo).

In questo senso, in ragione della singolarità e specificità dei fenomeni da studiare, ogni programma di monitoraggio deve essere adattato caso per caso al contesto specifico.

La sequenza logica di un generico programma di studio e monitoraggio può essere così schematizzata:

STEP	FASI DI AVANZAMENTO
1	FENOMENO: OSSERVAZIONI DI NATURA GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICA ►
2	INDAGINI GEOGNOSTICHE E INSTALLAZIONE ATTREZZATURE ►
3	MODELLO GEOLOGICO-GEOTECNICO 1° IPOTESI ►
4	OSSERVAZIONI STRUMENTALI ►
5	MODELLO GEOLOGICO-GEOTECNICO 2° IPOTESI ►
6	DEFINIZIONE DI SOGLIE ►
7	VALIDAZIONE DEL MODELLO ►
8	MONITORAGGIO A REGIME ►
9	MODELLO DI INTERVENTO E PIANIFICAZIONE DI PROTEZIONE CIVILE ►
10	AGGIORNAMENTO DELLE SOGLIE E DEL PIANO DI P.C. ■

Limitatamente alle risorse disponibili, è comunque importante che il programma di monitoraggio preveda l’acquisizione in continuo di taluni parametri che vanno registrati in centraline (*data-loggers*) dalle quali i dati devono essere periodicamente scaricati e analizzati.

In quei casi dove la variazione di un indicatore può costituire una variabile determinante ai fini dell’allertamento, occorre che la registrazione e la trasmissione del dato avvengano in tempo reale e

che vi sia, a valle, una struttura tecnico-scientifica idonea alla valutazione, anche con l'ausilio dei parametri di soglia, se stabiliti.

Per esempio, se si ipotizza con una ragionevole deduzione che la variazione della falda acquifera (o del livello piezometrico) sia un fattore determinante per l'innescare o la rimobilizzazione di fenomeni franosi, è senz'altro utile, se non necessario, predisporre un monitoraggio in continuo e in tempo reale mediante trasduttori di pressione collocati in foro; in questo caso, i valori di soglia possono dipendere dall'altezza dei livelli idrici nelle tubazioni piezometriche. Per analizzare le correlazioni con le precipitazioni, occorre installare anche una stazione meteorologica.

In presenza di movimenti di versante a cinematica lenta e progressiva, la relazione causale tra variazione di un parametro (per esempio, le deformate inclinometriche) e collasso imminente può non essere lineare e prevedibile; in tal caso, è bene installare altre strumentazioni elettriche che rilevino i movimenti superficiali al suolo e in corrispondenza di corpi di fabbrica.

Ancora più indeterminato è il caso del controllo delle frane di crollo: la scelta dell'ubicazione delle strumentazioni per il monitoraggio degli spostamenti dei blocchi rocciosi (estensimetri di superficie, estensimetri multi-base da foro) comporta l'approfondita conoscenza della geometria degli ammassi e dei possibili cinatismi, con la consapevolezza che, in ogni caso, potrebbero svilupparsi fenomeni di distacco in posti diversi da dove si era previsto. Per la rapidità con cui, in genere, si sviluppano i fenomeni di crollo, è bene che le strumentazioni siano dotate di dispositivi di trasferimento in remoto, in tempo reale, presso centrali di acquisizione.

La scelta degli apparati di trasmissione dei dati nell'ambito del "cantier" dipende da diversi fattori che devono essere vagliati singolarmente: in taluni casi può andar bene l'utilizzo di cavi elettrici, in altri bisogna ricorrere a trasmissioni *wireless*, scelte che dipendono dalla posizione dei sensori di controllo, dalla loro distanza reciproca, dall'esistenza o meno di ostacoli, ecc. Tali segnali vanno raccolti in una centrale di acquisizione (programmabile anche da remoto) e da qui inviati alle centrali di controllo: in genere, viene usata la tecnologia GSM/GPRS che, ai fini del monitoraggio geomorfologico-geotecnico, può considerarsi soddisfacente.

Un discorso legato alle reti in quanto tali può essere sviluppato nel caso di installazioni di strumentazioni che prevedano il controllo degli spostamenti dei versanti mediante sensori GPS e il successivo invio dei segnali registrati mediante tecnologia *wireless* (radio o GSM/GPRS).

L'architettura del sistema deve prevedere l'esistenza di stazioni fiduciarie collocate in punti ritenuti non soggetti a movimento e una "costellazione" di stazioni collocate nella zona soggetta a deformazioni.

E' bene precisare che il monitoraggio delle deformazioni superficiali deve essere associato a quello degli spostamenti profondi affinché sia trovata una relazione tra gli uni e gli altri al fine di poter disporre di tutti gli elementi di valutazione necessari per avviare quelle eventuali misure di prevenzione e mitigazione dei rischi derivanti da tali tipi di fenomeni.

Sebbene vi siano spazi per i successivi approfondimenti dell'argomento, in questa sede vengono delineate alcune indicazioni qualitative per valutare il tipo di integrazioni che si ritiene di dovere implementare.

- 1) I programmi di monitoraggio strumentale dovrebbero essere articolati per periodi di almeno tre anni. Qualora i fenomeni non mostrino evidenze di spostamento, sarebbe opportuno

prolungare le osservazioni; in caso contrario, perderebbe di efficacia e di significato l'attività pregressa non avendo raggiunto gli obiettivi progettuali.

- 2) Le strumentazioni da installare devono prevedere l'utilizzo di apparati elettrici ed elettronici per il monitoraggio in continuo di parametri ritenuti significativi. In tal caso, devono essere previsti:
 - a. dispositivi autonomi per l'alimentazione elettrica (in diversi casi, la mancanza di energia ha comportato guasti hardware o perdita di dati);
 - b. l'installazione di una centrale locale di concentrazione delle osservazioni, dotata di server (o personal computer di adeguata capacità di memoria) e apparecchiature per il controllo delle sovratensioni;
 - c. la realizzazione di un “*mirror*” presso il Centro Funzionale Decentrato o, in alternativa, la predisposizione di protocolli di comunicazione dei dati riassuntivi; in proposito, una interessante soluzione è quella di utilizzare siti web dedicati con livelli di accesso selettivi.
- 3) In tutti gli apparati di monitoraggio strumentale per il controllo dei dissesti deve essere sempre contemplata l'installazione di una stazione meteorologica, a registrazione continua, con la misura di almeno i parametri pioggia e temperatura dell'aria.
- 4) Le cadenze di rilevamento nelle strumentazioni non automatiche devono essere tali da poter rappresentare i fenomeni analizzati con completezza.
- 5) E' sempre necessario riassumere tutte le osservazioni, manuali e continue, in un documento che, con cadenza almeno semestrale, metta in relazione le une e le altre in un contesto tecnico ragionato.

Tenendo conto di quanto detto e nelle more dell'ultimazione della predetta ricognizione conoscitiva, è possibile ipotizzare un intervento “tipo” che comprenda:

- l'analisi del contesto geologico-geomorfologico nel quale è inserito il dissesto da sottoporre a monitoraggio strumentale;
- l'analisi dei risultati del monitoraggio strumentale già effettuato per una valutazione complessiva dello stato di fatto degli studi e degli effetti al suolo palesi o presumibili;
- la verifica funzionale delle apparecchiature;
- la realizzazione di nuovi fori strumentati a profondità non inferiore ai 30 metri per sopperire a carenze conoscitive e/o a perdita di funzionalità di quelli esistenti;
- la realizzazione di campagne di indagini geognostiche integrative;
- l'installazione di nuovi sensori elettrici di tipo piezometrico (in foro), in aggiunta a quelli esistenti per integrazione o sostituzione, con acquisizione dei dati in continuo;
- l'installazione di fessurimetri elettrici in corrispondenza di fratture al suolo o in corpi di fabbrica con acquisizione dei dati in continuo;
- l'installazione di una stazione meteorologica con acquisizione dei dati in continuo;



- l'installazione di una centrale locale in grado di gestire il flusso delle informazioni provenienti dai sensori;
- la prosecuzione della campagna di monitoraggio per un periodo non inferiore ai tre anni;
- l'installazione di un sistema di visualizzazione dei risultati del monitoraggio (web-system);
- l'installazione di una centrale remota presso il Centro Funzionale Decentrato.

E' in corso una ricognizione presso tutti gli Enti Locali che hanno beneficiato di finanziamenti regionali a valere sui fondi del POR 2000-2006, nonché presso tutte le amministrazioni comunali, affinché possano essere acquisiti gli elementi utili per valutare l'opportunità e la fattibilità tecnica di interventi di adeguamento e integrazione, a fini di protezione civile, dei dispositivi di monitoraggio strumentale di tipo geologico-geomorfologico-geotecnico.

Al momento, alla luce dei riscontri avuti dalla ricognizione nonché delle esperienze dirette seguite dal Dipartimento Regionale della Protezione Civile, gli impianti di monitoraggio strumentale per dissesti idrogeologici che meritano di essere sviluppati (cioè di nuova implementazione o che presuppongono il proseguo di precedenti campagne di monitoraggio che si sono arrestate) al fine di renderli compatibili con le esigenze applicative del Centro Funzionale Decentrato sono quelli di cui alla tabella che segue.

E' palese che, in funzione dell'evoluzione dei dissesti, che può essere rapida in relazione alle sollecitazioni esterne che si dovessero prefigurare (quali per esempio gli eventi meteo), così pure in funzione delle ulteriori comunicazioni che pervengono al Dipartimento a seguito della ricognizione ancora in corso, il programma potrà subire variazioni e integrazioni.



PROV	LOCALITÀ	INTERVENTO
AG	NARO:	Monitoraggio strumentale di tipo geotecnico nel centro abitato di Naro: potenziamento strumentazioni e attrezzature e prosecuzione misure
L'intervento riguarda la prosecuzione della campagna di monitoraggio strumentale già condotta dal DRPC a seguito dei fenomeni di dissesto verificatisi a Naro nel 2005, già oggetto dell'OPCM 3450/2005		
AG	RAVANUSA:	Approfondimento degli studi geologici e potenziamento e adeguamento a fini di protezione civile dell'impianto di monitoraggio strumentale di tipo geotecnico nel centro abitato di Ravanusa
L'intervento riguarda un fenomeno complesso di dissesto geomorfologico che interessa il centro abitato. Monitoraggio eseguito dal Comune senza esiti. Dati acquisiti dal DRPC a seguito di ricognizione conoscitiva		
PA	CAMPOFELICE DI ROCCELLA:	Monitoraggio strumentale di tipo geotecnico nel centro abitato di Campofelice di Roccella – Località Acqua Canna (Parco Belvedere)
L'intervento riguarda un fenomeno complesso di dissesto geomorfologico che interessa una zona periferica del centro abitato (coinvolto il parco urbano, la rete fognaria, edifici di civile abitazione). Dati acquisiti dal DRPC a seguito di sopralluoghi		
EN	PIAZZA ARMERINA:	Monitoraggio strumentale di tipo geotecnico nel centro abitato di Piazza Armerina – quartiere Itria-Arena
L'intervento riguarda un fenomeno di dissesto geomorfologico, con associati gravi dissesti strutturali in edifici di culto e di civile abitazione, che interessa il centro abitato già interessato da crolli. Dati acquisiti dal DRPC a seguito di ricognizione conoscitiva		
CT	CATANIA:	Realizzazione del collegamento con il CFD per la condivisione dei dati acquisiti dal Comune (progetto Hazardous: "Allertamento delle piene in ambito urbano")
L'intervento riguarda la realizzazione di un impianto finalizzato alla trasmissione dei dati acquisiti dal Comune nell'ambito di programmi di monitoraggio in corso. Dati acquisiti dal DRPC a seguito di ricognizione conoscitiva		
ME	PARCO DEI NEBRODI:	Potenziamento della strumentazione di monitoraggio geotecnico predisposta dal Parco dei Nebrodi per il controllo dell'evoluzione dei fenomeni di dissesto geomorfologico a fini di protezione civile. Realizzazione del collegamento con il CFD per la condivisione dei dati Comuni di: Alcara Li Fusi, Caronia, Longi, Mistretta, San Fratello, San Marco d'Alunzio
L'intervento riguarda la prosecuzione, con tecniche di acquisizione dei dati in tempo reale e trasferimento dei dati alle centrali del Parco dei Nebrodi e del CFD, di impianti di monitoraggio già realizzati in centri abitati instabili. Dati acquisiti dal DRPC a seguito di ricognizione conoscitiva		
PA	CASTELBUONO:	Monitoraggio strumentale di tipo geotecnico nella frazione Liccia
L'intervento riguarda la prosecuzione della campagna di monitoraggio strumentale che l'Amministrazione comunale sta conducendo, con fondi DRPC, a seguito dei fenomeni di dissesto geomorfologico che hanno interessato il versante a valle della S.P. 23 (scivolamenti traslazionali e colate). Dati acquisiti dal DRPC a seguito di sopralluoghi e provvedimenti di emergenza		



PROV	LOCALITÀ	INTERVENTO
ME	RACCUIA:	Indagini geognostiche e monitoraggio strumentale di tipo geotecnico nella frazione Zappa
L'intervento riguarda la realizzazione di studi geologici e l'installazione di apparecchiature di monitoraggio per il controllo di un vasto fenomeno franoso che interessa l'intero abitato della frazione Zappa. Dati acquisiti dal DRPC a seguito di sopralluoghi e provvedimenti di emergenza		
ME	UCRIA:	Indagini geognostiche e monitoraggio strumentale di tipo geotecnico nel centro abitato
L'intervento riguarda la realizzazione di studi geologici e l'installazione di apparecchiature di monitoraggio per il controllo di un vasto fenomeno franoso che interessa una parte del centro abitato le cui abitazioni presentano quadri fessurativi di diversa entità e gravità. Dati acquisiti dal DRPC a seguito di sopralluoghi.		
CT	ACICASTELLO:	Indagini geognostiche e monitoraggio strumentale di tipo geotecnico nella collina di Vampolieri
L'intervento riguarda il potenziamento e adeguamento per fini di protezione civile della campagna di monitoraggio strumentale in corso di realizzazione da parte dell'Ufficio del Genio Civile di Catania		
AG	NARO e AGRIGENTO:	Monitoraggio satellitare: interferometria differenziale con tecniche PS
L'intervento riguarda la prosecuzione della campagna di monitoraggio strumentale già condotta dal DRPC a seguito dei fenomeni di dissesto a Naro e Agrigento nel 2005, già oggetto dell'OPCM 3450/2005		
CL	CALTANISSETTA:	Monitoraggio strumentale di tipo geotecnico nel centro abitato di Caltanissetta – quartiere S. Anna, località Santa Barbara, Zona Industriale
L'intervento riguarda un fenomeno complesso di dissesto geomorfologico che interessa il centro abitato e connesso probabilmente a fenomeni di più grande rilevanza di tipo para-vulcanico (macalube) e tettonico. Dati acquisiti dal DRPC a seguito di ricognizione conoscitiva ed emergenze agosto 2008 e gennaio 2009		
CL	SUTERA:	Potenziamento delle strumentazioni di monitoraggio delle frane di crollo sull'abitato con trasferimento dei dati al CFD
L'intervento riguarda l'installazione di apparecchiature di monitoraggio in tempo reale di fenomeni di crollo sul centro abitato. Dati acquisiti dal DRPC a seguito di ricognizione conoscitiva		
ME	FRAZZANO':	Studi geologici e monitoraggio strumentale di tipo geotecnico nel centro abitato di Frazzanò
L'intervento riguarda un fenomeno complesso di dissesto geomorfologico che interessa il centro abitato. Dati acquisiti dal DRPC a seguito di provvedimenti in emergenza		
ME	S. PIERO PATTI:	Monitoraggio strumentale di tipo geotecnico nel centro abitato di S. Piero Patti
L'intervento riguarda un fenomeno complesso di dissesto geomorfologico che interessa il centro abitato. Dati acquisiti dal DRPC a seguito di provvedimenti in emergenza		



PROV	LOCALITÀ	INTERVENTO
AG	AGRIGENTO:	Monitoraggio strumentale di tipo geotecnico nella “Collina di Agrigento” (zona Duomo): potenziamento strumentazioni e attrezzature e prosecuzione misure
L'intervento riguarda la prosecuzione della campagna di monitoraggio strumentale già condotta dal DRPC a seguito dei fenomeni di dissesto verificatisi ad Agrigento nel 2005, già oggetto dell'OPCM 3450/2005		
PA	PETRALIA SOTTANA:	Monitoraggio strumentale di tipo geotecnico nel centro abitato di Petralia Sottana
L'intervento riguarda fenomeni franosi di tipo scivolamento traslativo con colata, al momento quiescenti, (centro abitato e quartiere San Giuseppe) con rischio elevato e molto elevato. Dati acquisiti dal DRPC a seguito di sopralluoghi		
ME	TORTORICI:	Monitoraggio strumentale di tipo geotecnico nel centro abitato di Tortorici – via Zappulla
L'intervento riguarda un fenomeno complesso di dissesto geomorfologico che interessa il centro abitato. Dati acquisiti dal DRPC a seguito di provvedimenti in emergenza		
TP	SALEMI:	Monitoraggio strumentale di tipo geotecnico nel centro abitato di Salemi
L'intervento riguarda fenomeni di crollo e sprofondamento nel centro abitato. Dati acquisiti dal DRPC a seguito di provvedimenti in emergenza		

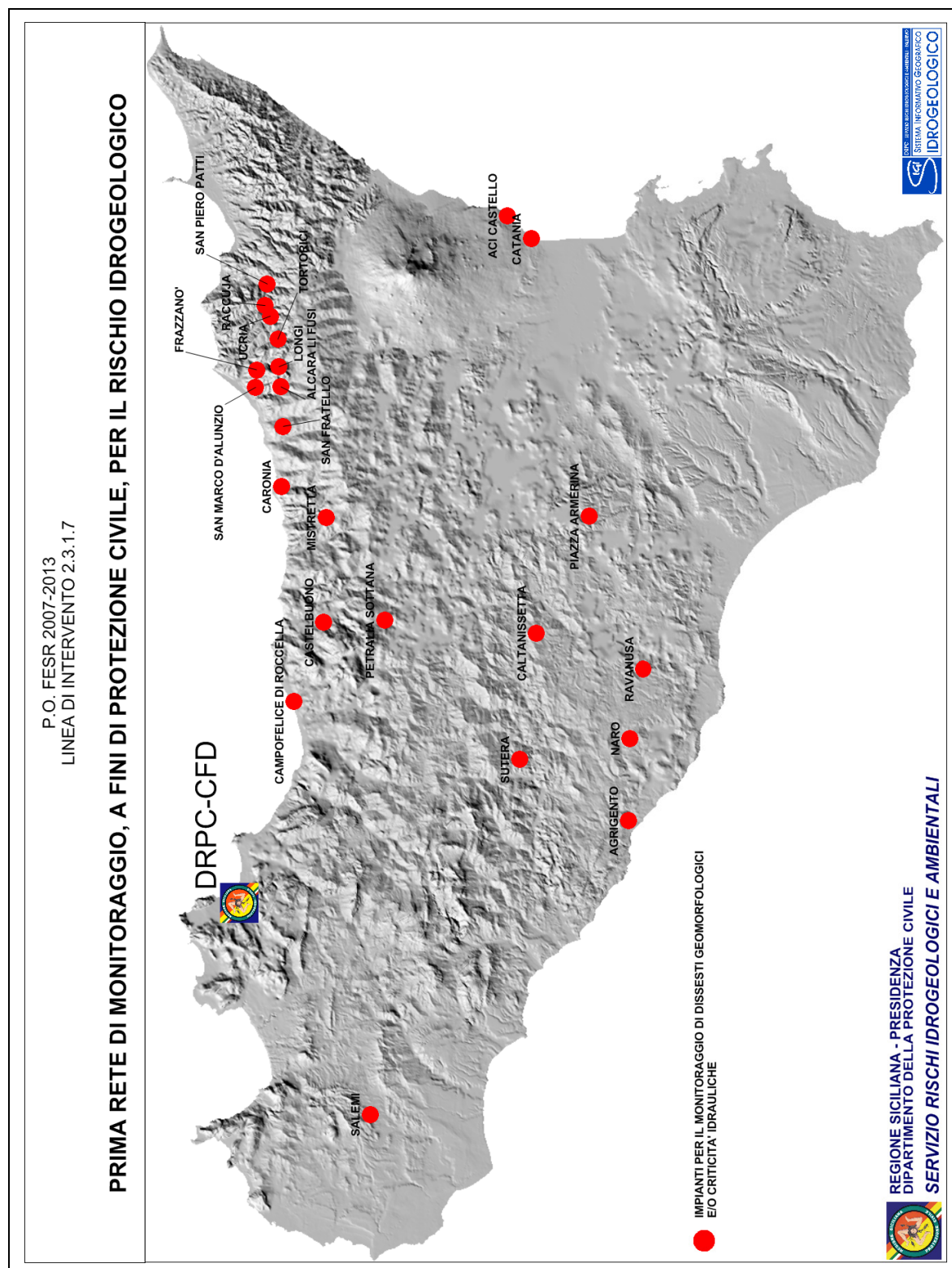


Figura 14: mappa dei siti per il monitoraggio del rischio idrogeologico

4.4 – Il software per il trattamento dei dati e la modellistica

Per quanto riguarda il trattamento dei dati e la modellistica, occorre premettere che un dato, qualunque esso sia, non ha quasi alcuna valenza significativa se non è interpretato: affermare che in una certa località sono piovuti 30 mm di pioggia o la temperatura è di 35 °C non ha alcun senso se non si introduce la variabile “tempo”. Per esempio, occorre conoscere la durata della pioggia e da essa risalire al valore di intensità, se nei giorni precedenti vi sono state piogge e se tale quantitativo rappresenta una anomalia rispetto alle medie stagionali. Lo stesso dicasi per qualunque altra variabile meteo-climatica.

Analogamente, in campo geomorfologico-geotecnico, la registrazione degli spostamenti in assenza di un indicatore di velocità o di oscillazione della falda acquifera senza precisarne le ripercussioni, non permette di dedurre alcuna considerazione utile né in termini di analisi di stabilità, né, di conseguenza, per la mitigazione del rischio e quindi per la protezione civile.

Come conseguenza di quanto detto, un sistema di gestione dei dati deve poter disporre di strumenti software per più funzioni, di complessità proporzionale al numero dei sensori da monitorare e alle variabili in gioco.

Tali strumenti di analisi sono necessari perché possano essere fatte le opportune valutazioni sia in fase di previsione che in corso di evento. Infatti, la possibilità di allertare preventivamente il sistema di protezione civile diventa obiettivo primario, così come sancito sia dalla Legge 225/1992 che dalla Direttiva P.C.M. del 27/02/2004, ai fini di avviare tempestivamente tutte quelle azioni volte alla prevenzione e mitigazione dei rischi (sistemi di supporto alle decisioni).

E' indiscutibile che la capacità di disporre di dati affidabili e adeguatamente elaborati per poter effettuare quelle necessarie operazioni di confronto analitico rappresenta l'elemento saliente dell'attività del Centro Funzionale e della protezione civile.

Occorre distinguere diversi tipi di software tra i quali:

- quelli dedicati alla gestione dell'hardware della rete di acquisizione e trasmissione;
- quelli dedicati alla gestione dei dati da acquisiti;
- quelli dedicati alle valutazioni ai fini della previsione e prevenzione.

I software per la valutazione dei dati rientrano tra la modellistica specialistica quale, ad esempio:

- modelli di trasformazione afflussi-deflussi per il calcolo, anche in tempo reale, delle portate liquide dei corsi d'acqua;
- modelli di trasformazione afflussi-deflussi per il calcolo, anche in tempo reale, delle portate liquide all'interno dei centri urbani;
- modelli di stima della suscettività da frana in funzione delle piogge cumulate e istantanee;
- software di rappresentazione dei dati spazializzati sul territorio regionale capaci di generare mappe con cadenza uguale a quella di *polling*.

4.4.1 - La modellistica gestionale

Tali software devono garantire il corretto funzionamento del sistema di acquisizione in remoto dei dati; in generale, occorre che siano presenti moduli per:

- la gestione della rete radio (controllo e configurazione dei nodi con possibilità di intervento da remoto, acquisizione dei dati in telemisura con chiamata automatica, selettiva e/o ciclica, generazione di un data-base, log delle attività di I/O);
- la visualizzazione e l'analisi dei dati (anagrafica e diagnostica dei sensori, configurazione delle postazioni, scelta degli intervalli temporali, visualizzazione grafica dei trend di una o più stazioni, gestione degli allarmi in base a soglie pre-impostate);
- la rappresentazione della rete su modulo GIS, dotato di mappe topografiche a scala diversa così da consentire operazioni di zoom dinamico e selettivo;
- la rappresentazione dell'evento nell'arco di un ragionevole intervallo temporale (che comunque deve poter essere scelto dall'utente) mediante visualizzazione numerica e grafica;
- il confronto dei dati acquisiti in più stazioni più o meno vicine per stimare il trend evolutivo;
- il confronto dei dati acquisiti con quelli contenuti in una banca-dati per valutare gli scarti con le medie storiche.

4.4.2 - La modellistica idraulica

Per quanto riguarda la modellazione idraulica, il mercato, così come le risorse *open-source* o *freeware*, offre pacchetti software abbastanza diffusi quali:

- HEC-RAS (*River Analysis System*), modello idraulico monodimensionale per correnti a moto vario;
- HEC-HMS (*Hydrologic Modelling System*), modello di simulazione e previsione degli afflussi-deflussi in reti idrografiche
- DAMBRK, modello a moto vario per la simulazione e la propagazione dell'onda di piena in uscita da un corpo idrico a seguito della formazione e dello sviluppo di una breccia in un manufatto.

Inoltre, diversi istituti universitari italiani hanno sviluppato codici di calcolo proprietari per la trasformazione afflussi/deflussi in ambito urbano e naturale.

Tuttavia, non si ha effettiva contezza della capacità di risposta in corso di evento: infatti, è noto che le procedure di input dei parametri necessari al funzionamento di tali software possono richiedere tempi incompatibili con le esigenze di protezione civile in funzione della rapidità di evoluzione degli eventi connessi a fenomeni meteorologici.

Pertanto, diventa necessario “testare” non tanto la validità intrinseca di un modello (che si assume rispondente agli algoritmi specifici in campo idraulico), quanto la sua versatilità in ambito operativo durante le fasi, spesso concitate, delle emergenze.

4.4.3 - La modellistica per il rischio geomorfologico

Discorso a parte merita la questione della modellistica in ambito di rischio geomorfologico.

La previsione delle frane, pur essendo legata (a parità di altre condizioni) alle precipitazioni, assume connotati di indubbia complessità in assenza di relazioni analitiche certe che legano la causa all'effetto.

Uno dei modelli più noti, sviluppato nell'ambito delle iniziative di studio condotte dalla Regione Campania a seguito del disastro di Sarno del 1998, è quello per la previsione delle colate di fango. Il codice, a cui è stato dato il nome di FLAIIR (*Forecasting of Landslides Induced by Rainfalls*), descrive il legame piogge-frane attraverso una funzione di mobilitazione che esprime l'attitudine del corpo franoso all'instabilità. In particolare, la relazione tra la funzione di mobilitazione e le piogge antecedenti è espresso mediante la convoluzione tra l'intensità di infiltrazione $I(t)$ ed una funzione di trasferimento (t) , sintetizzando i fenomeni fisici che avvengono sul versante. La probabilità di mobilitazione di un versante è associata a un valore critico (soglia) al cui superamento è associato il movimento franoso (P. Versace, A. Caruso, M. Cassetti, G. Capparelli: Il presidio territoriale e la gestione dell'emergenza a Sarno. Convegno Nazionale LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO DA COLATE DI FANGO a Sarno e negli altri Comuni colpiti dagli eventi del maggio 1998 Napoli, 2 e 3 Maggio 2005 – Sarno, 4 e 5 Maggio 2005).

Il Centro Funzionale della Regione Emilia Romagna, con il contributo dell'Università di Firenze, dell'Arpa SIM, della Protezione Civile Regionale e del Servizio Geologico Regionale, ha messo a punto un modello di previsione delle frane basato sullo studio di 30 eventi meteorologici accaduti negli ultimi 50 anni e che hanno causato un elevato numero di frane. Il codice calcola una serie di soglie critiche che vengono confrontate con le precipitazioni cumulate degli ultimi 30 giorni così da poter predisporre i conseguenti scenari di evento ed emettere gli Avvisi di criticità (Direttiva P.C.M. del 27/02/04).

Numerosi altri modelli sono stati sviluppati dagli istituti di ricerca italiani e internazionali, tutti basati sull'analisi delle precipitazioni ma con differenti criteri di trasformazione piogge/effetti al suolo.

Il Dipartimento della Protezione Civile della Regione Siciliana ha sviluppato un codice di calcolo basato sull'analisi di 57 eventi franosi accaduti negli ultimi 60 anni; per la limitatezza dei dati disponibili nonché per il tipo di informazione fornita dalle previsioni meteorologiche (piogge sulle 24 ore), la ricerca è stata orientata a quei fenomeni franosi che possono attivarsi a seguito di piogge cumulate pluri-giornaliere.

Tuttavia, anche in questo caso i dati sono pochissimi in quanto:

- la banca-dati AVI del CNR è risultata poco attendibile o con informazioni incomplete (soprattutto per quanto riguarda il tipo di dissesti e la data di attivazione);
- non esiste un archivio storico regionale sulle frane.

A seguito dell'analisi statistica univariata effettuata, sono state ricavate soglie di criticità variabili in funzione delle piogge cumulate giornaliere, del numero di giorni piovosi consecutivi, calcolati tenendo conto dei giorni piovosi consecutivi in maniera tale da non escludere giorni non piovosi compresi in periodi piovosi, e della relativa intensità di pioggia (vedi figure seguenti).

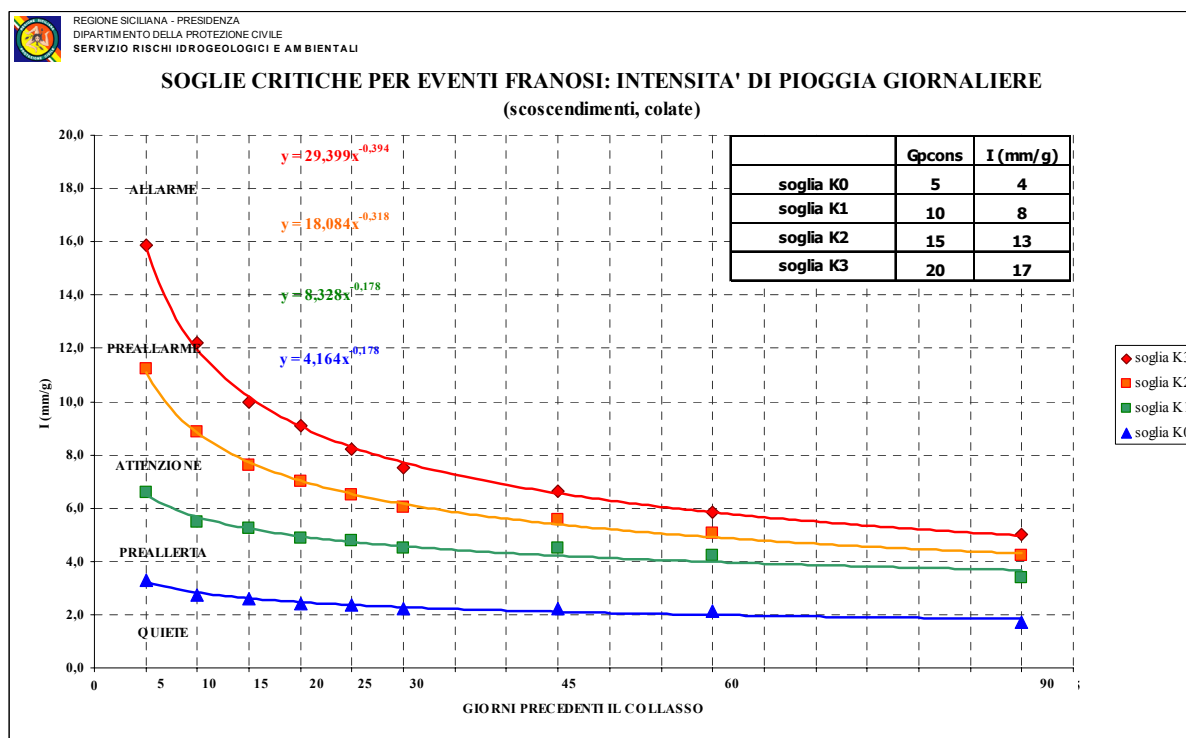
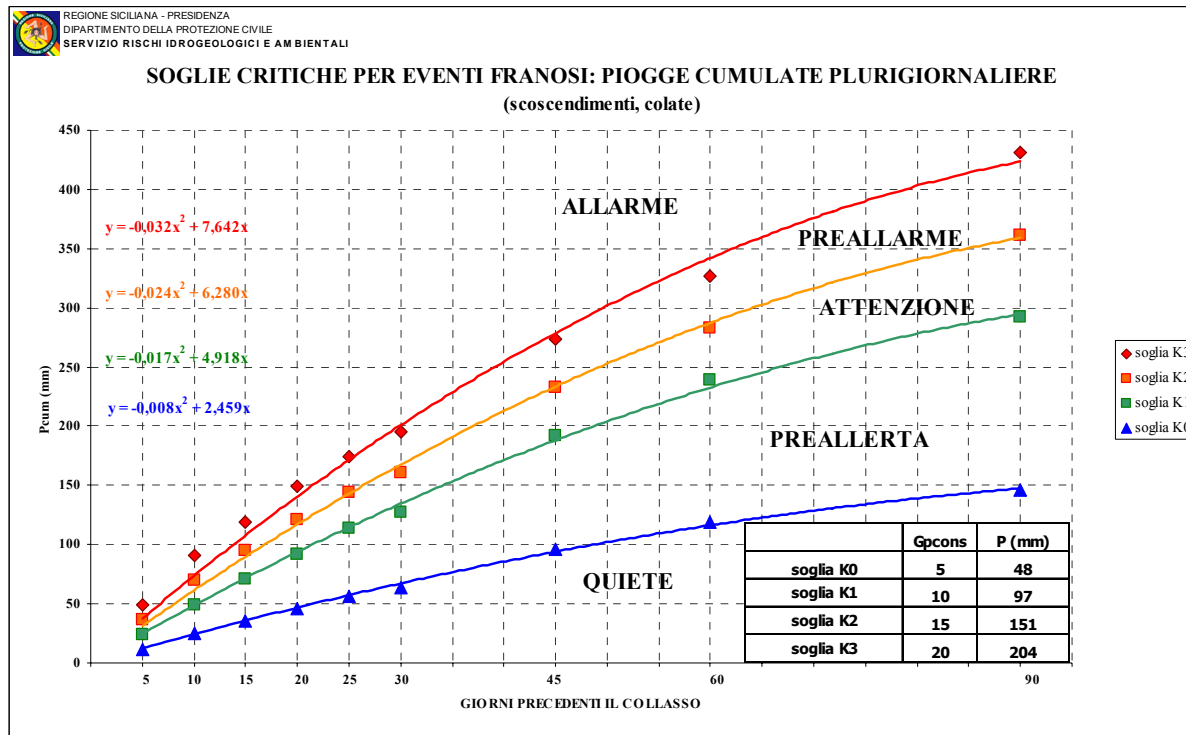
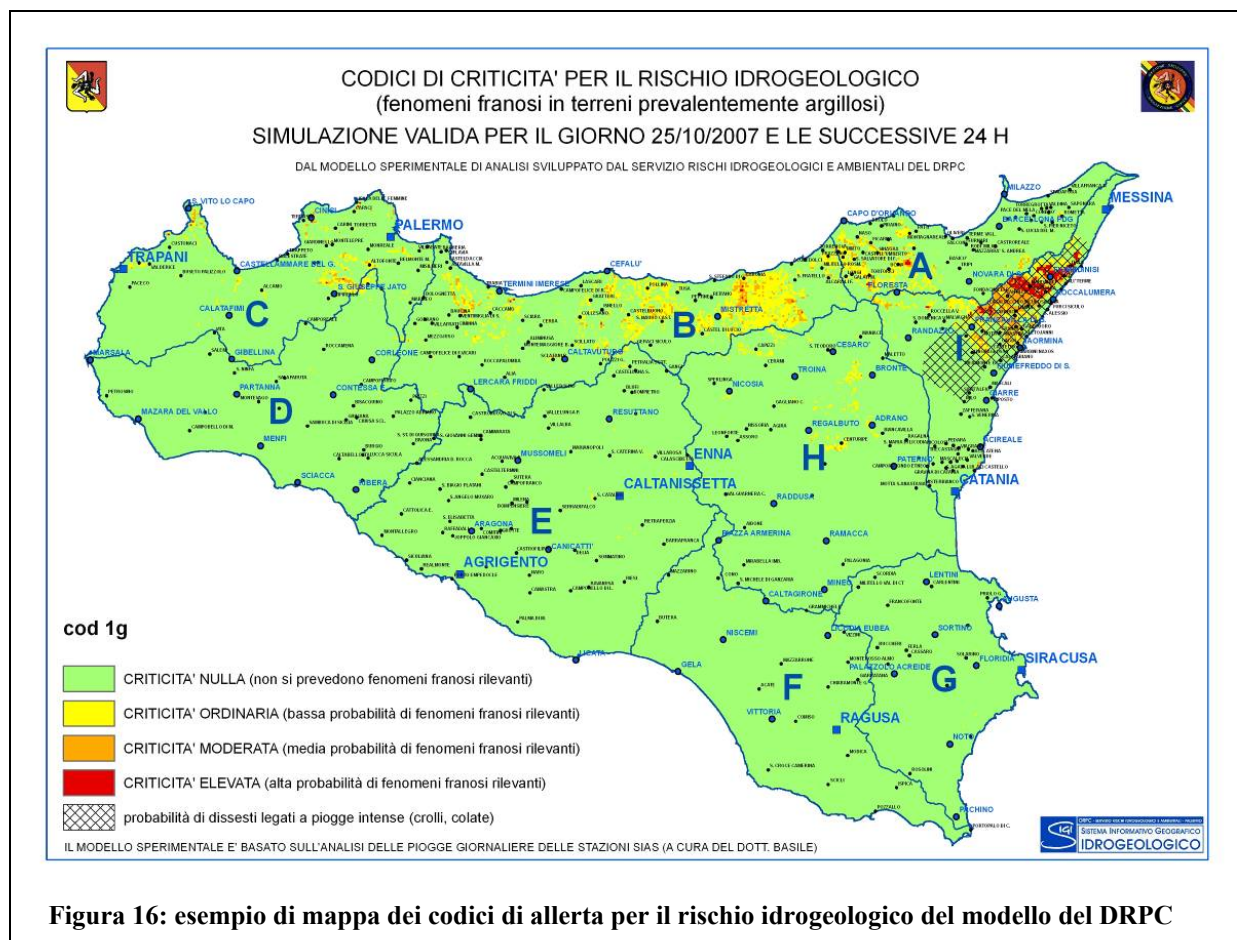


Figura 15: le soglie critiche di pioggia per eventi franosi nel modello del DRPC

Poiché il modello è teoricamente valido per frane di scorrimento e colata, che nella maggior parte dei casi si sviluppano su terreni argillosi, sono stati imposti fattori correttivi in funzione della litologia e della pendenza dei versanti mediante procedure automatiche implementate nel Sistema Informativo Territoriale Idrogeologico (SIGI) del Servizio Rischi Idrogeologici e Ambientali del DRPC.

La previsione viene effettuata mediante rasterizzazione dei codici di allerta ottenendo la corrispondente mappa del territorio regionale (vedi figura seguente).



Affinché il modello possa funzionare correttamente, occorre che la distribuzione regionale delle piogge cumulate sia attendibile; purtroppo, a causa della non ottimale copertura territoriale da parte delle stazioni meteorologiche, come si è visto nel capitolo 2, non vi sono sufficienti garanzie per validare le previsioni sulla base di confronti a posteriori.

Per ulteriori dettagli sul codice, si veda:

BASILE G. (2007): “La determinazione delle soglie critiche di pioggia dei fenomeni franosi per finalità di protezione civile. Lo stato dell’arte in Sicilia” – Rivista dei Geologi di Sicilia, 1/2007

BASILE G., PANEBIANCO M. (2007): “L’analisi del rischio da frana in protezione civile: aspetti teorici e applicativi” – Geologia dell’Ambiente, 3/2007

4.4.4 - La modellistica per il monitoraggio strumentale

Analogamente a quanto detto in precedenza, anche in questo caso occorre distinguere tra:

- software per la gestione degli apparati hardware, che comprendono la registrazione e la trasmissione dei dati e un'analisi di primo livello;
- software per il trattamento dei dati (analisi di secondo livello).

In tema di monitoraggio dei movimenti di versante, i software per la registrazione, analisi e visualizzazione dei dati acquisiti sono molto diversi perché sono concepiti dagli stessi costruttori delle strumentazioni che non seguono criteri standardizzati.

In pratica, ciascun costruttore organizza, nella maniera che meglio si addice agli apparati strumentali che produce, la struttura analogica dei dati; così, l'unica soluzione possibile per rendere compatibili e interagenti i dati provenienti da diversi apparati è quella di realizzare un programma di interfaccia "universale" in grado di leggere i diversi formati e tradurli in maniera tale da poter rappresentare i dati in un modo compatibile con le specifiche esigenze di protezione civile e del Centro Funzionale Decentrato per le quali risulta necessario, per esempio:

- la semplicità di utilizzo e l'omogeneità delle procedure informatiche di visualizzazione, requisito non secondario in ragione del fatto che può verificarsi la contemporaneità di eventi in un numero elevato di stazioni di monitoraggio;
- l'uniformità grafica delle rappresentazioni, per evitare laboriosi e poco efficaci procedimenti di lettura e interpretazione;
- l'immediatezza delle informazioni, privilegiando le unità di misura più comuni in campo geologico-geotecnico (per esempio, risulta poco utile fornire un dato di livello d'acqua rilevato da un trasduttore in termini di pressione, mentre è più agevole leggerlo in metri d'acqua sul sensore e/o in metri dal piano-campagna e/o in quota assoluta);
- la congruità delle misurazioni (per esempio, è ambigua l'associazione tra misure in positivo degli spostamenti e chiusura di una lesione);
- la possibilità di richiamare gli archivi per effettuare confronti multi-temporali senza ricorrere a complesse procedure di input di chiamata al sistema;
- la possibilità di esportare i dati nei formati tabellari più comuni per consentire eventuali approfondimenti di analisi;
- la presenza di sistemi di allertamento basati sul superamento di soglie critiche liberamente programmabili.

5. STIMA DEI FABBISOGNI ECONOMICI

In relazione a quanto sopra, viene di seguito formulata una stima dei costi compatibile con gli standard di qualità di cui si è discusso, precisando che tale argomento dovrà essere oggetto di analisi specialistiche nell'ambito delle relative progettazioni esecutive.

Tale valutazione si reputa opportuna in quanto il presente documento si inserisce nell'ambito della programmazione del P.O. FESR 2007-2013 e quindi, in assenza di una progettualità ancorché di massima, potrebbe risultare utile al fine di una quantificazione di larga massima delle risorse economiche occorrenti per realizzare il potenziamento e l'adeguamento delle reti e della modellistica.

Gli elementi di sostegno della stima economica si basano sulle seguenti considerazioni:

1) Apparati di misura per la meteorologia

Il mercato offre numerose possibilità con strumentazioni anche a basso costo che vengono dichiarate conformi agli standard WMO; tuttavia, non si ha alcuna contezza della loro affidabilità in termini di accuratezza delle misure, resistenza e durata. I più evidenti segnali di scarsa qualità riguardano: la poca robustezza e rigidità della paleria di sostegno, dei supporti e degli ancoraggi, l'utilizzo di materiali in plastica o suoi derivati per la realizzazione dei contenitori dei sensori, la presenza di elementi corruttibili (perni, snodi), l'assenza di un'assistenza tecnica completa in fase di installazione e utilizzo, la difficoltà (in qualche caso, l'impossibilità) di inserire la stazione in un sistema composto da molti apparati da gestire contemporaneamente. Pertanto, ai fini di una quantificazione della spesa con le limitazioni sopra espresse, il prodotto di riferimento consta di un apparato composto da:

- a. **pluviometro** con contenitore in alluminio anodizzato, bascula in acciaio inox poggiata su supporto in teflon a coltello, trasduttore magnetico con contatto Reed sigillato (bassa resistenza dei contatti, elevata forza attrattiva, elevato numero di commutazioni ad alta velocità), basamento in fusione di alluminio anodizzato, bolla di livello.
 - Campo di misura: 0-300 mm/h
 - Precisione/risoluzione: 0,2 mm
 - Temperatura di lavoro: 0/+60 °C
- b. **termoigrometro** elettronico con sensore a film sottile (per l'umidità) con capacità proporzionale all'umidità relativa, schermo di alluminio anodizzato trattato contro l'ingiallimento dotato di ventilazione non forzata.
 - Campi di misura: 0-100% U.R., -30/+50 °C
 - Precisione: +/- 2% nel campo di U.R., 0,27 °C su tutta la scala
 - Temperatura di lavoro: -30/+50 °C
- c. **anemometro** con gonioanemometro a banderuola in alluminio anodizzato e tachoanemometro a tre pale in policarbonato; cuscinetti ad alta efficienza, trasduttore di direzione di tipo potenziometrico e trasduttore di velocità allo stato solido con uscita in frequenza; parafulmine in acciaio inox e riscaldatore elettrico.
 - Campi di misura: 0-360 gradi, 0/45 m/s
 - Precisione: +/- 2°, ±0,07 m/s o 1% della lettura
 - Temperatura di lavoro: -30/+60 °C

2) Apparati di misura per l'idraulica fluviale

Anche in questo caso, ricorrono i medesimi argomenti svolti per le stazioni meteo-climatiche: esistono strumentazioni a costi contenuti che, sulla carta, sono in grado di rilevare il dato cercato. Tuttavia, si ritiene che la qualità tecnologica strumentale sia di fondamentale importanza per consentire acquisizioni affidabili sia per quanto riguarda la misura, sia per quanto riguarda la trasmissione che deve avvenire in tempo reale. Pertanto, sebbene la progettazione di tali stazioni di rilevamento debba prevedere un'accurata verifica dei siti (possibilità di realizzazione delle soglie tarate delle sezioni fluviali, esistenza di infrastrutture dove collocare i sensori, visibilità radio, ecc), è possibile in prima approssimazione delineare le caratteristiche generali della strumentazione-tipo:

- a. **idrometro** ad ultrasuoni con contenitore in alluminio anodizzato, memoria *flash-eprom* di 128 Kb o superiore, compensatore di temperatura, struttura metallica di supporto ad elevata rigidità.
 - Campo di misura: 0-20 m
 - Precisione/risoluzione: 0,2% della distanza idrometro-livello acqua
 - Temperatura di lavoro: -40/+60 °C

3) Apparati di registrazione

Si tratta di centraline elettroniche dotate di un certo numero di ingressi e di funzioni per la gestione dei dati. Anche in questo caso, il mercato propone una moltitudine di strumenti che però, a conti fatti, non sono “pensati” per utilizzi altamente professionali. Nel seguito si elencano alcune caratteristiche ritenute necessarie per assicurare la certezza del dato:

- a. struttura modulare: gestione selezionata dei singoli apparati di registrazione e di trasmissione mediante microprocessori dedicati tra loro comunicanti;
- b. struttura espandibile: possibilità di collegare un numero di sensori maggiore rispetto alla configurazione di partenza;
- c. ridondanza di registrazione presso i moduli residenti e su *memory-card* estraibile di elevata capacità di memorizzazione (fino a 1 anno di dati);
- d. predisposizione per moduli di trasmissione via satellite, via radio, via GSM/GPRS;
- e. modem di ritrasmissione dei segnali via radio in gamma UHF, con antenna e sistema di protezione e con microprocessore autonomo, programmabile e configurabile da remoto; gestione evoluta delle comunicazioni con apparati dello stesso tipo;
- f. software configurabile e aggiornabile da remoto;
- g. *testing* e taratura da remoto;
- h. porte seriali e/o USB 2.0 e/o *wireless* per i collegamenti a personal computer;
- i. sistema di protezione dalle scariche elettriche;
- j. doppio contenitore: esterno in acciaio inox, interno in policarbonato;
- k. bassi consumi energetici (< 1,5 mA in stand-by).

4) Apparati di trasmissione

Come è stato visto, la specifica peculiarità di un sistema di monitoraggio per la protezione civile è quella della certezza e rapidità di acquisizione del dato, sia in fase di registrazione in locale, sia e soprattutto in fase di trasmissione presso le sedi decisionali. Le caratteristiche delle stazioni pluviometriche DRPC-1 prevedono moduli di comunicazione mediante apparati radio in gamma UHF e quindi occorrono ripetitori che garantiscano la completa interoperabilità. Un sistema come quello delineato in queste pagine presuppone una progettazione accurata che tenga conto di diverse variabili tra loro connesse: frequenze di trasmissione, visibilità tra i ripetitori (LOS), velocità di transito compatibili con il volume di dati e con le esigenze di protezione civile, ottima qualità del segnale anche in condizioni ambientali gravose. In relazione a quanto detto, in questa sede si ipotizzano tre tipi di ripetitori:

- a. **principali** in modalità duplex: due apparati radio in R/T, due canali di trasmissione bidirezionale, antenna omnidirezionale da 3 dB, antenna direttiva da 8 dB, due gruppi di filtri antidisturbo RF;
- b. **principali** in modalità simplex: due apparati radio in R/T, un canale di trasmissione bidirezionale, antenna omnidirezionale da 3 dB, un gruppo di filtri antidisturbo RF;
- c. **di fine catena** in modalità half-symplex: un apparato radio in R/T, un canale di trasmissione bidirezionale, utilizzabile alternativamente in Rx o Tx, un gruppo di filtri RF.

La funzione dei ripetitori è quella di permettere di collegare il quadro radio della Centrale di gestione della rete alle stazioni periferiche, ad altri ripetitori o ad altre centrali.

Al fine di gestire in modo efficiente e rapido le chiamate, il collegamento tra le componenti del sistema deve essere effettuato dal ripetitore in modo indiretto: al ripetitore devono cioè essere delegate le funzioni di acquisizione dati delle stazioni periferiche sottostanti. I messaggi in transito, indirizzati ad altri ripetitori, devono inoltre essere rigenerati in maniera digitale con il minimo ritardo e inoltrati ai ripetitori a valle. Ciascun ripetitore dovrà comprendere adeguato gruppo filtri RF per la protezione dalle interferenze.

Le specifiche tecniche funzionali minime richieste per ciascun ripetitore sono le seguenti:

- funzionamento nella gamma UHF in tecnologia digitale con velocità di trasmissione fino a 4800 baud;
- funzionamento H24, con capacità di gestione automatica di apparati di riserva eventualmente presenti;
- possibilità di ampliamento del numero delle centraline periferiche gestite sotto il ripetitore senza modifica alla struttura della rete;
- rilevazione automatica degli errori sui messaggi trasmessi e possibilità di ritrasmissione automatica degli stessi;
- architettura modulare in grado di consentire l'espansione del ripetitore per gestire contemporaneamente trasmissioni oltre che in ponte radio UHF, su sistemi GSM/GPRS o satellitari (requisito essenziale nel caso si abbia la necessità di adoperare il medesimo ripetitore per agganciare segnali provenienti da altri sensori);
- conformità alle normative vigenti e omologazione da parte del Ministero delle Comunicazioni;

- alimentatore a cella solare da 30W, o da 50W o da rete elettrica (24 V), in dipendenza della tipologia, con funzionalità di misura e diagnostica sul sistema di alimentazione;
- batteria/e in tampone da 102 Ah;
- antenna/e omnidirezionale da 3dB e/o direttiva da 8 dB;
- temperatura di esercizio -30 / +50 °C;
- banda di frequenza 437-448 MHz;
- canalizzazione a 12.5Khz;
- assorbimento modulo radio in Rx < 60mA, assorbimento in Tx < 1,8°;
- potenza 5W;
- l'elettronica dovrà essere allocata in doppio contenitore: esterno in acciaio inox ed interno in policarbonato.

In un sistema con un così alto contenuto tecnologico innovativo è fondamentale assicurare un servizio che permetta di testare, per un periodo sufficientemente lungo, il funzionamento degli apparati hardware e software e di intervenire per adeguare le soluzioni tecnologiche alle necessità che dovessero scaturire da anomalie di funzionamento delle connessioni di rete e/o dei parametri di configurazione; poiché occorre assicurare comunque l'acquisizione, la trasmissione e la ricezione dei dati presso il Centro Funzionale Decentrato, anche in H24, è indispensabile che il sistema venga architettato affinché sia consentito di intervenire anche con procedure di tele-controllo che abbiano, per esempio, i seguenti requisiti:

- controllo giornaliero del corretto funzionamento della centrale e di tutta la rete (globale e su ogni singolo ripetitore);
- verifica a distanza di tutti i parametri di configurazione e di funzionamento di tutte le postazioni presenti in centrale e collegate in rete locale (postazioni di lavoro);
- aggiornamento di nuove versioni dei programmi applicativi;
- esecuzione a distanza di procedure diagnostiche;
- lancio o blocco a distanza di tutti i principali processi della centrale;
- recupero di files persi e il reintegro di dati eventualmente cancellati;
- diagnostica e soluzione di problemi di interferenze radio;
- eventuale riposizionamento degli apparati.



POTENZIAMENTO E ADEGUAMENTO DELLE RETI DI MONITORAGGIO PER FINI DI PROTEZIONE CIVILE		
<u>STAZIONI IDRO/METEO E APPARATI DI TRASMISSIONE DATI</u>		
* RETE MASTER DRPC *		
STIMA DI LARGA MASSIMA		
INSTALLAZIONI	IMPORTO	
STAZIONI MASTER DRPC-1		
Stazioni complete e apparati di registrazione/trasmissione	€	2.000.000 ±20%
STAZIONI MASTER DRPC-2		
Stazioni complete e apparati di registrazione/trasmissione	€	800.000 ±20%
ADEGUAMENTO STAZIONI RETE SIAS E RETE ARRA-1		
Apparati di registrazione/trasmissione	€	800.000 ±20%
Hardware: sostituzione sensori (pro parte)	€	500.000 ±20%
STAZIONI IDROMETRICHE		
Apparati di registrazione/trasmissione (compreso oneri per eventuale realizzazione di soglie tarate e calcolo scale deflussi)	€	600.000 ±20%
PONTI RADIO		
Ripetitori di tipo duplex	€	500.000 ±20%
Ripetitori di tipo symplexe e half-symplexe	€	1.200.000 ±20%
Ripetitori di tipo HIPERLAN2/WIMAX	€	900.000 ±20%
CENTRALI DI GESTIONE REMOTA		
Software e hardware di archiviazione, telecontrollo, gestione e analisi	€	300.000 ±20%
Apparati di controllo locale	€	150.000 ±20%
subtotale	€	7.750.000
IMPORTO A BASE D'ASTA (compreso oneri di sicurezza)	€	7.750.000 ±20%
Somme a disposizione dell'Amministrazione		
Progettazione, D.L. 15%	€	1.162.500 ±20%
Imprevisti 10% circa (compreso IVA 20%)	€	863.250 ±20%
Spese generali (pubblicità, commissioni giudicatrici e di collaudo, ecc): ca. 1,0 % su I.B.A.	€	77.500 ±20%
IVA 20% di I.B.A.	€	1.550.000 ±20%
IVA 20% di spese generali	€	15.500 ±20%
Canoni licenze ca. 5% di I.B.A.	€	387.500 ±20%
Oneri per espropri/occupazioni: ca. 2,5% di I.B.A.	€	193.750 ±20%
Totale somme a disposizione	€	4.250.000 ±20%
TOTALE PROGETTO	€	12.000.000 ±20%



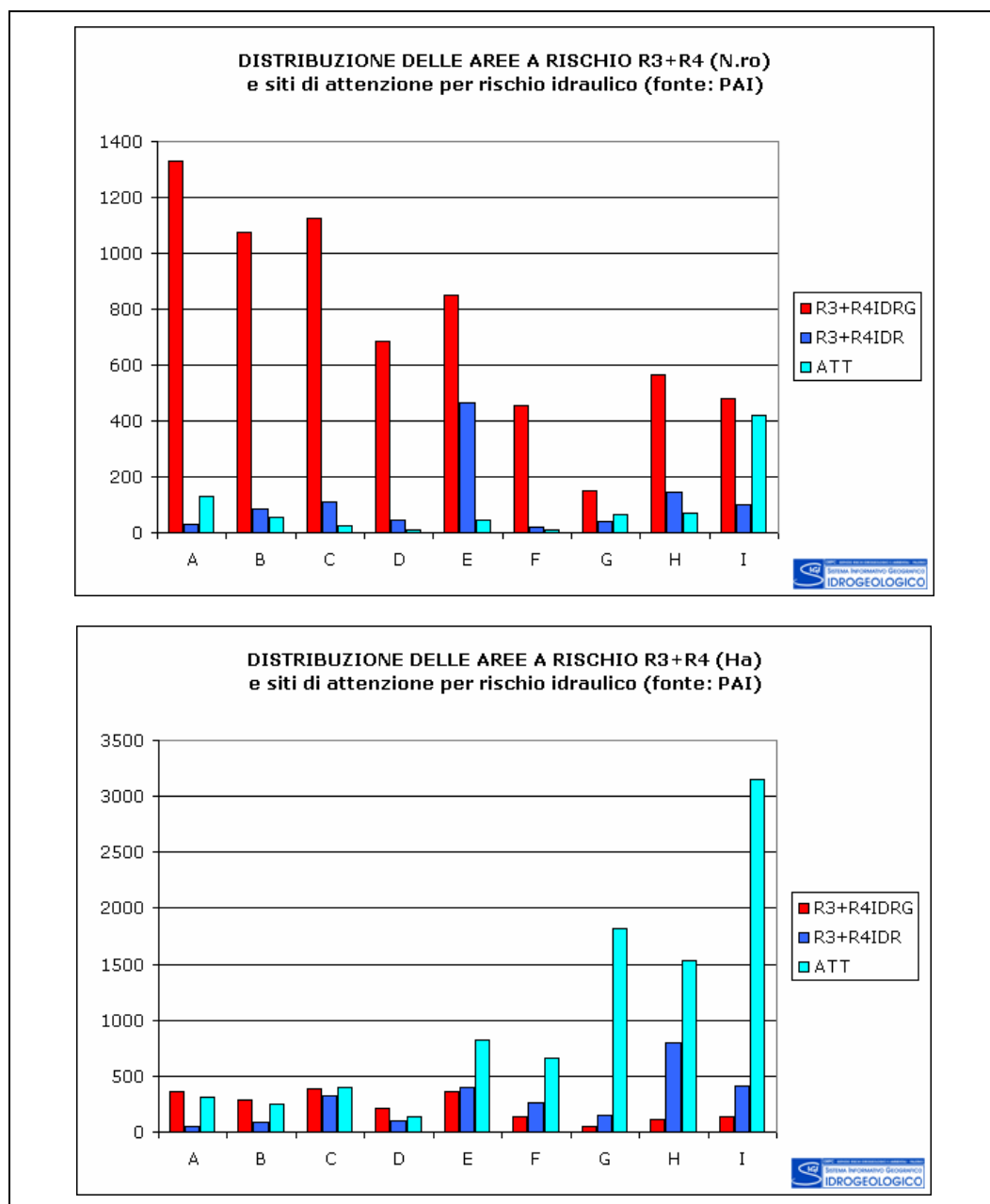
Segue la stima degli impianti di monitoraggio strumentale per accertati fenomeni di dissesto idrogeologico (di tipo geomorfologico e idraulico), di interesse per la protezione civile, con una quantificazione presuntiva degli importi.

IMPIANTI DI MONITORAGGIO GEOLOGICO-GEOTECNICO A FINI DI PROTEZIONE CIVILE				
PROV	COMUNE	INTERVENTO	IMPORTO PRESUNTO	AVVIO
AG	NARO	Monitoraggio strumentale di tipo geotecnico nel centro abitato di Naro: integrazione e potenziamento indagini, strumentazioni e attrezzature e prosecuzione misure	€ 3.000.000	2010
AG	RAVANUSA	Integrazione degli studi geologici e potenziamento e adeguamento dell'impianto di monitoraggio strumentale di tipo geotecnico nel centro abitato di Ravanusa		2010
PA	CAMPOFELICE DI ROCCELLA	Indagini geognostiche e monitoraggio strumentale di tipo geotecnico nel centro abitato di Campofelice di Roccella – Località Acqua Canna		2010
EN	PIAZZA ARMERINA	Monitoraggio strumentale di tipo geotecnico nel centro abitato di Piazza Armerina – quartiere Itria-Arena: integrazione e potenziamento strumentazioni e attrezzature e prosecuzione misure		2010
CT	CATANIA	Realizzazione del collegamento con il CFD per la condivisione dei dati acquisiti dal Comune (progetto Hazardous: "Alertamento delle piene in ambito urbano")		2010
ME	ALCARA LI FUSI CARONIA S. MARCO D'ALUNZIO SAN FRATELLO MISTRETTA LONGI	Integrazione e potenziamento della strumentazione di monitoraggio geotecnico predisposta dal Parco dei Nebrodi per il controllo dell'evoluzione di fenomeni di dissesto geomorfologico		2010
PA	CASTELBUONO	Indagini geognostiche e monitoraggio strumentale di tipo geotecnico in contrada Liccia		2010
ME	RACCUA	Indagini geognostiche e monitoraggio strumentale di tipo geotecnico nella frazione Zappa		2010
ME	UCRIA	Indagini geognostiche e monitoraggio strumentale di tipo geotecnico nel centro abitato		2010
CT	ACICASTELLO	Indagini e monitoraggio geotecnico, a fini di protezione civile, della collina di Vampolieri	€ 2.500.000	2012
AG	NARO e AGRIGENTO	Monitoraggio satellitare: interferometria differenziale con tecniche PS nel centro abitato di Naro e nella "collina di Agrigento"		2012
CL	CALTANISSETTA	Indagini e monitoraggio strumentale di tipo geotecnico nel centro abitato di Caltanissetta – quartiere S. Anna, località Santa Barbara e Zona Industriale - per fenomeni geologici (macalube, tettonica regionale)		2012
CL	SUTERA	Potenziamento delle strumentazioni di monitoraggio delle frane di crollo sull'abitato con trasferimento dei dati al CFD	€ 3.000.000	2013
ME	FRAZZANO'	Indagini e monitoraggio strumentale di tipo geotecnico nel centro abitato di Frazzanò		2013
ME	S. PIERO PATTI	Indagini e monitoraggio strumentale di tipo geotecnico nel centro abitato di S. Piero Patti		2013
AG	AGRIGENTO	Monitoraggio strumentale di tipo geotecnico nella "Collina di Agrigento" (zona Duomo): potenziamento strumentazioni e attrezzature e prosecuzione misure		2013
PA	PETRALIA SOTTANA	Indagini geognostiche e monitoraggio strumentale di tipo geotecnico nel centro abitato di Petralia Sottana		2013
ME	TORTORICI	Indagini e monitoraggio strumentale di tipo geotecnico nel centro abitato di Tortorici – via Zappulla		2013
ME	RACCUA	Indagini geognostiche e monitoraggio strumentale di tipo geotecnico nel centro abitato		2013
TP	SALEMI	Indagini e monitoraggio strumentale di tipo geotecnico nel centro abitato di Salemi		2013
TOTALE			€ 8.500.000	

6. PRIORITA' DI INTERVENTO

A fronte della complessità e onerosità degli interventi di cui al presente programma, è possibile valutare la possibilità di una modulazione in funzione del livello dei rischi idrogeologici (di tipo geomorfologico e idraulico) che interessano il territorio regionale.

Sebbene non esista una classificazione “ufficiale” del rischio, è possibile stimarne l'intensità in relazione al numero e/o alle superfici coinvolte, dati che possono essere tratti dai Piani per l'Assetto Idrogeologico predisposti dall'Assessorato Regionale Territorio e Ambiente (vedi grafici).





E' evidente che una classificazione assoluta non è possibile: alcune Zone di Allerta risultano essere più vulnerabili per il rischio idrogeologico, altre per il rischio idraulico. Tuttavia, appare ben chiaro come le Zone di Allerta A ed I (Monti Peloritani, versanti tirrenico e ionico) siano le più esposte ai rischi di natura idrogeologica.

Tenendo conto di quanto sopra, si può ipotizzare una attuazione degli interventi scadenzata così come riportato nelle tabelle seguenti.

RETE DI STAZIONI METEO, RETE PONTI RADIO, CENTRALI DI MONITORAGGIO			
ANNO AVVIO	ZONA DI ALLERTA	INTERVENTO	IMPORTO PRESUNTO
2010	A, H, I	RETE METEO (stazioni DRPC-1, DRPC-2, adeguamento stazioni ARRA-1 e SIAS, stazioni IDRO, centrali)	€ 4.550.000 ± 20%
2012	B, C	RETE METEO (stazioni DRPC-1, DRPC-2, adeguamento stazioni ARRA-1 e SIAS, stazioni IDRO, centrali)	€ 2.520.000 ± 20%
2013	D, E	RETE METEO (stazioni DRPC-1, DRPC-2, adeguamento stazioni ARRA-1 e SIAS, stazioni IDRO, centrali)	€ 2.680.000 ± 20%
2014	F, G	RETE METEO (stazioni DRPC-1, DRPC-2, adeguamento stazioni ARRA-1 e SIAS, stazioni IDRO, centrali)	€ 2.250.000 ± 20%
TOTALE RETI METEO/IDRO			€ 12.000.000 ± 20%



MONITORAGGIO STRUMENTALE PER I DISSESTI IDROGEOLOGICI			
ANNO AVVIO	COMUNI	INTERVENTO	IMPORTO PRESUNTO
2010	Naro, Ravanusa, Campofelice di Roccella, Piazza Armerina, Alcarali Fusi, Caronia, Longi, Mistretta, S. Marco d'Alunzio, San Fratello, Catania, Castelbuono, Raccuia (fraz. Zappa), Ucria	Indagini geognostiche e geotecniche, installazione strumentazioni, monitoraggio	€ 3.000.000
2012	Accastello, Naro, Agrigento, Caltanissetta	C.S. + Monitoraggio con tecniche di interferometria differenziale da satellite e installazioni strumentali per allertamento di protezione civile	€ 2.500.000
2013	Sutera, Frazzanò, S. Piero Patti, Agrigento, Petralia Sottana, Tortorici, Raccuia (centro), Salemi	Indagini geognostiche e geotecniche, installazione strumentazioni, monitoraggio	€ 3.000.000
TOTALE RETI GEOTECNICHE			€ 8.500.000

(L'elenco e la cronologia possono subire modifiche in relazione alla natura dinamica dei fenomeni)

PROGRAMMA DI POTENZIAMENTO E ADEGUAMENTO DELLE RETI DI MONITORAGGIO IDRO-METEO E GEOTECNICO		
ANNO AVVIO	INTERVENTO	IMPORTO PRESUNTO
2010	RETE METEO (ZONE ALLERTA "A", "H", "I")	€ 4.550.000
2010	RETE GEOTECNICA 1	€ 3.000.000
2012	RETE METEO (ZONE ALLERTA "B", "C")	€ 2.520.000
2012	RETE GEOTECNICA 2	€ 2.500.000
2013	RETE METEO (ZONE ALLERTA "D", "E")	€ 2.680.000
2013	RETE GEOTECNICA 3	€ 3.000.000
2014	RETE METEO (ZONE ALLERTA "F", "G")	€ 2.250.000
TOTALE RETI METEO E GEOTECNICHE		€ 20.500.000
Così distinto:		
per forniture di beni e servizi: € 13.750.000		
per somme a disposizione: € 6.750.000		

7. INDICATORI DI REALIZZAZIONE E DI RISULTATO

Sulla base delle indicazioni orientative fornite sul P.O. FESR 2007-2013, gli indicatori di realizzazione e di risultato per la linea di intervento 2.3.1.7 sono i seguenti.

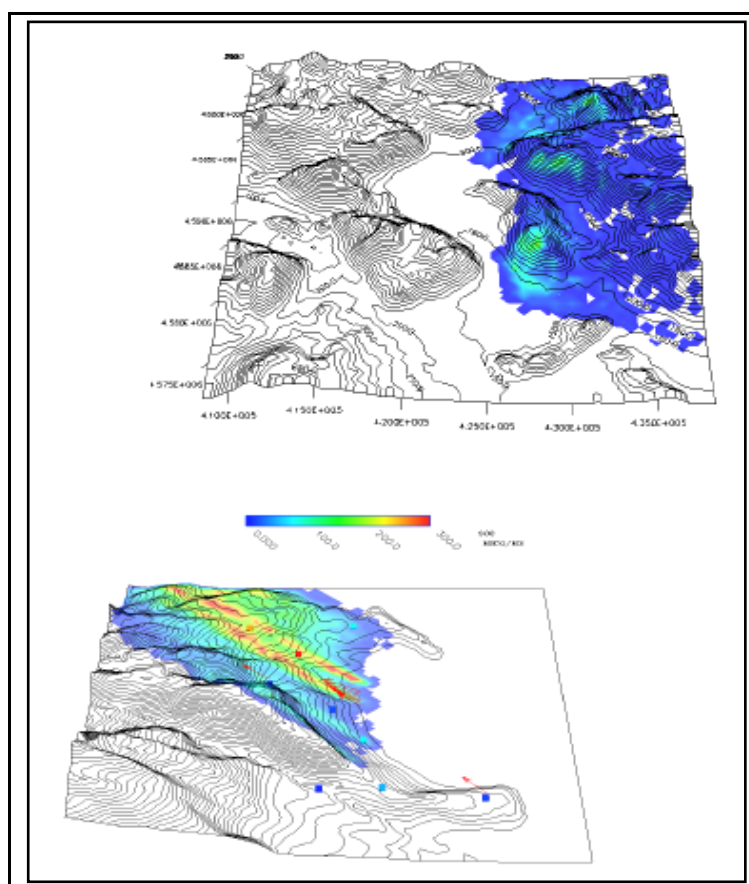
Obiettivo specifico 2.3: Attuare la pianificazione nel settore e del rischio idrogeologico, sismico, vulcanico, industriale e ambientale e attuare i piani di prevenzione del rischio sia antropogenico che naturale

Obiettivo operativo 2.3.1: Realizzazione di interventi infrastrutturali prioritari previsti nei PAI approvati, nella pianificazione di protezione civile e per la prevenzione e mitigazione dei rischi, anche ad integrazione di specifiche azioni del PRSR Sicilia

Linea di intervento 2.3.1.7	Indicatore di realizzazione	Unità di misura	Valore attuale	Target
Realizzazione di interventi volti all'adeguamento e al potenziamento delle reti di monitoraggio e alla raccolta e trattamento e modellistica dei dati con finalità di protezione civile	<u>Rete meteo/idro:</u> N° impianti costituiti da stazioni meteo e idro, ponti radio e centrali di trattamento	N°/(100 kmq)	0,64 n°/(100 kmq)	1,18 n°/(100 kmq)
	<u>Rete geotecnica:</u> N° impianti di monitoraggio idro/geotecnico	N°	0	23

Linea di intervento 2.3.1.7	Indicatore di risultato	Valore atteso al 2015	Valore atteso: anno / %
Realizzazione di interventi volti all'adeguamento e al potenziamento delle reti di monitoraggio e alla raccolta e trattamento e modellistica dei dati con finalità di protezione civile	<u>Rete meteo/idro:</u> Quota della popolazione che beneficia di misure di prevenzione/mitigazione dei rischi (% sul tot Regione)	100% (1)	2011 / 34%
			2013 / 62%
			2014 / 82%
			2015 / 100%
	<u>Rete geotecnica:</u> Quota della popolazione che beneficia di misure di prevenzione/mitigazione dei rischi (n° / %)	100% (2)	2011 / 60%
			2013 / 82%
			2015 / 100%
	(1) Rete meteo/idro: 100% = intera popolazione della Regione che beneficia delle azioni di previsione e prevenzione derivanti dal monitoraggio (2) Rete geotecnica: 100% = popolazione che beneficia delle azioni di previsione e prevenzione stimata in circa 100.000 unità		

PIANO REGIONALE E INDIRIZZI STRATEGICI PER L'ADEGUAMENTO E IL POTENZIAMENTO DELLE RETI DI MONITORAGGIO E DELLA MODELLISTICA DEI DATI PER FINALITA' DI PROTEZIONE CIVILE IN TEMA DI RISCHIO INDUSTRIALE



**IL DIRIGENTE DEL SERVIZIO
RISCHI INDUSTRIALI, AMBIENTALI E SANITARI
DOTT. ARCH. BIAGIO BELLASSAI**



INDICE

1. PREMESSE	77
2. IL RISCHIO INDUSTRIALE IN SICILIA.....	78
2.1 - Il quadro generale.....	78
3. LA NORMATIVA DI RIFERIMENTO	79
4. CARATTERISTICHE DI UNA RETE DI RILEVAMENTO.....	83
4.1 – Generalita’	83
4.2 - Criteri dettati dalla normativa per la realizzazione delle reti di monitoraggio.....	84
4.3 - Le reti di monitoraggio esistenti	87
4.4 - Stima quantitativa dei bisogni	92
5. IL PROGETTO	94
5.1 -Premessa	94
5.2 - Descrizione del progetto	94
5.3 - Obiettivi generali	95
5.4 - Luogo di realizzazione del progetto.....	96
5.5 - Architettura del sistema	96
5.6 - Sistemi per il rilevamento dei dati ambientali.....	97
5.7 - Sistema trasmissione dati	100
6. LA MODELLISTICA PER IL MONITORAGGIO STRUMENTALE.....	101
6.1 -Generalità	101
6.2 - Tipologie di Modelli numerici.....	102
6.3 - Esperienze nel polo petrolchimico di Siracusa-Priolo Gargallo	103
7. FABBISOGNO ECONOMICO	105
8. INDICATORI DI REALIZZAZIONE E DI RISULTATO	106



1. PREMESSE

Nel Programma Operativo Regionale FESR 2007-2013 (Asse 2: “Uso efficiente delle risorse naturali”, Obiettivo Specifico 2.3: “Attuare la pianificazione nel settore del rischio idrogeologico, sismico, vulcanico, industriale e ambientale e attuare i piani di prevenzione del rischio sia antropogenico che naturale”, Obiettivo Operativo 2.3.1: “Realizzare interventi infrastrutturali prioritari previsti nei PAI approvati, nella pianificazione di protezione civile e per la prevenzione e mitigazione dei rischi, anche ad integrazione delle specifiche azioni del PRSR Sicilia”) è compresa la Linea di intervento 2.3.1.7: “Realizzazione di interventi volti all’adeguamento e al potenziamento delle reti di monitoraggio e alla raccolta e trattamento e modellistica dei dati con finalità di protezione civile” per la quale attuazione è responsabile il Dipartimento Regionale della Protezione Civile.

In tale contesto programmatico si inserisce il presente documento, contenente i dati e le informazioni relative al rischio di incidente rilevante nei tre poli petrolchimici della regione siciliana, al fine di poter redigere un piano regionale unitario che individui le caratteristiche e la consistenza qualitativa e quantitativa delle reti di monitoraggio, funzionali per gli scopi di protezione civile, che abbia valore di programmazione a valere sul P.O. FESR 2007-2013.

2. IL RISCHIO INDUSTRIALE IN SICILIA

2.1 - Il quadro generale

La regione Sicilia rappresenta una delle aree a maggiore concentrazione di impianti industriali ad elevato rischio di incidente rilevante.

Le aree più critiche sono localizzate nei poli industriali di Priolo Gargallo (SR), Milazzo (ME) e Gela (CL), dichiarate, fra il 1990 ed il 2002, “Aree ad alto rischio di crisi ambientale” e “Siti di interesse nazionale”. All’interno di essi, sono attualmente attivi n.17 stabilimenti industriali operanti nei settori della raffinazione petrolifera, della chimica e petrolchimica, della trasformazione termo-elettrica, oltre ad altri impianti minori (gasdotti, produzione vapore, frazionamento aria per produzione gas tecnici, imbottigliamento GPL, trattamento acque / catalizzatori, etc.).

Per una corretta valutazione dei valori in gioco, occorre tenere in considerazione che i cicli di lavorazione sono riferiti ad impianti fissi a ciclo continuo, e che il volume produttivo dei soli impianti chimici e petrolchimici si aggira intorno ai 100 milioni di tonnellate/anno, ovvero circa 274.000 tonnellate / giorno, il cui 50 – 60% (in funzione degli indicatori) è riferibile al solo polo industriale della provincia di Siracusa.

Le sostanze utilizzate in tali processi (materie prime, additivi, semilavorati, prodotti finiti) sono infiammabili, esplosive, corrosive, irritanti, tossiche, cancerogene, come può facilmente desumersi dall’elenco, peraltro non esaustivo, di seguito riportato (allegato 1).

Inoltre, l'intero territorio siciliano, ed in particolare la parte orientale dell’isola, a seguito della pubblicazione delle Carte della Pericolosità redatte dall’INGV, di cui all’OMPC del 28 aprile 2006 n. 3519, è stata dichiarata ad alto rischio sismico. In esse si evince che l’accelerazione al suolo attesa con una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (84mo percentile) è maggiore di 0,30 g. Pertanto, l'ipotesi di un incidente industriale derivante anche da un possibile evento sismico, appare realistica, con ripercussioni anche sul contesto ambientale.

3. LA NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il quadro normativo di riferimento, per la tutela della qualità dell'aria, trova fondamento nella normativa comunitaria, così come recepita dal legislatore nazionale.

L'attuazione dei principi e delle disposizioni è invece demandata alle Regioni e alle Province autonome. Di seguito saranno riportate le principali norme cui fare riferimento per il rilevamento della qualità dell'aria.

Riferimento Normativo

Direttiva 96/62/CE del 27 settembre 1996

Recepita in Italia con il decreto legislativo 4 Agosto 1999 n. 351, ha definito la nuova strategia di controllo della qualità dell'aria attraverso la successiva emanazione di decreti derivati.

Decreto Legislativo 4 Agosto 1999 n. 351

Il decreto legislativo 4 Agosto 1999 n. 351, che recepisce in Italia la direttiva 96/62/CE del 27 settembre 1996, ha definito la nuova strategia di controllo della qualità dell'aria, attraverso la successiva emanazione di decreti derivati. In esso si stabilisce il contesto entro il quale operare la valutazione e la gestione della qualità dell'aria, secondo criteri armonizzati in tutti i paesi dell'unione europea, demandando poi alle direttive derivate nazionali per la definizione degli specifici parametri tecnico-operativi di ciascun inquinante.

La specifica delle modalità con cui effettuare la valutazione non si limitano alla semplice unità di misura, ma prevedono la combinazione di tecniche differenziate, come l'impiego di modelli di diffusione o di stime oggettive sulla distribuzione e sulle entità della emissioni (inventari delle emissioni).

La Direttiva, inoltre, demanda alle autorità competenti una serie di adempimenti amministrativi e pianificatori, mirati alla:

- valutazione della qualità dell'aria ambiente;
- adozione di piani di risanamento e di azione per situazioni di rischio;
- adozione di piani di mantenimento;
- garanzia dell'informazione della popolazione;
- raccolta delle informazioni sui superamenti degli obiettivi di qualità dell'aria;
- approvazione dei dispositivi di misurazione;
- garanzia sulla qualità delle misure;
- effettuazione delle analisi dei metodi di valutazione;

- coordinazione dei programmi di garanzia di qualità, su scala comunitaria..

La Direttiva definisce inoltre l'estensione delle porzioni territoriali soggette all'obbligo della misurazione, definendole come:

- agglomerati o zone che presentano una concentrazione di popolazione superiore a 250.000 abitanti o, allorché la popolazione sia inferiore a 250.000 abitanti, una densità abitativa per Km² tale da rendere necessarie la valutazione e la gestione della qualità dell'aria;
- zone nelle quali i livelli di inquinamento sono compresi tra il valore limite e un prefissato valore a questo inferiore;
- altre zone dove si superano i valori limite.

La combinazione di misurazioni e di tecniche di modellistica è applicabile in particolare per zone dove i livelli sono inferiori al valore limite, per un periodo di tempo rappresentativo, e compresi in una fascia tra il valore limite e un valore rapportato a questo inferiore.

Infine, allorché i livelli siano più bassi del valore inferiore succitato, è possibile ricorrere soltanto a tecniche di modellizzazione o di stima oggettiva.

Il Decreto Legislativo 4 Agosto 1999 n. 351 oltre ad aver recepito la direttiva europea, ha demandato a successivi decreti la fissazione:

- degli obiettivi di qualità dell'aria per i singoli inquinanti (valore limite, valore obiettivo, soglia di allarme e margine di tolleranza);
- le direttive tecniche per la valutazione preliminare;
- le modalità e le norme tecniche per l'approvazione dei dispositivi di misurazione;
- i criteri per l'elaborazione dei piani e dei programmi di risanamento;
- le direttive per l'elaborazione dei piani di mantenimento.

Direttiva CEE 99/30

Stabilisce i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo. La direttiva quadro, prevede dei margini di tolleranza transitori in relazione ai diversi valori limite ed ai termini entro i quali dovranno essere raggiunti.

Direttiva CEE 00/69

Stabilisce i margini di tolleranza e i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio, i termini entro i quali dovranno essere raggiunti, e il numero massimo di superamenti permessi in un anno.

Direttiva CEE 2002/3

Stabilisce i valori obiettivo, i valori bersaglio e le soglie di allarme e di informazione relativi alle concentrazioni di ozono nell'aria.

Essa, inoltre, garantisce che tutti gli Stati membri usino metodi e criteri uniformi per la valutazione delle concentrazioni di ozono e dei suoi precursori (ossidi di azoto e composti organici volatili) per salvaguardare e migliorare la qualità dell'aria.

D.M. 2 aprile 2002 n. 60

Il D.M. 2 aprile 2002 n. 60, che ha recepito le direttive 99/30/CE e 00/69/CE, riguarda l'individuazione dei valori limite di qualità dell'aria, relativi a biossido di zolfo, ossidi di azoto, PM10, piombo, benzene e monossido di carbonio.

Le principali finalità del D.M. 60 sono riconducibili alla definizione:

- dei valori limite e delle soglie di allarme;
- dei margini di tolleranza temporale;
- del termine entro il quale il valore limite deve essere raggiunto;
- dei criteri per la raccolta dei dati di qualità dell'aria ambiente;
- delle soglie di valutazione superiore ed inferiore e i criteri di verifica della classificazione delle zone e agglomerati, ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente (art. 6 del d.lgs n. 351/99);
- delle modalità per l'informazione da fornire al pubblico ed il formato per la comunicazione dei dati.

Il Decreto Ministeriale, inoltre, all'articolo 39 modifica il precedente Decreto Ministeriale 21 Aprile 1999 n. 163 (Regolamento recante norme per l'individuazione dei criteri ambientali e sanitari), in base ai quali i sindaci adottano le misure di limitazione della circolazione.

Viene pertanto stabilita una sinergia tra l'attività del sindaco e quella regionale, sulla base dei piani e dei programmi che le Regioni devono predisporre in base al Decreto Legislativo n. 351 del 04/08/1999.

Per quanto riguarda gli idrocarburi policiclici aromatici, le misure sulla limitazione e/o divieto della circolazione vengono adottate sulla base dei piani di risanamento e tutela della qualità dell'aria di cui al DPR 24/5/1988 n. 203.

Decreto Legge 1 ottobre 2002, n.261

Con il Decreto Legge si è emanato il “Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente, i criteri per l'elaborazione del piano e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351”.

Il successivo Decreto Legge 1 ottobre 2002, n° 261 (Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente, i criteri per l'elaborazione del piano e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351) stabilisce:

- le direttive tecniche sulla cui base le Regioni provvedono ad effettuare, ove non disponibili, misure rappresentative, al fine di valutare preliminarmente la qualità dell'aria ambiente;
- i criteri per l'elaborazione dei piani e dei programmi per il raggiungimento dei valori limite nelle zone e negli agglomerati di cui al medesimo articolo 8;
- le direttive sulla cui base le regioni adottano un piano per il mantenimento della qualità dell'aria .

Infine, il Decreto statuisce i criteri per l'elaborazione dei piani e dei programmi necessari per il raggiungimento dei valori limite nelle zone più inquinate.

D.M. 20 settembre 2002

Al fine di garantire la qualità del sistema delle misure di inquinamento atmosferico, è stato emanato il D.M. 20 settembre 2002 – Modalità per la garanzia della qualità del sistema delle misure di inquinamento atmosferico, ai sensi del D.L.gs.351/1999.

Con questo provvedimento si sono individuati gli organismi incaricati di svolgere le “funzioni tecniche”.

Decisione della Commissione Europea 16 gennaio 2003

Fornisce raccomandazioni agli Stati membri per la scelta di strumenti provvisori per il campionamento e la misurazione del PM_{2,5}, in attesa che il Comitato Europeo di Normalizzazione (CEM) normalizzi un metodo di riferimento.

Proposta di Direttiva della Commissione e del Parlamento Europeo n°423 del 16/7/2003

Introduce il principio di una legislazione comunitaria in materia di arsenico, cadmio, mercurio, nickel e idrocarburi policiclici aromatici, in adempimento degli obblighi previsti nella direttiva 96/62/CE.

Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152

Testo Unico delle norme in materia ambientale.

4. CARATTERISTICHE DI UNA RETE DI RILEVAMENTO

4.1 – Generalità

Generalmente la misurazione degli inquinanti viene eseguita in punti fissi del territorio interessato, per consentire la ricostruzione dell'andamento stagionale ed il rilevamento di variazioni in corrispondenza dell'introduzione di nuove tecnologie di trasporto, nuovi combustibili, etc.

Il campionamento è di norma continuativo (salvo utilizzo di laboratori mobili, tubi a diffusione, campionatori sequenziali, etc.), e il numero di misurazioni dovrebbe assicurare la rappresentatività dei livelli misurati.

Nelle reti di rilevamento della qualità dell'aria, i sistemi di misura sono normalmente automatizzati e non necessitano dell'intervento di un operatore per i report in uscita dei valori dei parametri misurati. Generalmente si dividono in :

analizzatori: sistemi che rilevano parametri inquinanti, effettuando operazioni di prelievo, trattamento, analisi del campione e registrazione del risultato.

sensori: sistemi che rilevano parametri meteorologici, registrandone i valori.

Di norma, una rete di rilevamento è costituita da tre elementi :

A) Stazione di misura: costituita da una cabina coibentata, a volte rilocabile, condizionata ed attrezzata con i servizi elettrici completi di stabilizzatore di rete e protezioni, equipaggiata con strumentazione specifica per il rilevamento in continuo, la misura e la trasmissione dei parametri riguardanti le sostanze inquinanti, le variabili meteorologiche significative per l'analisi della diffusione e del trasporto di tali sostanze.

B) Centro Operativo: Centro di controllo di ogni rete, consente agli operatori di controllare il funzionamento della rete, necessario a garantire l'ottenimento dei valori e l'attendibilità degli stessi, di seguire l'acquisizione dei valori misurati e loro successiva elaborazione per ottenere valori opportunamente mediati. Presso il Centro Operativo può esser costituito e gestito il database dei dati provenienti da tutte le reti di monitoraggio (pubbliche / private), che vengono così validati ed archiviati.

I dati saranno utilizzati (in via non esaustiva) per:

- individuare i superamenti delle soglie legali ammissibili per la qualità dell'aria;

- rilevare i segnali di allarme di superamento dei valori soglia di sostanze di origine industriale;
- utilizzare modelli che, simulando la dispersione o la trasformazione delle sostanze inquinanti nell'atmosfera, forniscano indicazioni per l'attivazione di idonee misure di salvaguardia da intraprendere (modifiche flussi traffico veicolare, valutazione preventiva dei futuri impatti e/o delle più idonee strategie di mitigazione/abbattimento dell'inquinamento atmosferico, etc.).

Tutti i segnali di allarme previsti (p. es. guasto della strumentazione analitica e/o dei sistemi ausiliari, valori calibrazione analizzatori fuori standard, ecc. ecc.) vengono da ultimo convogliati al Centro Operativo per la gestione dei sistemi di misura e delle relative attività di manutenzione.

In genere le funzioni di collegamento tra Centro Operativo e periferia sono svolte da un elaboratore, che interroga ciclicamente le singole stazioni e/o laboratori mobili, attraverso telemetria o linee telefoniche dedicate.

4.2 - Criteri dettati dalla normativa per la realizzazione delle reti di monitoraggio

Le problematiche che possono essere riscontrate in una rete di monitoraggio sono molteplici, e possono essere riassunte nella successiva tabella:

Strumentazioni installata	• anzianità strumentale; • usura dei mezzi mobili; • diversità di strumentazione all'interno della stessa rete; • inadeguata dotazione strumentale; • problemi legati alle manutenzioni ordinarie, preventive, ed eventualmente correttive (nel caso di anomalie).
Posizionamento delle stazioni:	• varietà delle condizioni urbane locali (geomorfologiche, meteorologiche); • problemi di natura logistica; • indirizzi politici non sempre uniformi e spesso orientati a interessi locali o a particolari pressioni dell'opinione pubblica.
Sistema di gestione ed utilizzo dei dati acquisiti:	• costante e intenso impegno di supporto tecnico/strumentale e attenzione rivolta generalmente alla strumentazione più che alla gestione del dato; • discrepanze tra i diversi livelli dei data base (dati mancanti o diversi); • procedure di certificazione e archiviazione non standardizzate; • obsolescenza degli strumenti di archiviazione e trattamento dati (hard-software).

Utilizzo di dati meteorologici	• reti di altri gestori; • strumentazioni non idonee; • difficoltà ad utilizzare i dati meteo.
Qualità della gestione e dei prodotti	• organizzazione del personale, gestione tecnica, utilizzo dei prodotti; • georeferenziazione stazioni; uso di metodi di riferimento; • certificazione materiali e miscele utilizzati; • documentazione taratura e interventi su strumenti; • gestione e archiviazione dei dati; • accuratezza, precisione e adeguata copertura temporale dei dati.

Per una corretta progettazione di una rete di monitoraggio, le misurazioni devono essere rappresentative di un'area la cui estensione sia variabile in funzione della zona e del parametro misurato.

La scelta di un punto di rilevamento per la valutazione della qualità dell'aria deve rispondere al duplice obiettivo di produrre informazioni finalizzate alla protezione della salute umana ed alla protezione degli ecosistemi e della vegetazione.

L'individuazione di un punto di rilevamento è obbligatoria:

- negli agglomerati industriali, per gli inquinanti per i quali siano state fissate le soglie di allarme;
- nelle zone in cui, in un periodo rappresentativo, il livello di uno o più inquinanti è compreso tra il valore limite e la soglia di valutazione superiore;
- nelle altre zone, dove tali valori superano quello limite.

Nel caso in cui non siano disponibili misure rappresentative, il sito di misura è scelto sulla base di una valutazione preliminare eseguita mediante dispositivi di misura, indagini e stime.

È necessario individuare i punti di rilevamento in modo da fornire:

- informazioni su aree interne a zone o agglomerati in cui si verifichino concentrazioni di inquinanti maggiori o uguali al valore limite prestabilito per ciascun inquinante;
- informazioni su aree interne a zone o agglomerati che sono rappresentative per la esposizione della popolazione.

In merito alla scelta dei punti di campionamento viene inoltre individuata una “**macroscala**” ai fini della protezione della salute umana, protezione degli ecosistemi e vegetazione, ed una “**microscala**”.

Per quanto riguarda la “**macroscala**” ai fini della protezione della salute umana, le stazioni devono:

- essere situate in modo da evitare misurazioni di microambienti nelle loro immediate vicinanze;
- essere rappresentative sia delle zone con concentrazioni massime cui la popolazione può essere esposta direttamente o indirettamente, sia delle zone rappresentative della popolazione in generale;
- rappresentare un'area di circa 200 mq per siti orientati alla misura di inquinamento da traffico e vari, e 2 kmq in siti di background urbano;
- essere rappresentativi, dove possibile, di ubicazioni simili anche non nelle immediate vicinanze.

Per la “**macroscala**”, ai fini della protezione degli ecosistemi e della vegetazione, le stazioni devono essere situate a più di 20 km dagli agglomerati, o a più di 5 km da altre aree edificate, impianti industriali, ed autostrade, ed essere, ognuna, rappresentativa di un'area di circa 1000 kmq.

Per quanto riguarda la “**microscala**”, viene disposto che l'orifizio di ingresso della sonda di campionamento deve essere sgombro, e non ci devono essere ostacoli al flusso d'aria nelle vicinanze dell'orifizio di ingresso; ciò implica la distanza minima di alcuni metri da edifici, balconi, alberi o altri ostacoli.

I criteri per calcolare il numero minimo dei punti fissi di campionamento vengono stabiliti, in base alla tipologia della fonte di emissione, per zone ed agglomerati in cui è necessario valutare la conformità ai valori limite, ed alle soglie di allarme ai fini della protezione della salute umana.

Fonti diffuse

Si deve tenere conto della quantità di popolazione presente nell'agglomerato e nelle zone limitrofe e dei valori di concentrazione rilevati; questi ultimi possono essere:

- a) maggiori della soglia di valutazione superiore;
- b) compresi tra la soglia di valutazione inferiore e quella superiore;
- c) al di sotto della soglia di valutazione inferiore, negli agglomerati, per SO₂ e NO₂.

Nel caso di concentrazioni di NO₂ e particolato al di sopra della soglia di valutazione superiore, è obbligatorio includere almeno una stazione di background urbano ed una stazione orientata al traffico.

Fonti puntuali

Si deve tenere conto della densità di emissione, del tipo probabile di distribuzione dell'inquinamento e dall'esposizione potenziale della popolazione.

La classificazione e l'ubicazione dei punti devono inoltre essere riesaminate e aggiornate periodicamente. Il loro posizionamento deve essere riesaminato ad intervalli regolari, ed al massimo ogni 5 anni, aggiornando la documentazione probatoria, al fine di garantire la validità dei criteri di selezione (ANPA, 2001).

4.3 - Le reti di monitoraggio esistenti

In Sicilia esistono diverse reti di monitoraggio della qualità dell'aria, in carico sia ad Enti Pubblici sia a privati, che ancora oggi non realizzano un sistema integrato. L'attuale consistenza e distribuzione delle reti esistenti in Sicilia (inclusi gli aggiornamenti in corso di realizzazione da parte ARPA Sicilia) è riportata nella tabella

RETE DI MONITORAGGIO QUALITA' ARIA: QUADRO D'INSIEME										
Province	N.DI RETI DI MONITORAGGIO			N.STAZIONI DI MISURA						Lab.
				Pubbliche		Envireg		Private		
	Pubbliche	Private	Envireg	Chimiche	Meteo	Chimiche	Meteo	Chimiche	Meteo	
AG	1	1	-	12	1	-	-	3	-	1
CL	1	1	1	12	2	3	1	8	1	1
CT	1	-	-	18 *	1	-	-	-	-	0
EN	-	-	-	1 *	-	-	-	-	-	1 **
ME	1	1	1	19	3	1	1	6	1	2 **
PA	1	1	-	10 *	2	-	-	5	-	3***
RG	1	1 **	-	5	2	-	-	5 **	2 **	1
SR	1	2	1	13	3	5	2	17	2	2
TP	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1
Totali	7	6	3	62	15	9	4	39	4	6
(*) in corso di acquisto (**) attualmente non in funzione(***) di cui uno in carico ARPA Sicilia, sede centrale										

Attualmente l'ARPA Sicilia ha in corso di svolgimento una gara di appalto volta ad ottenere:

- 1 - l'aggiornamento, il potenziamento e l'interconnessione delle reti esistenti;
- 2 - un sistema informativo regionale per la valutazione integrata della qualità dell'aria, così come indicato dalle recenti normative;

3 - la strumentazione analitica e le strutture (postazioni fisse, laboratori mobili) necessaria per potenziare il sistema di rilevamento nella sua globalità e che renda possibile la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente in quelle porzioni di territorio che ne sono sprovviste;

La distribuzione delle reti di rilevamento sul territorio non è avvenuta a fronte di una pianificazione gestita a livello regionale, ma è frutto di valutazioni che i singoli organi di governo locali (Province, Comuni) hanno fatto nel tempo, realizzando quanto ritenuto necessario per controllare la qualità dell'aria nel territorio di competenza.

Per maggiore dettaglio, si riporta di seguito un approfondimento a livello provinciale :

Provincia di Agrigento

Rete di rilevamento provinciale

Di proprietà della Provincia Regionale, che provvede anche alla gestione, è ubicata nei comuni di Agrigento, Porto Empedocle, Sciacca, Canicattì e Licata. E' costituita da:

- n.6 stazioni di misura degli inquinanti chimici, di cui una idonea anche alla misura dei parametri meteorologici,
- n.1 laboratorio mobile
- n.1 campionatore di PM10 per l'analisi degli IPA e dei metalli (in corso di acquisto)

Rete di rilevamento Ozono

Di proprietà della Provincia Regionale, è sita in aree a bassa densità antropica, e costituita da n.4 stazioni per la misura dell'ozono, due delle quali abilitate anche al monitoraggio dei parametri meteorologici.

Rete di rilevamento comunale

Ubicata nel comune di Agrigento, è composta da n.3 stazioni per la misura degli inquinanti chimici, di cui una idonea anche alla misura dei parametri meteorologici.

Rete di rilevamento privata (ITALCEMENTI)

Sita nei comuni di Agrigento e Porto Empedocle, è costituita da n.3 stazioni per la misura di inquinanti chimici.

Provincia di CaltanissettaRete di rilevamento provinciale

Di proprietà della Provincia Regionale, che provvede anche alla gestione, ubicata nei comuni di Caltanissetta, Gela, Niscemi, S. Cataldo, è composta da n.12 stazioni per la misura degli inquinanti chimici, da n.2 stazioni meteo e da n.1 laboratorio mobile.

Rete ENVIREG

Localizzata intorno all'area industriale di Gela, è composta da n.4 stazioni per la misura degli inquinanti chimici, due delle quali abilitate anche al monitoraggio dei parametri meteorologici.

Rete di rilevamento privata (Raffineria di Gela SRL)

Localizzata nell'area industriale di Gela, è costituita da n.8 stazioni per la misura degli inquinanti chimici e da n.1 stazione meteo. E' interconnessa (scambio dati in tempo reale) con quella della Provincia Regionale.

Provincia di CataniaRete di rilevamento comunale

La rete è di proprietà del Comune di Catania, che ne cura anche la gestione, e copre interamente il territorio comunale. E' composta da n.17 stazioni per la misura degli inquinanti chimici, due delle quali in grado di misurare anche i parametri meteorologici, e da n.1 stazione meteo.

Sono in corso di acquisizione n.1 campionatore di PM10 per analisi degli IPA e dei metalli e n.1 stazione di misura rilocabile.

Provincia di Enna

La provincia di Enna è attualmente sprovvista di rete di rilevamento per la qualità dell'aria. La società Sicilia Ambiente, con sede ad Enna e a partecipazione mista, possiede un laboratorio mobile per le immissioni, ormai in disuso da molti anni.

E' in corso di acquisto una stazione di misura rilocabile per la misura degli inquinanti chimici ed il monitoraggio dei parametri meteorologici.

Provincia di Messina

Rete di rilevamento provinciale

Di proprietà della Provincia Regionale, che ne cura anche la gestione, è costituita da n.19 stazioni per la misura degli inquinanti chimici, di cui:

- n.6 collocate nella città di Messina
- n.4 collocate nel territorio provinciale (comuni di Villafranca, S. Stefano di Camastra, Lipari e Barcellona)
- n.9 collocate nell'area industriale di Milazzo (comuni di S.Filippo, S. Lucia, Milazzo, Pace del Mela, Giammoro, Condò e Valdina)

Sono presenti inoltre n.2 laboratori mobili, che operano nella città di Messina.

Sono in fase di acquisto n. 1 analizzatore di PM10, n. 1 analizzatore di O3, n. 1 analizzatore di HC, n.2 Campionatori di polveri, n. 4 analizzatori di NOx.

Rete ENVIREG

Localizzata intorno all'area industriale di Milazzo, è composta da n.2 stazioni, di cui una per la misura degli inquinanti chimici e parametri meteorologici, la seconda per il solo monitoraggio dei parametri meteorologici. Non è attualmente in funzione.

Rete EUROGEN

Localizzata intorno all'area industriale di Milazzo (comuni di Valdina, San Pier Niceto, Pace del Mela, San Filippo del Mela e Milazzo), la rete è di proprietà della Centrale Termoelettrica EUROGEN.

E' costituita da n.5 stazioni per la misura degli inquinanti chimici e da n.1 stazione meteorologica.

TERMICA MILAZZO

Ha recentemente installato una stazione di rilevamento per la misura degli inquinanti chimici e monitoraggio parametri meteorologici a Milazzo, ed è in procinto di cederla ad un Ente Pubblico.

Provincia di Palermo

Rete di rilevamento comunale

Di proprietà del Comune di Palermo, è gestita dall'AMIA ed è costituita da n.9 stazioni per la misura degli inquinanti chimici, di cui n.4 misurano anche parametri meteorologici, e da n.1 stazione meteorologica.

Rete di rilevamento provinciale

Risultano presenti n.2 laboratori mobili di proprietà della Provincia Regionale, non in funzione.

E' in corso di acquisto una stazione di misura rilocabile per la misura degli inquinanti chimici e monitoraggio parametri meteorologici.

Rete ENEL

Presente nella zona industriale del comune di Temini Imerese, è costituita da n.5 stazioni per il monitoraggio dei soli ossidi di zolfo ed ossidi di azoto.

Provincia di RagusaRete di rilevamento provinciale

Costituita da n.1 laboratorio mobile per la misura degli inquinanti chimici e monitoraggio parametri meteorologici.

Rete di rilevamento comunale

In corso di acquisto, sarà costituita da n.4 stazioni per la misura degli inquinanti chimici ed il monitoraggio dei parametri meteorologici.

Rete IN.SI.CEM.

Localizzata nei territori dei comuni di Ragusa, Pozzallo e Modica, di proprietà della ex Industria Siciliana Cementi (IN.SI.CEM), non è funzionante. E' composta da n.7 stazioni, di cui n.5 per la misura delle polveri ed ossidi di zolfo, e n.2 per monitoraggio parametri meteorologici.

Provincia di SiracusaRete di rilevamento provinciale

Di proprietà della Provincia Regionale, che ne cura anche la gestione, è costituita da n.16 stazioni di misura (fisse e rilocabili) e n.2 laboratori mobili per misura degli inquinanti chimici e monitoraggio parametri meteorologici.

Rete di rilevamento comunale

Localizzata nel comune di Siracusa, è costituita da n.4 stazioni per la misura degli inquinanti chimici e parametri meteorologici, la cui gestione è affidata alla Provincia Regionale.

Rete ENVIREG

Localizzata intorno all'area industriale di Priolo, è composta da n.2 stazioni, di cui una chimica e con parametri meteorologici, la seconda abilitata solo al monitoraggio dei parametri meteorologici. Il sistema ha come Centro Operativo di riferimento la Prefettura di Siracusa. E' prevista la cessione operativa al DAP di Siracusa, ma attualmente non è in funzione

Rete C.I.P.A. (Consorzio Industriale Protezione Ambientale)

Il consorzio C.I.P.A. possiede e gestisce una rete composta da n.11 stazioni chimiche, di cui n.2 meteorologiche, installate nei comuni di Priolo, Siracusa, Augusta, Floridia, Melilli.

Rete ENEL

Di proprietà ENEL, è sita nei comuni di Siracusa, Floridia, Sortino, Priolo, Melilli, ed è costituita da n.6 stazioni per la misura degli inquinanti chimici e da una per il monitoraggio dei parametri meteorologici.

Provincia di Trapani

Rete di rilevamento provinciale

Costituita da n.1 laboratorio mobile. E' in corso di acquisizione una stazione rilocabile

4.4 - Stima quantitativa dei bisogni

Allo stato, in Sicilia, non esiste uno strumento unitario di protezione ambientale che dia, ad un organismo centrale, informazioni precise ed in tempo reale sull'entità del fenomeno, e sul conseguente inquinamento da emissioni in atmosfera a seguito di eventi imprevedibili o catastrofici. Quanto sopra è ancora più evidente se consideriamo che i sistemi di monitoraggio attualmente installati sono stati concepiti con l'obiettivo di misurare la qualità dell'aria in condizioni "medie" o, se vogliamo, di normal funzionamento degli impianti a rischio di incidente rilevante.

In caso di eventi incidentali, verosimilmente tali sistemi, se da un lato potranno fornire dati meteoroclimatici al suolo, dall'altro non potranno misurare tutti gli inquinanti dispersi in atmosfera, la cui composizione peraltro non può esser attendibilmente prevista.

Il possibile inquinamento atmosferico che l'Amministrazione Preposta si troverebbe a fronteggiare, al verificarsi di un evento catastrofico o imprevedibile, è infatti molto difficile da valutare per motivi di ordine :

Qualitativo: a causa della aggregazione e/o trasformazione di elementi chimici, potenzialmente inquinanti, una volta che gli stessi vengono a contatto con fonti di calore, aria e/o umidità atmosferica.

Quantitativo: a causa della necessità di ottenere, in tempi estremamente ridotti, un rilevante numero di informazioni su caratterizzazione, densità e direzione di una eventuale nube tossica provocata da un incidente all'interno di un grande impianto a rischio di incidente rilevante.

Un sistema destinato alla gestione delle emergenze, che consenta ai soggetti preposti alla gestione delle emergenze una valutazione in tempo reale delle conseguenze di un evento sulla popolazione e sull'ambiente, dovrà possedere i seguenti principali requisiti:

- capacità di monitoraggio dei parametri atmosferici con particolare riferimento al controllo delle correnti in quota.
- capacità di caratterizzazione degli inquinanti emessi in atmosfera (da postazioni fisse o mobili) a seguito di incidente / evento catastrofico.
- capacità di fornitura di dati univoci, non frammentati, disponibili in tempo reale o ad intervalli brevissimi.
- capacità previsionale, mediante utilizzo di modelli di simulazione della dispersione, ricaduta e trasformazione delle sostanze inquinanti in atmosfera.

Ovviamente, la trattazione e la valutazione dei dati per una corretta gestione emergenziale è subordinata alla formazione di personale specializzato per la gestione e manutenzione del sistema nel suo complesso.

5. IL PROGETTO

5.1 -Premessa

L'esigenza del Dipartimento Regionale della Protezione Civile di poter contare su sistemi di monitoraggio, analisi e comunicazione affidabili anche in situazioni di emergenza, coniugata con le esigenze specifiche di un territorio quale quello siciliano, caratterizzato dalla presenza di molte aree ad alto rischio industriale, è alla base della presente proposta di realizzazione di un sistema informativo per la gestione delle emergenze.

Tale sistema spazia dalla ricezione delle segnalazioni di allarme dovuto ad incidente industriale con emissione in atmosfera di inquinanti gassosi, alla gestione degli stessi eventi, sino alla comunicazione delle informazioni utili agli Enti responsabili dell'intervento ed alla popolazione residente nei pressi delle aree industriali.

Gli aspetti innovativi del sistema riguardano, in particolare, la realizzazione di un datawarehouse, collegato ad un G.I.S., con possibilità di applicazioni per la modellistica e la rappresentazione georeferenziata delle informazioni attraverso le variabili regionalizzate, e l'esecuzione di simulazioni con modellistica tridimensionale.

L'elaborazione e la comunicazione dei dati, si è previsto essere supportata da strumenti di analisi statistica e reporting di grande flessibilità ed accessibilità, e da un sistema di diffusione delle informazioni operante su diversi canali (pannelli a messaggio variabile, Internet, GSM..).

5.2 - Descrizione del progetto

Il sistema per la gestione delle emergenze proposto è costituito da:

- differenti sistemi di monitoraggio sul territorio, ai quali sono demandati il controllo costante dell'aria (sensori per la misura di parametri meteorologici, strumentazione per l'analisi di inquinanti atmosferici), il controllo costante del territorio (sistemi per la gestione di immagini satellitari o derivanti da telecamere, in particolare per gli aspetti legati alle emissioni industriali) e la valutazione delle conseguenze di eventuali incidenti;
- un sistema “esperto” centrale, collegato permanentemente con le sedi periferiche, per l'ottimizzazione di analisi, procedure ed interventi tecnici, a supporto delle decisioni da prendere nell'ambito delle attività di protezione civile;
- un sistema di comunicazione alla popolazione realizzato in collaborazione con gli enti locali, in grado di assicurare sia funzioni di informazione preventiva che di allerta e comunicazione in

condizioni di emergenza. A tale scopo saranno utilizzati “totem” informativi e pannelli a messaggio variabile da installare in punti strategici del territorio, un sito web, computer collocati in scuole, biblioteche e altri punti di aggregazione, per la consultazione informatizzata.

5.3 - Obiettivi generali

Lo scopo principale di un sistema informativo per la gestione delle emergenze è la definizione di un approccio integrato alla gestione delle emissioni industriali, delle emergenze ambientali e di protezione civile. Esso definisce così un sistema di prevenzione ed intervento, finalizzato alla riduzione dei rischi associati alla presenza di stabilimenti a rischio, e per la mitigazione degli effetti di eventi incidentali sull'uomo e l'ambiente. Gli obiettivi generali del progetto sono principalmente i seguenti:

- 1 - realizzare un sistema per la gestione delle emergenze che sia uno strumento operativo efficace per la gestione dei vari scenari possibili;
- 2 - migliorare le capacità di risposta, in caso di evento incidentale, in termini di efficacia di intervento sul territorio, supporto agli Enti locali e ai decision maker;
- 3 - supportare, con un monitoraggio costante e continuo dei parametri ambientali più significativi sul territorio, sia in caso di emergenza che in condizioni di normalità.

In quest'ottica, e per il raggiungimento degli obiettivi sopra citati, la massima efficienza del sistema in termini di rilevamento dei possibili allarmi, elaborazione dei dati e condivisione delle informazioni, garantirà una corretta gestione dell'intero ciclo delle emergenze (previsione, prevenzione, pianificazione, gestione, ristabilimento delle condizioni ordinarie di vita).

Ulteriori obiettivi del progetto sono :

- fornire uno strumento decisionale di supporto ai responsabili gestionali dell'emergenza, che indichi, schematicamente, partendo da uno scenario, le attività che debbono essere espletate durante un processo di pianificazione dell'emergenza.

- 1 - contribuire a standardizzare in ambito locale il metodo di lavoro sulle pianificazioni dei modelli di intervento per le varie tipologie di rischio, come risposta alle emergenze.

5.4 - Luogo di realizzazione del progetto

Il sistema per la gestione delle emergenze dovrà supportare tali funzionalità sul territorio della Regione Sicilia, rispettando la gerarchia degli Enti attualmente presenti sul territorio ed, in particolare, la struttura Regione/Province Regionali.

A tale proposito, l'architettura del sistema sarà espressione della seguente filosofia operativa:

- 1 - sistema centrale per la gestione unitaria degli allarmi, che permetta l'attivazione delle procedure di intervento in caso di emergenza, l'archiviazione e l'elaborazione integrata dei dati significativi descrittivi dell'intero territorio regionale (con particolare attenzione alla costituzione di un archivio integrato dei dati ambientali valicati). Sarà localizzato presso la istituenda sede del Centro Funzionale Decentrato Multirischio di Palermo.
- 2 - sistemi provinciali per la gestione delle reti locali di monitoraggio, per il rilevamento e la trasmissione degli allarmi sul territorio di competenza, nonché l'attivazione delle procedure di intervento in caso di emergenza (in coordinamento con il sistema centrale). Saranno localizzati, in opportune sedi, a Milazzo, Gela e Siracusa.
- 3 - accesso dati, attraverso reti internet o intranet, da parte del Servizio Rischi Ambientali ed Industriali di Siracusa alla banca dati del Centro Funzionale Decentrato Multirischio di Palermo, e gestione mediante GIS dell'evento.

5.5 - Architettura del sistema

Il sistema per la gestione delle emergenze è strutturato secondo una architettura organizzata nei seguenti livelli :

- sistemi per il rilevamento dei dati ambientali: sono sistemi responsabili della raccolta di dati descrittivi dell'area, secondo diverse tipologie (dati meteorologici, concentrazioni di inquinanti, dati di corretto funzionamento degli impianti etc.).

- 1 - sistema centrale di gestione delle emergenze: supporta la gestione degli allarmi rilevati dalle reti locali, l'individuazione della corretta procedura d'intervento e la simulazione modellistica della possibile evoluzione della dispersione degli inquinanti rilasciati durante l'evento incidentale. Consente inoltre di effettuare analisi statistiche e di trend utili per la caratterizzazione del territorio.
- 2 - sistema centrale di diffusione delle informazioni alle popolazioni (in collaborazione con gli enti locali): consente la comunicazione le informazioni significative relative all'evento incidentale

sia agli Enti di interesse che alla popolazione. Le informazioni sono diffuse attraverso appositi siti Web, pannelli a messaggio variabile collocati in siti idonei, e messaggistica trasmessa via GSM.

5.6 - Sistemi per il rilevamento dei dati ambientali

Rete per il monitoraggio di parametri meteorologici: è costituita da sistemi per la misura del profilo verticale della temperatura (RASS) integrati con sistemi per la misura del profilo verticale del vento (SODAR). La rete è costituita da una serie di postazioni, ciascuna delle quali comprende un sistema RASS-SODAR con l'apposita strumentazione di controllo, installata in cabina. I profili verticali di vento e temperatura misurati dal sistema RASS-SODAR sono utili per analizzare la possibile dispersione di inquinanti in atmosfera, dando gli input per le elaborazioni modellistiche;

Rete per il monitoraggio di inquinanti atmosferici non convenzionali: è costituita da una serie di postazioni di misura, ciascuna dotata di uno spettrometro a trasferimento di carica, per l'analisi, in tempo reale, di miscele gassose anche complesse. Lo spettrometro deve essere di dimensioni e caratteristiche tali da consentirne l'utilizzo anche sul campo, installato in apposite cabine o a bordo di mezzi mobili, e permettere l'analisi di composti gassosi quali etilene, propilene, acrilonitrile, cicloesano, esano, acetato di vinile monomero, cloruro di vinile, butadiene, stirene etc. Gli spettrometri saranno installati nei pressi di impianti industriali ad alto rischio, in modo da consentire un monitoraggio continuo per eventuali dispersioni accidentali di inquinanti tossici e/o pericolosi;

Rete per la video sorveglianza di siti sensibili: è costituita da telecamere operanti nel range sia del visibile che dell'infrarosso. La rete supporta l'elaborazione delle immagini rilevate in modo da permettere il rilevamento automatico di eventuali anomalie quali ad esempio picchi termici (nel caso di incendi od esplosioni) o il movimento di soggetti non autorizzati in aree sottoposte a sorveglianza;

Rete per il monitoraggio di gas esplosivi e/o infiammabili: è costituita da una serie di sensori di tipo elettrochimico e di dimensioni ridotte, per il rilevamento sul campo di eventuali fughe accidentali di gas quali propano, butano, metano, Gpl, etilene, stirene, toluene etc. I sensori possono essere collocati in aree particolarmente a rischio, quali ad esempio zone limitrofe ad aree di stoccaggio, deposito o adibite alla movimentazione di sostanze pericolose;

Sistema di gestione di immagini satellitari: è un applicativo software che permette l'archiviazione, l'elaborazione e l'analisi di immagini da satellite dei siti di interesse, al fine di poter effettuare, compatibilmente con le frequenze di ripresa satellitare, un monitoraggio continuo delle

aree a rischio e di poter individuare possibili variazioni riconducibili a potenziali situazioni di rischio;

Sistema per la gestione dei catasti ambientali: consente la gestione informatizzata delle informazioni relative a ciascuna industria a rischio, in termini di scarichi, emissioni, possibili scenari di rischio associati, etc.

Il progetto prevede altresì la possibilità di interfaccia con i sistemi per il rilevamento dei dati ambientali già presenti sul territorio (reti di monitoraggio della qualità dell'aria; sistemi di supervisione degli impianti; sistemi di monitoraggio delle emissioni da camino), che possono fornire ulteriori informazioni utili per la gestione delle emergenze.

I dati, validati dai responsabili dei singoli sistemi di rilevamento ambientale esistenti, saranno trasmessi al sistema centrale per la successiva organizzazione all'interno di un datawarehouse centralizzato, e la loro elaborazione complessiva. Analogamente, anche eventuali allarmi rilevati in sede periferica, potranno essere trasmessi al sistema centrale per il riconoscimento dell'evento incidentale e l'attuazione della corretta procedura di intervento, gestione e comunicazione.

Il sistema centrale di gestione delle emergenze è costituito dai seguenti moduli:

Modulo	Tipologia di operatività
Rappresentazione sinottica	consente di avere costantemente sotto controllo il territorio di interesse, attraverso una rappresentazione grafica dei principali elementi (insediamenti industriali) in esso presenti e delle informazioni rilevanti associate (principalmente allarmi);
Elaborazione statistica avanzata	consente l'analisi dinamica dei dati, la reportistica, e la realizzazione di indagini non predefinite;
Modellistica	consente l'esecuzione di simulazioni della dispersione di inquinanti aerodispersi nelle aree di interesse. In particolare, comprende routine operative specifiche per la simulazione dell'evoluzione di scenari incidentali. Nel Capitolo 6 si illustra in maggior dettaglio l'indirizzo progettuale di detto modulo;
Gestione operativa dell'emergenza	supporta la ottimizzazione ed attuazione della specifica procedura operativa, da attivarsi a seguito ad eventi



Modulo	Tipologia di operatività
	incidentali, per la qualità di supporto tecnico al decisore nell'ambito delle attività di protezione civile (allertamento degli Enti competenti, comunicazione alla popolazione, valutazione dei potenziali rischi etc.).

Il sistema centrale di comunicazione delle informazioni è composto da diversi sottosistemi, ciascuno dei quali dedicato alla diffusione delle informazioni mediante specifici canali:

Pannelli a messaggio variabile (PMV) e/o totem informativi	Consentono la visualizzazione di specifici messaggi per l'allertamento della popolazione in caso di evento incidentale, di preallerta, o in caso di situazioni ambientali critiche (ad es. livelli di inquinamento vicini o superiori alle soglie di legge).
Rete GSM per la trasmissione di messaggi e informazioni	Può essere utilizzato ad esempio per effettuare l'invio di messaggi agli operatori competenti (responsabili di impianto, Enti territoriali etc.), relativi a specifici allarmi;
Internet	E' utile agli Enti competenti per due principali modalità operative: - l'accesso ai dati e ad alcune funzionalità del sistema di gestione delle emergenze (ad es. accesso alla base dati comune datawarehouse, comunicazione e condivisione di report, visualizzazione dei risultati delle elaborazioni modellistiche); - la trasmissione di informazioni destinate al pubblico, attraverso un portale accessibile via Web o, attraverso link, ad altri siti Web già esistenti (ad es. quelli degli Enti presenti sul territorio o dei Comuni interessati).

5.7 - Sistema trasmissione dati

Il funzionamento del sistema è legato alla possibilità di poter trasmettere i dati rilevati dalle centraline posizionate sul territorio dei tre polo petrolchimici siciliani al Centro Funzionale Decentrato Multirischio con sede a Palermo.

Come è noto i sistemi per la trasmissione dei dati delle centraline può avvenire utilizzando i seguenti sistemi:

- via cavo
- via GSM
- via onde radio su banda di frequenza dedicata
- via satellite.

Il sistema di trasmissione dati che, per le finalità di Protezione Civile, risulta essere maggiormente affidabile è quello che utilizza le onde radio UHF (*Ultra High Frequency*). Anche altri sistemi di monitoraggio progettati dal Dipartimento Regionale della Protezione Civile, si basano sulla trasmissione dei dati con onde radio a banda di frequenza dedicata.

Si ritiene, quindi, non solo di condividere tale scelta progettuale, ma anche di utilizzare i sistemi progettati su scala regionale, implementando gli stessi con canali aggiuntivi e aumentando, dove necessario, i ponti radio della rete principale e di quella secondaria.

6. LA MODELLISTICA PER IL MONITORAGGIO STRUMENTALE

6.1 -Generalità

I modelli fisico-matematici sono un utile strumento di valutazione della qualità dell'aria che integra e completa le misure dirette, effettuate con le reti di rilevamento, per la presenza di inquinanti nell'atmosfera. La possibilità di ricorso alle tecniche modellistiche, finalizzate al completamento delle informazioni ricavabili attraverso le reti di monitoraggio in continuo, o per campagne periodiche di misura della qualità dell'aria ambiente, è stata esplicitamente richiamata nel D.Lgs. 351/99 che ha recepito la Direttiva Comunitaria 96/62/CE.

La modellistica matematica si interfaccia con le reti di rilevamento diretto per le concentrazioni di inquinanti nell'atmosfera, integrando e completando le conoscenze sulla qualità dell'aria. Il modello infatti è convalidato proprio dai dati registrati dalla reti di rilevamento e consente di estendere la rappresentatività spaziale dello stesso, prevedendo campi di concentrazione anche in porzioni di territorio dove non sono installati strumenti di misurazione. Il modello inoltre consente di discriminare i contributi provenienti delle diverse sorgenti, di valutare l'impatto di inquinanti non misurati dalla rete di monitoraggio, di studiare scenari ipotetici di emissioni, alternativi a quelli reali. L'obiettivo è, quindi, la verifica affinché i valori limite o le soglie di allarme di un certo numero di sostanze inquinanti, specificate nella normativa vigente, vengano rispettati su tutto il territorio oggetto del monitoraggio.

I modelli di dispersione sono un'utile strumento per:

- ottenere campi di concentrazione in porzioni di territorio dove non esistono punti di misura o estendere la rappresentatività spaziale della misura stessa;
- ottenere informazioni sulle relazioni tra emissioni e immissioni (matrici sorgenti – recettori) discriminando quindi i contributi delle diverse sorgenti;
- valutare l'impatto di inquinanti non misurati dalla rete di monitoraggio;
- studiare scenari ipotetici di emissioni alternativi al quadro attuale o passato.

La valutazione della *complessità* dell'area su cui si effettua la valutazione deve tener conto delle caratteristiche orografiche del territorio, le disomogeneità superficiali (discontinuità terra-mare, città-campagna, presenza di corpi lacustri, etc.) e condizioni meteo-diffusive non omogenee (calma di vento negli strati bassi della troposfera, inversioni termiche eventualmente associate a regimi di brezza, etc.). L'uso di modelli analitici si considera generalmente appropriato nel caso di siti non complessi, mentre qualora le disomogeneità spaziali e temporali siano decisive sul processo di

dispersione, occorre ricorrere all'uso di modelli numerici tridimensionali, articolati in un pre-processore meteorologico (dedicato principalmente alla ricostruzione del campo di vento) e in un modello di diffusione.

6.2 - Tipologie di Modelli numerici

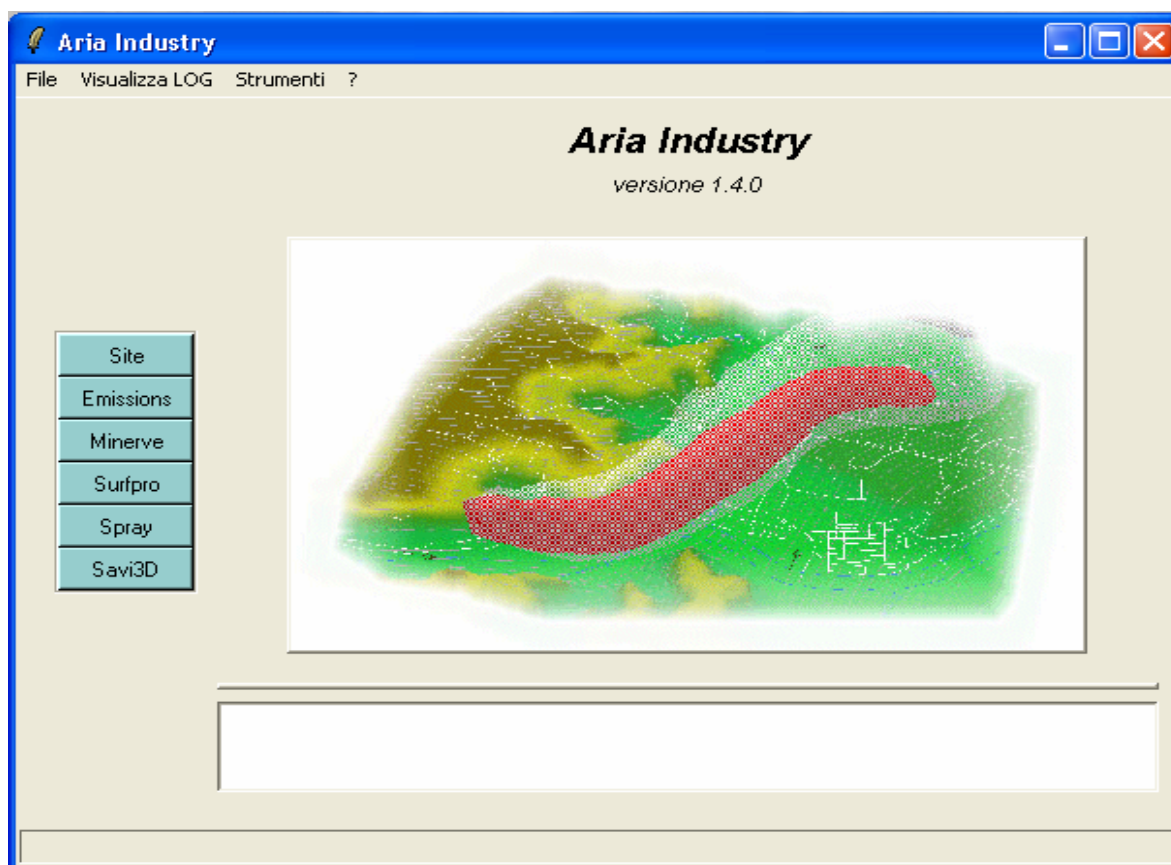
I modelli numerici per lo studio della dispersione di inquinanti in atmosfera possono essere raggruppati nelle seguenti tipologie:

- modelli Gaussiani molto utilizzati; adatti a simulare situazioni stazionarie nello spazio e nel tempo;
- modelli tridimensionali Lagrangiani a "puff" e a "particelle": simulazione della dispersione di un inquinante attraverso traiettorie e particelle computazionali spostate nel dominio di calcolo dal campo di moto e delle condizioni di turbolenza locali dell'atmosfera;
- modelli tridimensionali Euleriani a griglia: si basano sull'integrazione numerica dell'equazione differenziale di bilancio per ogni inquinante che, come i Lagrangiani, possono tener conto delle variazioni spazio-temporali e delle condizioni meteo-diffusive che interessano l'atmosfera sul sito in esame.

I modelli Lagrangiani “a particelle” e quelli Euleriani “a griglia” sono gli strumenti più avanzati per la riproduzione del fluido atmosferico: possono tenere conto compiutamente di tutte le misure meteorologiche disponibili e seguire le variazioni spazio/temporali che vengono rilevate.

Nell'ambito dell'utilizzo dei modelli di dispersione tridimensionali di tipo lagrangiano, le maggiori validazioni dei risultati sono state ottenute utilizzando la suite modellistica **ARIA Industry™**, composta essenzialmente da tre codici base:

- un modello per la ricostruzione tridimensionale del campo di vento;
- un processore per la definizione dei parametri di turbolenza;
- un modello lagrangiano a particelle per la dispersione degli inquinanti.



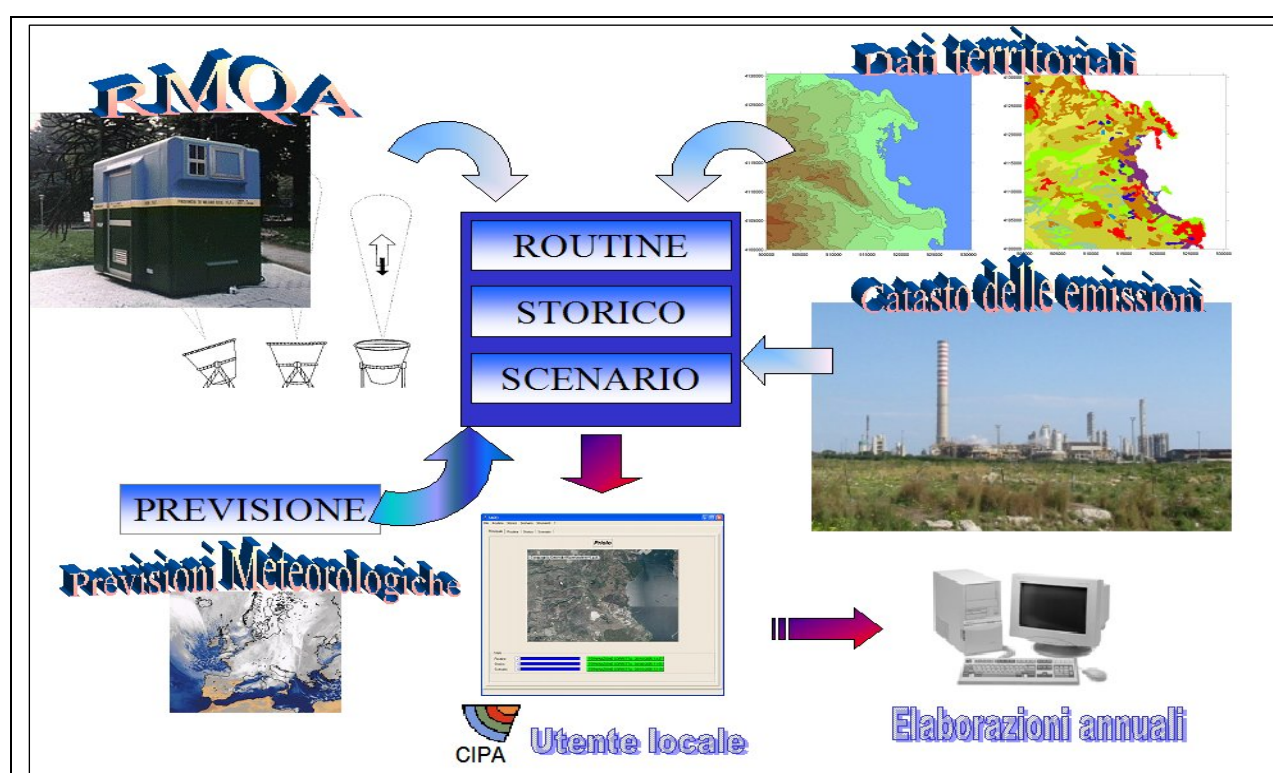
In linea di principio, il risultato di qualunque simulazione modellistica è connotata da un certo grado di incertezza, dovuto intrinsecamente all'approccio fisico-matematico, ovvero alla difficoltà di descrivere compiutamente in termini matematici un fenomeno fisico complesso come quello in esame. Inoltre la sua affidabilità è commisurata alla corretta immissione dei dati di input relativi alle emissioni della sostanza inquinante considerata e alle condizioni meteoclimatiche. Il modello diventa inaffidabile quando non è supportato da una esaustiva banca dati di emissioni relativa all'inquinante oggetto di indagine, ovvero quando le emissioni sono casuali o comunque non sostanzialmente stazionarie (emissioni di sostanze odorigene).

6.3 - Esperienze nel polo petrolchimico di Siracusa-Priolo Gargallo

Nella Regione Siciliana, ed in particolare nell'area del polo petrolchimico di Priolo Gargallo, il Consorzio C.I.P.A. (Consorzio Industriale Protezione Ambiente), oltre a gestire la propria rete di monitoraggio dell'aria, a partire dal 2002, ha testato un sistema modellistico in grado di valutare le ricadute al suolo correlabili alle emissioni inquinanti provenienti dagli impianti industriali

presenti nell'area di Priolo-Siracusa. Esso si è dotato di una suite modellistica che utilizza modelli di dispersione tridimensionali di tipo lagrangiano, potenziato dal Sistema Automatico su Richiesta dell'Operatore (SARO), in grado di attivare in modo automatico la catena modellistica tridimensionale e simulare la dispersione degli inquinanti emessi in atmosfera dalle sorgenti presenti su una porzione del territorio soggetto a monitoraggio.

Il sistema adottato, ed implementato dall'analisi delle condizioni meteorologiche, è risultato affidabile e validato per la previsione delle concentrazioni medie annuali di biossido di zolfo, le cui emissioni in tutta l'area sono di origine industriale.



**7. FABBISOGNO ECONOMICO**

Nella tabella che segue si riporta il quadro economico di larga massima riferito alla rete di monitoraggio progettata, completa delle previsioni della realizzazione del Servizio Informatico Ambientale da installare nel Centro Funzionale Decentrato Multirischi, dei sistemi di rilevazione dati nei poli petrolchimici, l'implementazione del sistema trasmissione dati e dei punti informativi alla popolazione.

QUADRO ECONOMICO								
<i>Sottosistema</i>	<i>Componenti</i>	<i>C.F.D.M.</i>	<i>Siracusa</i>	<i>Gela</i>	<i>Messina</i>	<i>Totale Componenti</i>	<i>Prezzo unitario</i>	<i>Importo</i>
Sistema Informativo Ambientale	Centro HW e SW e relativa applicazioni per la videosorveglianza del territorio e riconoscimento di situazioni anomale	1				1	€ 1.750.000,00	€ 1.750.000,00
	Sistema HW e SW per l'interfacciamento alle reti ambientali esistenti, sistemi meteo RASS							
	SQDAR e rete gas infiammabili							
	Sottosistema Catasti Ambientali							
	Modulo per l'integrazione dei dati							
	Modulo per la gestione Multidimensionale degli indicatori ambientali							
	Modulo di modellistica ambientale							
	Modulo GIS							
	Modulo di gestione real-time delle emergenze							
	Modulo di diffusione delle informazioni al pubblico							
	hardware periferico							
	Immagini da satellite							
	Licenza immagini satellitari							
Totale sistema		1				1	€ 1.750.000,00	€ 1.750.000,00
Sistema di Trasmissione e condivisione dati con sedi periferiche (SR, ME, CL)		1	1	1	1	4	€ 700.000,00	€ 2.800.000,00
Rete di monitoraggio meteo avanzata	Postazione RAAS SODAR		1	1	1	3	€ 210.000,00	€ 630.000,00
Rete di monitoraggio Spettrometri real time	Postazione con Spettrometro di massa real time		12	7	5	24	€ 350.000,00	€ 8.400.000,00
Rete TVCC	Postazione IR + VIS + motion detector		12	7	5	24	€ 55.000,00	€ 1.320.000,00
	Postazione IR+VIS		12	7	5	24	€ 48.000,00	€ 1.152.000,00
Rete rilevamento gas infiammabili	Postazione con sensori		28	14	10	52	€ 22.000,00	€ 1.144.000,00
Rete di informazione alla popolazione	Sistema di pannelli luminosi e totem informativi per la popolazione		1	1	1	3	€ 150.000,00	<u>€ 450.000,00</u>
Totale sistema								€ 17.646.000,00
Manutenzione e gestione (3 anni) 20%								<u>€ 3.529.200,00</u>
Totale appalto								€ 21.175.200,00
SOMME A DISPOSIZIONE								
IVA 20%							€ 4.235.040,00	
Spese tecniche, Consulenze e pubblicità appalto							€ 900.000,00	
Imprevisti							€ 200.000,00	
Allacci e canoni (3 anni)							<u>€ 200.000,00</u>	
							€ 5.535.040,00	<u>€ 5.535.040,00</u>
								€ 26.710.240,00

8. INDICATORI DI REALIZZAZIONE E DI RISULTATO

Sulla base delle indicazioni orientative fornite sul P.O. FESR 2007-2013, gli indicatori di realizzazione e di risultato per la linea di intervento 2.3.1.7 sono i seguenti.

Obiettivo specifico 2.3: Attuare la pianificazione nel settore e del rischio idrogeologico, sismico, vulcanico, industriale e ambientale e attuare i piani di prevenzione del rischio sia antropogenico che naturale

Obiettivo operativo 2.3.1: Realizzazione di interventi infrastrutturali prioritari previsti nei PAI approvati, nella pianificazione di protezione civile e per la prevenzione e mitigazione dei rischi, anche ad integrazione di specifiche azioni del PRSR Sicilia

Linea di intervento 2.3.1.7	Indicatore di realizzazione	Unità di misura	Valore attuale	Target
Realizzazione di interventi volti all'adeguamento e al potenziamento delle reti di monitoraggio e alla raccolta e trattamento e modellistica dei dati con finalità di protezione civile	<u>Rete Rischio Industriale Qualità Aria</u> : densità copertura stazioni di rilevamento nelle tre aree ad elevato rischio industriale	Stazioni/superficie N°/(100 kmq)	3,07 N°/(100 kmq)	10,60 N°/(100 kmq)

Linea di intervento 2.3.1.7	Indicatore di risultato	Valore atteso al 2015	Valore atteso: anno / %
Realizzazione di interventi volti all'adeguamento e al potenziamento delle reti di monitoraggio e alla raccolta e trattamento e modellistica dei dati con finalità di protezione civile	<u>Rete Rischio Industriale Qualità Aria</u> Quota della popolazione ricadente nelle tre aree ad elevato rischio industriale che beneficia di misure di prevenzione/mitigazione dei rischi (% sul tot Regione)	7,85%	2011 / 23%
			2013 / 61%
			2014 / 75%
			2015 / 100%