

PROGETTO INTERREG ALPS GPS QUAKENET

(Ernesto Benazzo, Michele Morelli, Nicoletta Negro, Giacomo Re Fiorentin, Carlo Troisi)

Arpa Piemonte ha partecipato, unitamente a 7 partner italiani e 5 partner europei, al Progetto Interreg Alps GPS Quakenet, avente come obiettivo la creazione di una rete geodetica transnazionale in ambito alpino, costituita da stazioni di misura GPS con precisione millimetrica. La rete di ricevitori GPS fornirà un sostegno all'utilizzo di tecniche spaziali che costituiranno la base sperimentale della comprensione scientifica dei rischi naturali in genere e, in particolare, dei terremoti.

Il Centro Regionale per le Ricerche Territoriali e Geologiche ha curato la realizzazione, e si sta occupando della gestione, delle cinque stazioni previste nel territorio piemontese.

I siti prescelti per l'installazione sono stati individuati sulla base dei seguenti requisiti:

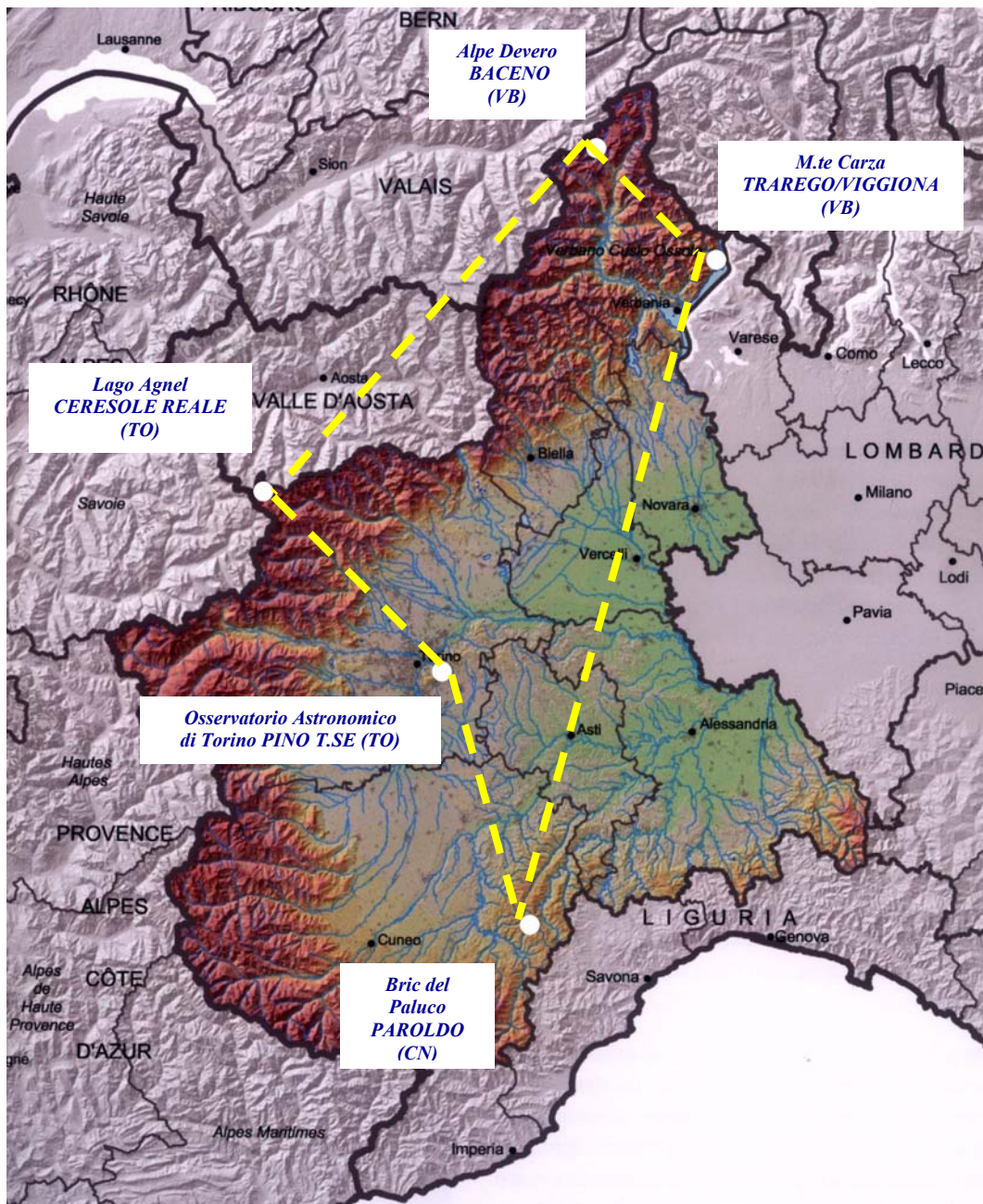
- geologico-tecnico (es. presenza di un substrato roccioso sul quale fondare il supporto del ricevitore, aree esterne a settori in frana),
- contesto tettonico regionale (correlazioni a grandi strutture geologiche per l'interpretazione delle tendenze evolutive dei diversi domini cristallini);
- tecnico – strumentali (es. assenza di ostruzioni sopra i 20° di elevazione, assenza di disturbi dovuti a linee elettriche e reti di telecomunicazione).

Si è inoltre tenuto conto della presenza nelle vicinanze di una stazione meteorologica di Arpa Piemonte, utile per poter effettuare correlazioni tra dati satellitari e meteorologici, e della presenza di una linea telefonica o di buona copertura GSM per la trasmissione dei dati acquisiti.

Infine per l'installazione si sono privilegiate le aree di proprietà pubblica poco esposte ad atti di vandalismo. Per ridurre al minimo l'impatto ambientale tutti i manufatti sono stati rivestiti utilizzando pietra locale.

I siti individuati sono i seguenti:

- **Alpe Devero – Comune di Baceno (VB)**
- **M.te Carza – Comune di Trarego/Viggiona (VB)**
- **Lago Agnel – Comune di Ceresole Reale (TO)**
- **Osservatorio Astronomico di Torino – Comune di Pino T.se (TO)**
- **Bric del Paluco – Comune di Paroldo (CN)**



La rete di stazioni permanenti GPS di Arpa Piemonte

ALPE DEVERO – Comune di Baceno (VB)

Inquadramento geografico

La stazione si trova in alta Valle Devero, nelle Alpi Lepontine, all'interno del Parco Naturale Veglia e Devero, ad una quota di circa 1650 m s.l.m.m. È raggiungibile in auto da Torino in circa tre ore.

Cenni di geologia

In corrispondenza della stazione GPS affiorano calcescisti di età mesozoica (era geologica che va da 250 a 66 milioni di anni fa).

Siamo in un settore delle Alpi occidentali in cui affiorano rocce appartenenti alle più profonde unità visibili nell'edificio alpino; ci troviamo nelle cosiddette falde Pennidiche inferiori, nella zona di intersezione di lineamenti tettonici regionali, quali la linea tettonica del Sempione e della Centovalli, responsabili della esumazione finale delle unità Alpine nord-occidentali.

L'area è stata fortemente modellata durante l'ultima glaciazione; in corrispondenza dell'attuale piana di Devero, l'azione erosiva del ghiacciaio (esarazione) creò una profonda depressione che, successivamente al ritiro della massa glaciale, venne colmata dalle acque dando origine ad un lago. Il materiale trasportato dai torrenti discendenti dai monti circostanti ha prodotto nel tempo il graduale interrimento dello specchio d'acqua. Testimonianze di antichi ghiacciai (valli sospese, depositi morenici, rocce montonate e massi erratici) sono facilmente visibili in tutta l'area circostante la conca del Devero.

Caratteristiche tecniche della stazione

- Nome del sito: DEVE
- N° IERS: 12779M001
- Data di installazione: 01 settembre 2005
- Ricevitore: Leica GRX1200PRO
- Antenna: LEIAT504
- Manufatto: pilastro in c.a. ancorato su roccia
- Alimentazione: rete elettrica
- Coordinate
Geodetiche (WGS84Igb00): $\varphi = 46^{\circ}18'48.81411''$ $\lambda = 8^{\circ}15'39.59803''$
Piane (UTM-WGS84 F32): N = 5 129 152.4108 E = 443 101.6431
- Quota elissoidica: 1679.420 m
- Quota ortometrica: 1630 m s.l.m.
- Altre strumentazioni presenti nel sito: pluviometro, termometro aria, igrometro, nivometro.



La stazione GPS permanente presso l'Alpe Devero

MONTE CARZA – Comune di Trarego/Viggiona (VB)

Inquadramento geografico

La stazione è ubicata sulla sommità del M.te Carza, circa 1120 m s.l.m.m., situato sulla sponda destra del Lago Maggiore, a costituire l'ultima elevazione della cresta spartiacque tra il bacino del Rio di Cannero e quello del T. Cannobino.

È raggiungibile in auto da Torino in circa 3 ore.

Cenni di geologia

La stazione GPS è ubicata sul M.te Carza, nella zona di intersezione di importanti lineamenti tettonici regionali, quali la linea tettonica del Canavese e del Tonale. La sommità di tale monte è costituita da anfiboliti di età tardo paleozoica (circa 250 milioni di anni fa).

Dal punto di vista geologico il monte Carza è situato nella zona di affioramento della Serie dei Laghi, costituita da rocce di tipo prevalentemente gneissico ed appartenente alle cosiddette Alpi Meridionali (o Sudalpino). Queste ultime sono caratterizzate da una sequenza di falde tettoniche traslate, a partire dalla fine dell'Oligocene (24 milioni di anni fa), verso S.

Caratteristiche tecniche della stazione

- Nome del sito: CARZ
- N° IERS: 12778M001
- Data di installazione: 25 agosto 2005
- Ricevitore: Leica GRX1200PRO
- Antenna: LEIAT504
- Manufatto: pilastro in c.a. ancorato su roccia
- Alimentazione: pannello solare
- Coordinate
Geodetiche (WGS84Igb00): $\varphi = 46^{\circ}2'32.42729''$ $\lambda = 8^{\circ}40'48.73402''$
Piane (UTM-WGS84 F32): N = 5 098 801.5838 E = 475 256.3470
- Quota ellissoidica: 1165.278 m
- Quota ortometrica: 1116 m s.l.m.
- Altre strumentazioni presenti nel sito: pluviometro, termometro aria.



La stazione GPS permanente e la stazione meteorologica presso il M.te Carza

LAGO AGNEL – Comune di Ceresole Reale (TO)

Inquadramento geografico

La stazione è ubicata nei pressi del Lago Agnel, posto ad una quota di circa 2300 m s.l.m.m. nell'alta Valle dell'Orco, nelle Alpi Graie, lungo la strada che da Ceresole Reale sale al Colle del Nivolet, che segna il confine con la Regione Valle d'Aosta.

Ricade all'interno del Parco Nazionale del Gran Paradiso ed è raggiungibile in auto da Torino in circa 1 ora e 30 minuti.

Cenni di geologia

Le rocce affioranti in corrispondenza della stazione GPS sono gneiss occhiadini, derivanti dal metamorfismo di originarie rocce granitiche di età carbonifera superiore (300 milioni di anni fa).

Queste rocce affiorano nella parte occidentale del massiccio cristallino del Gran Paradiso, appartenente alle cosiddette falde Pennidiche superiori. Poche centinaia di metri ad ovest del lago è presente un limite geologico (contatto tettonico) che separa queste ultime dalle rocce appartenenti alla Zona Piemontese dei calcescisti con pietre verdi.

La morfologia dell'area è caratterizzata da tracce di modellamento glaciale: depositi morenici, massi erratici, rocce montonate, circhi glaciali, conche di sovraescavazione, ecc..

Caratteristiche tecniche della stazione

- Nome del sito: AGNE
- N° IERS: 12777M001
- Data di installazione: 30 agosto 2005
- Ricevitore: Leica GRX1200PRO
- Antenna: LEIAT504
- Manufatto: pilastro in c.a. ancorato su roccia
- Alimentazione: rete elettrica
- Coordinate
Geodetiche (WGS84Igb00): $\varphi = 46^{\circ}28'4.58799''$ $\lambda = 7^{\circ}8'22.62928''$
Piane (UTM-WGS84 F32): N = 5 036 618.2201 E = 354 572.3224
- Quota ellissoidica: 2354.602 m
- Quota ortometrica: 2300 m s.l.m.
- Altre strumentazioni presenti nel sito: pluviometro, termometro aria, nivometro.



La stazione GPS permanente presso il Lago Agnel

OSSERVATORIO ASTRONOMICO DI TORINO - Pino T.se (TO)

Inquadramento geografico

La stazione è ubicata presso l'Osservatorio Astronomico di Torino, alla quota di circa 600 m s.l.m.m., situato nel Comune di Pino T.se, sulla collina torinese. È raggiungibile in auto dalla città di Torino in circa 20 minuti.

Cenni di geologia

Le rocce affioranti in corrispondenza della stazione GPS sono costituite da marne, arenarie e conglomerati che formano i rilievi della Collina di Torino. Parte di queste rocce sono composte da sedimenti che provengono dallo smantellamento della catena alpina in sollevamento.

Queste rocce hanno un'età compresa dall'Eocene sup. (circa 40 milioni di anni fa) al Messiniano (circa 5 milioni di anni fa). La forma dei rilievi collinari è il risultato delle spinte orogenetiche legate alla formazione sia della catena alpina che di quella appenninica. Studi recenti hanno evidenziato che tali spinte sono ancora in atto; negli ultimi 100 anni il sollevamento di quest'area è stato di circa 16 cm.

Caratteristiche tecniche della stazione

- Nome del sito: OATO
- N° IERS: 12724M001
- Data di installazione: 7 GIUGNO 2005
- Ricevitore: Leica GRX1200PRO
- Antenna: LEIAT504
- Manufatto: pilastro in c.a. ancorato su roccia
- Alimentazione: rete elettrica
- Coordinate
Geodetiche (WGS84Igb00): $\varphi = 45^{\circ}2'29.57363''$ $\lambda = 7^{\circ}45'55.08576''$
Piane (UTM-WGS84 F32): N = 4 988 307.3783 E = 402 757.2343
- Quota ellissoidica: 658.811 m
- Quota ortometrica: 610 m s.l.m.
- Altre strumentazioni presenti nel sito: pluviometro, termometro aria, barometro, igrometro, radiometro, anemometro.



La stazione GPS permanente presso l'Osservatorio Astronomico

BRIC DEL PALUCO – Paroldo (CN)

Inquadramento geografico

La stazione è ubicata nelle Langhe, sul versante meridionale del Bric del Paluco, alla quota di circa 800 m s.l.m.m.; la sommità dell'altura fa parte della cresta spartiacque tra il torrente Bovina ed il torrente Belbo.

È raggiungibile in auto dalla città di Torino in circa 1 ora e 30 minuti.

Cenni di geologia

Le rocce affioranti in corrispondenza della stazione GPS sono costituite da marne siltose di colore grigio-azzurro, caratterizzate, nella porzione inferiore, da intercalazioni di arenarie o sabbie ocracee. Tale formazione, di età miocenica inferiore (circa 20 milioni di anni fa), prende il nome di Marna di Paroldo. L'area in cui ci troviamo si colloca all'interno delle Langhe; queste rappresentano un dominio del Bacino Terziario Piemontese, costituito da una potente (4.000 m) successione di sedimenti immergente mediamente a NW, composta da depositi principalmente silicoclastici, deposti in un bacino marino durante l'Oligocene-Miocene medio (circa 36 ÷ 15 milioni di anni fa). L'evoluzione geologica del dominio delle Langhe è caratterizzata durante il Miocene (circa 24 ÷ 5 milioni di anni fa) da tassi di subsidenza maggiori rispetto a quelli adiacenti (Alto Monferrato) e da un sollevamento relativo dalla fine del Miocene ad oggi.

Caratteristiche tecniche della stazione

- Nome del sito: PARO
- N° IERS: xxxxxxxxx
- Data di installazione: estate 2007
- Ricevitore: in fase di definizione
- Antenna: Ashtech Dorne Margolin
- Manufatto: pilastro in c.a. ancorato su roccia
- Alimentazione: rete elettrica
- Coordinate
 - Geodetiche (WGS84|gb00): $\varphi = 44^{\circ}26'45.56734''$ $\lambda = 8^{\circ}04'52.05445''$
 - Piane (UTM-WGS84 F32): N = 4 921 820.574 E = 426 884.1345
- Quota ellissoidica: 849.812 m
- Quota ortometrica: 810 m s.l.m.
- Altre strumentazioni presenti nel sito: pluviometro, termometro aria.



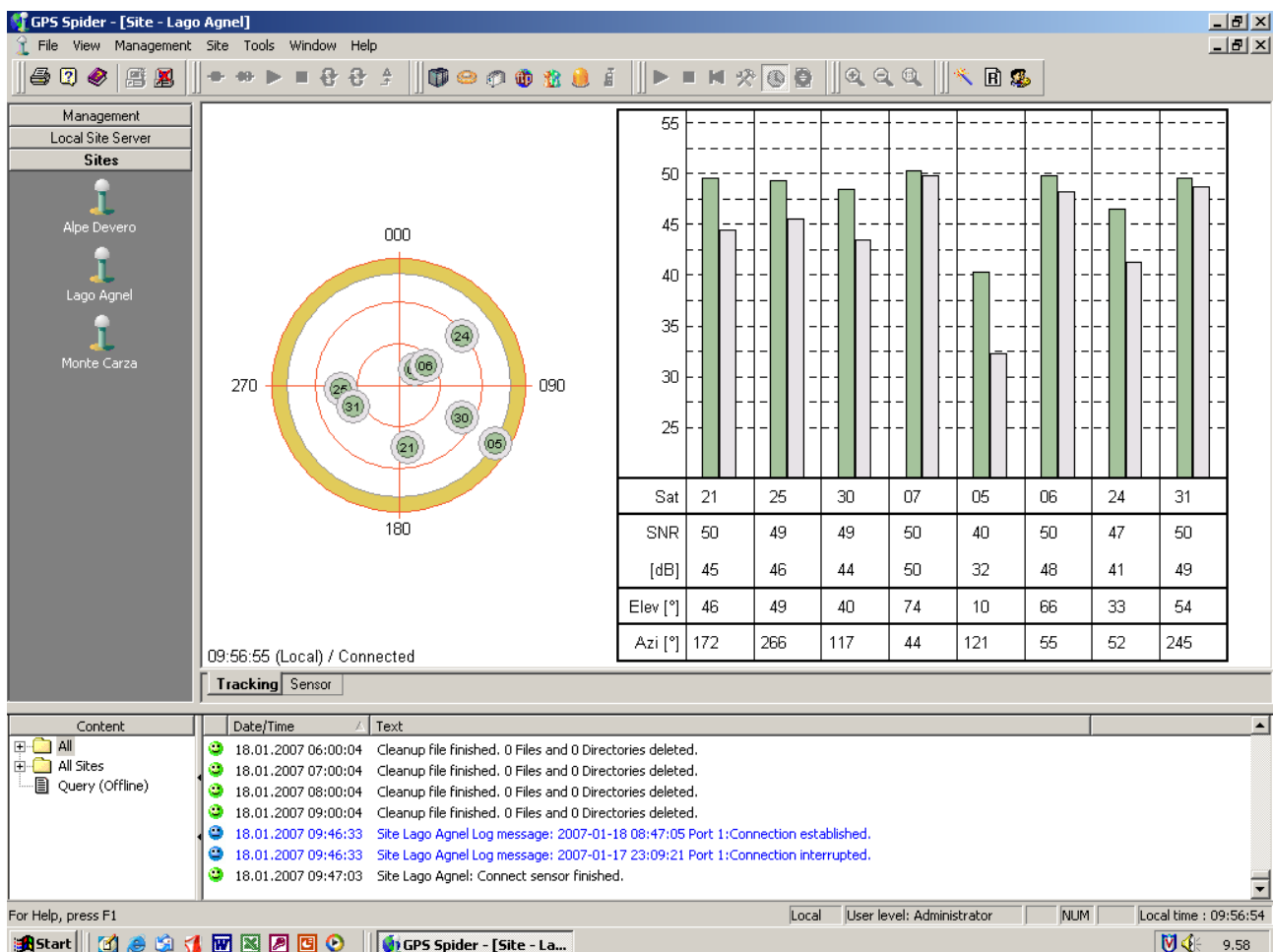
La stazione GPS permanente presso il Bric del Paluco

La gestione del sistema

I dati acquisiti e memorizzati in file giornalieri vengono gestiti dal software Leica "Spider". Tale applicativo consente, tramite il collegamento in remoto alle cinque stazioni permanenti, di verificare il corretto funzionamento dei ricevitori, di settare le varie funzionalità nel modo più opportuno e di trasferire i dati in modo automatico ad un server centrale, situato presso la sede del Centro Regionale per le Ricerche Territoriali e Geologiche.

La trasmissione dei dati dalle stazioni al server centrale avviene, giornalmente ad orari prestabiliti, con le seguenti modalità:

- Alpe Devero: tramite linea telefonica;
- Monte Carza: tramite modem GSM;
- Lago Agnel: tramite modem GSM;
- Osservatorio Astronomico: tramite linea telefonica ADSL;
- Bric del Paluco: tramite linea telefonica.



Software Leica "Spider" - Sky Plot e diagramma di qualità di una delle stazioni (Lago Agnel)

Aspetti operativi

In fase di individuazione dei siti deputati ad ospitare le stazioni permanenti non si sono riscontrati particolari problemi operativi.

L'idoneità dei siti ad accogliere i manufatti sui quali sono stati installati i ricevitori GPS e le relative antenne è stata verificata in tempi relativamente brevi.

Nondimeno molto sollecitate sono state le Amministrazioni Pubbliche locali nel fornire le necessarie autorizzazioni per la realizzazione delle opere richieste.

La realizzazione dei pilastri è stata volutamente affidata ad imprese del posto, che hanno ultimato l'opera rapidamente ed, allo scopo di ridurre al minimo l'impatto ambientale, hanno utilizzato materiale in prevalenza locale.

COMUNE	Inizio costruzione pilastro	Termine costruzione pilastro	Messa in funzione stazione
Pino T.se	11/11/2004	16/11/2004	07/06/2005
Trarego/Viggiona	06/06/2005	05/07/2005	25/08/2005
Baceno	27/06/2005	15/07/2005	01/09/2005
Ceresole Reale	30/06/2005	05/07/2005	30/08/2005
Paroldo	18/09/2006	21/09/2006	estate 2007

Tabella riassuntiva delle varie fasi di realizzazione



Lavori di esecuzione dei manufatti a Trarego/Viggiona ed a Pino T.se

Attività e diffusione dei dati

Il Progetto deve il suo successo alla collaborazione tra istituti di ricerca, importanti programmi di istruzione e sensibilizzazione a livello internazionale, agenzie nazionali e governative e uffici pubblici regionali.

La strategia di progetto si individua nella struttura transnazionale della collaborazione che coinvolge geoscientiati e utenti finali, fornendo strumenti eccellenti per la formazione incrociata e l'interazione tra impiegati regionali e giovani scienziati.

Il Progetto, finalizzato alla riduzione dei rischi naturali, concerne diversi aspetti quali la deformazione crostale con potenziale sismico, la meteorologia, il monitoraggio dei fenomeni franosi, l'agricoltura, la navigazione, i trasporti, la cartografia ed il rilievo topografico.

Attualmente i dati acquisiti dalle quattro stazioni permanenti attive dell'Agenzia vengono trasmessi ad un server generale gestito, per conto dell'Università degli Studi di Trieste (capofila del Progetto), dalla Società GalileianPlus dove, contestualmente a quelli provenienti dalle altre stazioni distribuite sull'arco alpino, si procede ad un controllo di qualità, alla loro elaborazione e successivamente all'archiviazione, in attesa della loro utilizzazione per gli scopi specifici del progetto e degli altri impieghi ritenuti opportuni dagli Enti proprietari.

Obiettivo del Centro Regionale per le Ricerche Territoriali e Geologiche é di mettere questi dati a disposizione degli operatori del settore. A questo scopo è in fase di studio la realizzazione di un apposito servizio di fruizione dei dati via Web che permetterà a Amministrazioni Locali, Enti Pubblici, società private e professionisti lo scarico di tali dati. Si prevede infatti di individuare all'interno del sito ARPA un apposito spazio nel quale collocare i files ottenuti dalle operazioni di post-processamento, secondo una architettura/struttura ancora da definire, al quale potranno accedere i succitati soggetti secondo prestabilite modalità.