

L'utilizzo di GRASS in archeologia.

di

Alessandro Bezzi, Luca Bezzi, Denis Francisci, Rupert Gietl

Gruppo Arc-Team
www.arc-team.com

Sommario

Nel presente contributo verranno illustrate alcune delle principali potenzialità del software GRASS impiegate nel campo dell'archeologia e della tutela dei beni culturali. Attraverso l'esposizione di quattro concreti casi di studio saranno evidenziate alcune delle funzionalità del programma applicate a vari campi d'intervento, da quelli più speculativi, legati alla ricerca, a quelli più diretti, quali lo scavo o il survey. L'utilizzo di GRASS verrà così analizzato nei quattro momenti fondamentali dell'indagine archeologica, ossia la raccolta, l'elaborazione, l'analisi e la divulgazione dei dati.

1. Introduzione

Da alcuni anni ormai il GIS è diventato uno strumento fondamentale anche in campo archeologico. La possibilità di una gestione dei dati territoriali a scala variabile e la struttura “aperta” di tale strumento sono due delle caratteristiche più apprezzate dai tecnici e dagli studiosi che lavorano in questo ambito.

L'archeologia, inoltre, è una scienza fortemente interdisciplinare e necessita di conoscenze derivanti anche da altri campi di studio (statistica, geologia, mineralogia, etc.); di conseguenza l'archeologo si trova spesso a doversi confrontare con notevoli quantità di dati di varia forma e di diversa provenienza.

Attraverso i sistemi GIS queste informazioni possono essere inserite in un contenitore unico che permette non solo di storarle e conservarle, ma anche di studiarle ed elaborarle ai fini della ricerca.

Il GIS si rivela, quindi, un ottimo strumento che consente, da un lato, di “territorializzare” i dati inserendoli in un sistema di coordinate x,y,z, dall'altro di gestirli ed analizzarli in maniera coerente ed univoca.

A questo scopo, però servono software particolarmente potenti e versatili: per la nostra esperienza, GRASS si è rivelato un software GIS di altissimo livello, che ha risposto in maniera ottimale alle nostre specifiche esigenze.

2. Approccio multiscale al territorio

Caratteristica fondamentale di un GIS, come detto, è la possibilità di gestire i dati territoriali ad una scala variabile. GRASS ha permesso di raccogliere ed analizzare informazioni a più livelli:

1. livello “macro” (a piccola scala): utile nel caso di ricerche su grandi aree, survey sul territorio, progettazione di parchi o percorsi turistico-culturali, tutela e monitoraggio dei beni artistici ed archeologici, ecc...
2. livello “intermedio”: adatto allo studio ed alla documentazione di scavo di singoli siti archeologici, o alla documentazione architettonica di specifici monumenti.
3. livello “micro” (a grande scala): particolarmente indicato per attività di laboratorio, come lo scavo microstratigrafico di particolari depositi archeologici, legati all'ambito funerario (sepulture in fossa, urne cinerarie, ecc...), domestico (focolari), sacrale (favisse), etc.

Tra le qualità più evidenti di GRASS meritano sicuramente un accenno la potenza nel gestire file anche molto pesanti e la versatilità nel passare velocemente da una scala all'altra. Estremamente vantaggiosa ai fini della ricerca archeologica si rivela la particolare interfaccia grafica che, impostata su un sistema a finestre multiple, permette la visualizzazione simultanea di realtà appartenenti a livelli diversi. Lavorando in questo modo si ha la possibilità di studiare ogni evidenza antropica all'interno dello specifico territorio in cui si è formata arrivando ad un grado di ricostruzione storica molto più completo.

Come si può osservare in *figura 1*, nelle finestre di GRASS viene

visualizzato lo stesso sito a tre differenti grandezze scalari. Da una parte (livello micro) la struttura muraria viene studiata nelle sue componenti (singolo muro, crollo ...) in modo da ricostruire la pianta originale e le modalità di abbandono e distruzione; dall'altra (livello macro) l'edificio viene contestualizzato

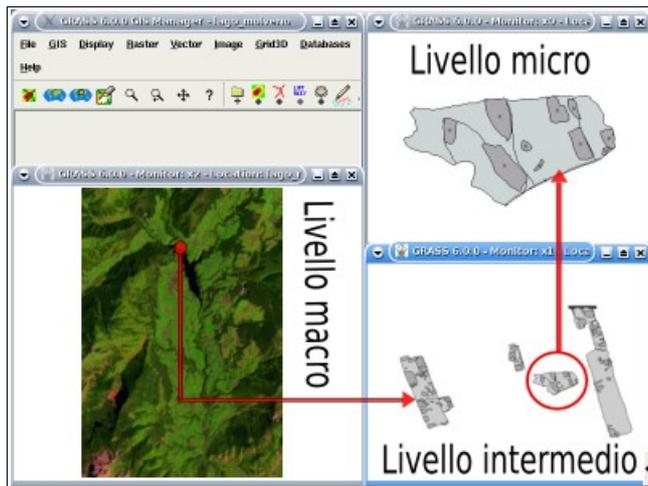


figura 1: visualizzazione multiscale in GRASS

all'interno del suo territorio osservando soprattutto i rapporti con la viabilità, la vicinanza alle risorse (acqua, materiali da costruzione ...) e la presenza di altri insediamenti che ci permettono di ricostruire – a livello ipotetico – le vicende del popolamento umano in quell'area e nel periodo di vita del sito.

3. Il GIS, un sistema aperto

Un'altra importante peculiarità del GIS è quella di configurarsi come un sistema “aperto”. Grazie a questa caratteristica una grande quantità di informazioni, di natura anche molto diversa tra loro, può essere inserita in un unico archivio. E' possibile in tal modo gestire i dati derivanti da tutte le scienze cui l'archeologia si appoggia sia in fase di documentazione, sia in

fase di analisi (figura 2).

Inoltre la struttura aperta permette di mantenere un approccio dinamico rispetto agli elementi raccolti, rendendo possibile un continuo aggiornamento del sistema. Si possono, ad esempio, eliminare i dati ritenuti obsoleti o ridondanti, inserire informazioni raccolte in campagne precedenti, utilizzare materiale proveniente da archivi storici (piante e disegni di scavi ottocenteschi,



figura 2: GRASS al centro della ricerca archeologica

cartografia storica, ecc...), aggiungere dati ricavati da nuove ricerche, etc.

Anche in questo caso le diverse funzionalità di GRASS rispondono egregiamente a tali esigenze: il collegamento con database esterni (postgresql, mysql, etc.) e con altri software (ad es. i software di statistica) permette una gestione dinamica del dato, continuamente aggiornabile, ed un'analisi integrata ad altre discipline scientifiche.

Tutto ciò troverà esemplificazione nei casi sotto-riportati.

4. Casi di studio:

4.1 Il Rilievo architettonico (raccolta, elaborazione, analisi e divulgazione dei dati)

Durante il progetto di documentazione dell'eremo di S. Gallo¹, presso Cagnò (Trento, Italia), sono state testate le effettive potenzialità di GRASS nel campo del rilievo architettonico. Tale lavoro è stato realizzato tramite la raccolta diretta dei dati, mediante stazione totale, associata a tecniche digitali di stereorestituzione fotogrammetrica. GRASS ha costituito il software in cui sono andate a confluire tutte le informazioni registrate. La sua stessa struttura ha semplificato il lavoro di organizzazione dei dati: in un'unica *location* sono stati creati diversi *mapset* relativi a diversi tipi di informazioni (es: planimetria del sito, rilievo degli alzati, stratigrafia muraria, ecc...). Ma l'utilizzo di GRASS in questo lavoro non si è limitato solamente al puro e semplice stoccaggio delle informazioni; il programma è stato usato anche in maniera "attiva", intendendo con questo termine, da un lato, l'elaborazione dei dati attraverso i *tool* di analisi implementati nel software, dall'altro la loro esportazione per finalità divulgative.

1 Il progetto nasce dalla collaborazione di Arc-Team con il Comune di Cagnò (TN), la Soprintendenza per i Beni Archeologici e la Soprintendenza per i Beni Architettonici di Trento. I risultati scientifici del progetto sono esposti in una completa relazione disponibile all'indirizzo www.arc-team.com/html_it/Archeologia_it_progetti_SanGallo.html

Come si può osservare in *figura 3* il modulo *i.rectify* permette la rettificazione e georeferenziazione di immagini. Tutte le fotografie di facciate e superfici murarie dell'eremo di S. Gallo sono state trasformate e localizzate nello spazio grazie a questo *tool*. Il passaggio successivo è rappresentato in *figura 4*,

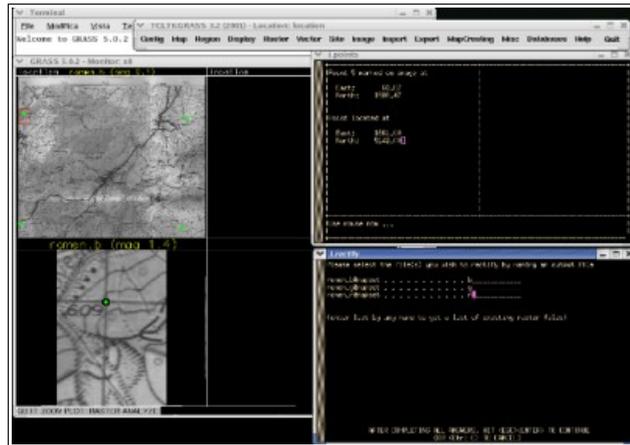


figura 3: i.rectify, il modulo di georeferenziazione

dove viene riproposto uno dei momenti di utilizzo del modulo *v.digit*, strumento di vettorializzazione manuale di immagini raster georeferenziate. La *figura 5* mostra il risultato finale: nei quattro monitor di GRASS sono caricati la foto, il disegno digitale, l'analisi dei materiali (con colori diversi vengono evidenziati gli elementi costitutivi del lacerto di muro quali la malta, l'intonaco, la sottopreparazione e la pietra calcarea) e l'analisi stratigrafica di una facciata dell'eremo (anche in questo caso, con differenze cromatiche vengono indicati gli elementi appartenenti a diverse fasi di vita del sito: in azzurro il muro originale, in blu il tamponamento di una porta).

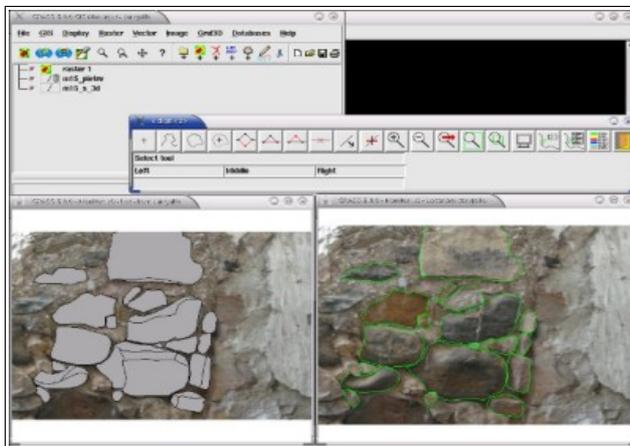


figura 4: v.digit, il modulo di disegno vettoriale

L'applicazione di un software GIS ad elementi non propriamente territoriali, come i muri, ha consentito di effettuare altre interessanti analisi, relative alla storia del sito. Uno dei muri dell'eremo di S. Gallo si presentava letteralmente ricoperto di scritte e firme, molte delle quali datate. Ognuna di esse è stata trascritta, registrata in un database (*mysql* e

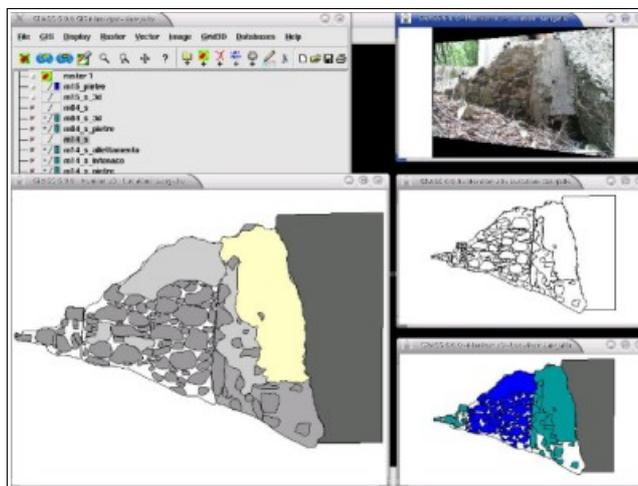


figura 5: foto, disegno digitale e analisi stratigrafica di una facciata dell'eremo di S. Gallo

dbf) e misurata nella sua posizione relativa x,y. Attraverso GRASS è stato possibile inserire questi elementi nel GIS e sfruttare le potenzialità di quest'ultimo per ulteriori ricerche. Ad esempio, grazie alle funzioni di *query* presenti in GRASS, sono stati isolati diversi cluster di scritte (gruppi accomunati da stesso cognome, stessa data, stesso materiale, etc.) che hanno permesso analisi sui gruppi familiari, sui periodi di frequentazione del sito, etc. Inoltre, mediante *query* basate sulla variabile y della posizione di ogni scritta, è stato possibile individuare alcune fasce d'altezza, in cui i diversi gruppi di firme si inserivano, e di datarle tramite l'interrogazione al database. Ciò ha permesso di ipotizzare il tasso di accrescimento del terreno nel corso del XIX secolo ed un probabile evento di asporto databile alla prima metà del XX secolo (figura 6).

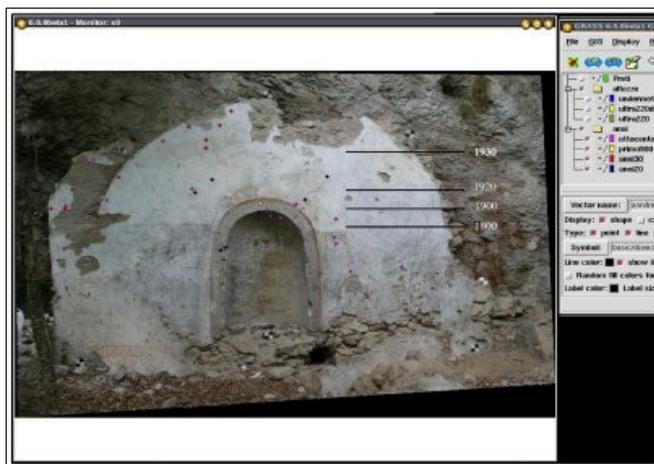


figura 6: risultati di query in GRASS

Uno dei problemi maggiori in cui, nel passato, ci si era spesso imbattuti utilizzando GRASS era legato alla creazione dei layout di stampa: pur possedendo il software dei *tool* appositi, non era sempre facile giungere ad una buona impaginazione per la stampa dei progetti. La difficoltà è stata risolta con l'ultima versione di QGIS, ancora in via di sviluppo durante lo svolgimento del VI Meeting degli utenti italiani di GRASS –

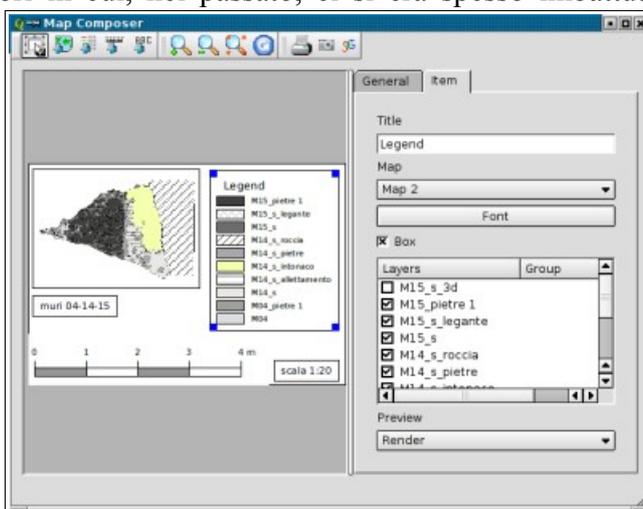


Figura 7: tool di stampa di QGIS

Roma 2005, ma finalmente rilasciata durante la stesura di questo articolo. Questo software, facilmente interfacciabile con GRASS, oltre ad importare e visualizzare rapidamente dati e funzioni dallo stesso GRASS, possiede un efficace modulo per la realizzazione di layout di stampa. La figura 7 presenta una delle fasi di utilizzo del *tool* in questione.

Durante il lavoro di documentazione architettonica sono stati utilizzati altri *tool* di GRASS, solitamente adoperati nelle analisi territoriali: si fa riferimento in particolare ai *tool* per la gestione dei raster 3d, ossia i DEM.

Nel caso di San Gallo è stato realizzato, tramite misurazione con stazione totale e software STEREO, il modello digitale di uno dei muri dell'eremo. Con la funzione di GRASS *d.profile* sono stati realizzati profili automatici della superficie muraria, i quali hanno permesso di evidenziare e misurare i salti di quota lungo le linee indagate. Ancor più utile, a questo fine, è stato l'utilizzo del modulo *r.contour*, col quale sono state calcolate le isoipse della superficie visibile: queste hanno messo in evidenza i micro-dislivelli della facciata muraria. Il dato risulta molto importante in sede di restauro, permettendo di tener conto di tale caratteristica, nel progetto di ristrutturazione. In *figura 8* sono visualizzate le isoipse al di sopra del modello digitale.

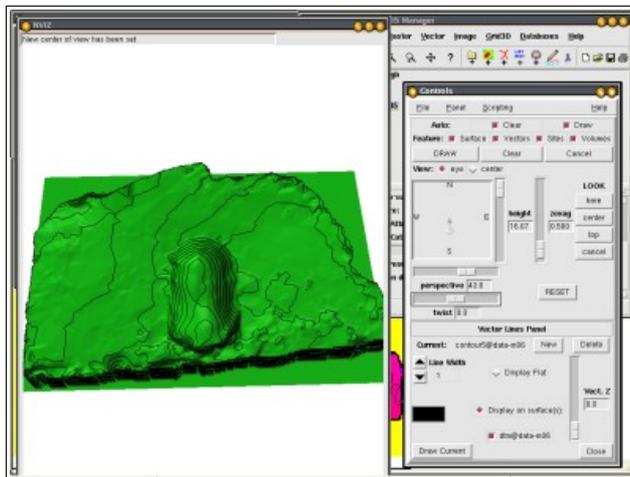


figura 8: isoipse e modello digitale di un muro caricati in nviz

A questo proposito va sottolineato come il modulo di visualizzazione *nviz* si sia dimostrato estremamente potente nel caricare e nel gestire velocemente i modelli tridimensionali dei muri, oltre che nel sovrapporre al DEM l'immagine rettificata, come illustrato in *figura 9*.

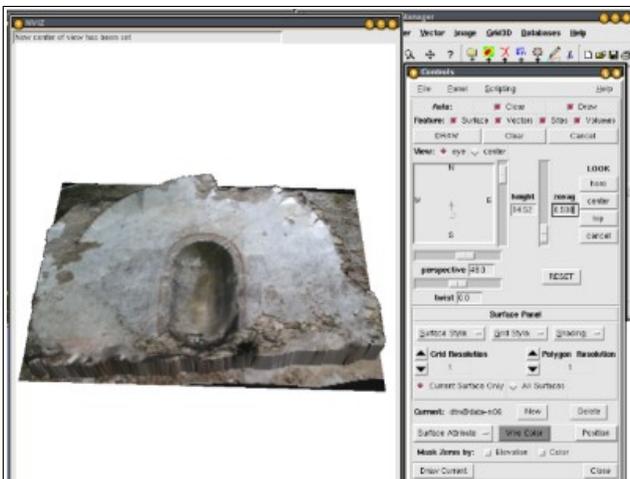


figura 9: modello tridimensionale di un muro caricato in nviz

Le stesse funzioni, testé illustrate, sono state sfruttate anche per analizzare il modello digitale del terreno su cui giace l'eremo di San Gallo (DEM realizzato con stazione totale), come si può osservare in *figura 10*. Profili

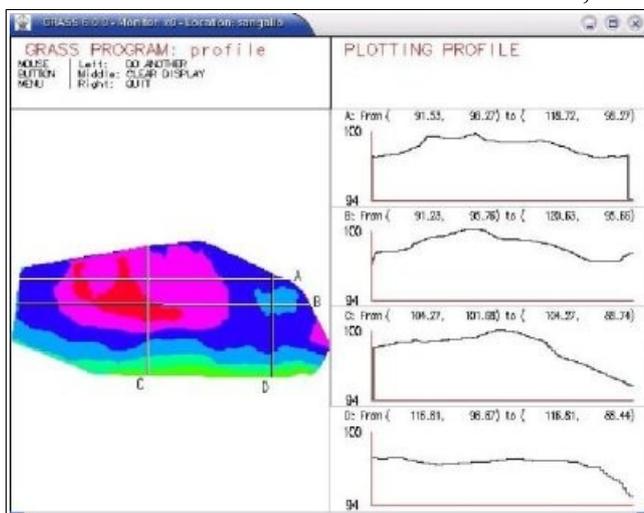


figura 10: gestione del DEM dell'area con il modulo nviz

automatici e *contour lines* hanno permesso di mettere in evidenza alcune prominenze del terreno, le quali, potrebbero essere quasi certamente la traccia superficiale di muri sepolti.

Concludendo possiamo affermare che circa l'ottanta per cento del lavoro di documentazione architettonica è stato svolto all'interno di GRASS: un risultato notevole se pensiamo che si tratta di un software GIS nato per analisi territoriali e qui applicato in un campo del tutto diverso. La versatilità del programma, però, permette di adattarlo anche a condizioni apparentemente lontane dagli scopi per cui è stato progettato.

L'unica lacuna è stata riscontrata nella mancanza di un modulo interno di stereorestituzione, sul modello del software ERDAS. L'eventuale implementazione di tale modulo permetterebbe la creazione di DEM direttamente all'interno del programma, la misurazioni di elementi a 3 coordinate, etc. con enormi vantaggi sia nella gestione che nella visualizzazione dei dati.

4.2 Documentazione di scavo (raccolta, elaborazione, analisi e divulgazione dei dati)

Come in una campagna di rilievo architettonico GRASS è fondamentale nell'elaborazione dei dati e nella conservazione di questi, ugualmente accade in uno scavo archeologico. Durante il lavoro di tesi di uno degli autori, riguardante lo scavo microstratigrafico in laboratorio di due sepolture, si era reso indispensabile non solo l'utilizzo di un GIS, ma anche di programmi di fotoraddrizzamento e vettorializzazione di immagini raster. Il fatto di poter soddisfare tutte le esigenze all'interno di un unico software e all'interno di un unico ambiente di lavoro (GNU/Linux), oltre a motivi ideologici legati alla divulgazione libera di idee, dati e programmi, è stato alla base della scelta di GRASS. Ma la possibilità di poter utilizzare programmi commerciali acquistati dall'Università sotto diverso ambiente (Windows) ha reso più interessante il lavoro permettendo un continuo confronto tra le due tipologie (e filosofie) di software.

Come detto, le operazioni di georeferenziazione, disegno vettoriale e divulgazione sono uguali sia per la documentazione architettonica che per lo scavo archeologico: anche in questo secondo ambito, infatti, si sono rivelati ottimi i *tool* di GRASS *i.rectify*, *v.digit*, ecc., precedentemente descritti. Stesso discorso vale per il *tool d.profile*, che, come abbiamo visto, può essere utilizzato per creare automaticamente profili delle superfici tridimensionali. In campo archeologico tale funzione è decisamente importante. Infatti, lo scavo, in genere, procede attraverso l'individuazione di una serie di strati di terreno (unità stratigrafica), l'uno sottostante all'altro: sulla *testa* (superficie superiore) di ogni strato viene misurato il profilo, ossia i dislivelli che si trovano su una linea predefinita; alla fine, tutti i profili uniti producono una sezione cumulativa dell'area scavata. E' chiaro che GRASS, generando linee di sezione automatiche, permette di sostituire e velocizzare il lavoro a mano.

Nel settore dello scavo archeologico, le potenzialità di GRASS si sono manifestate in maniera ancor più decisa in quei *tool* più propriamente tipici dei sistemi GIS, in particolare quelli relativi al collegamento coi database esterni (*db.connect*, *v.to.db*, *v.in.db*, ecc.). Tutti i reperti trovati durante le operazioni di scavo sono

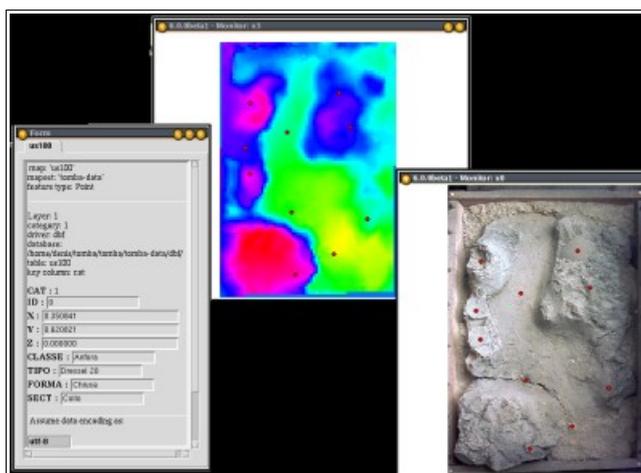


figura 11: interrogazione del database in un GIS di scavo

stati registrati nella loro posizione x,y,z e catalogati all'interno di database *postgres* e *dbf*; questo consente, in primo luogo, di localizzare con punti la posizione esatta di ogni reperto all'interno del GIS, sulle foto rettificata e sulle piante; in secondo luogo il collegamento con il database permette di accedere alle informazioni contenute negli archivi direttamente da GRASS, in modo da avere a disposizione, immediatamente e per ogni punto, tutti i dati disponibili (figura 11).

Sempre in ambito di scavo, un altro strumento di GRASS si è dimostrato particolarmente utile: *r.mapcalc*. Tale funzione permette di sottrarre tra loro due modelli digitali (DEM) rappresentanti la superficie di due strati di terreno contigui (strato superiore meno strato inferiore); il risultato è un altro DEM che riproduce lo spessore

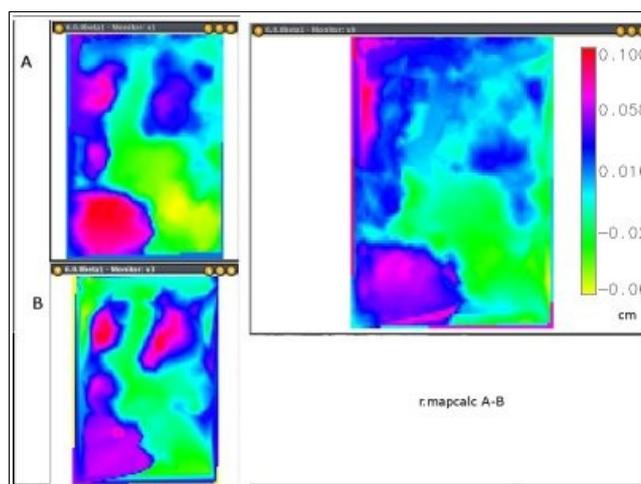


figura 12: calcolo dello spessore di strato con *r.mapcalc*

dell'unità stratigrafica asportata, o meglio la quantità di terreno che in ogni punto è stata levata. Come si nota in figura 12, la legenda cromatica laterale permette di conoscere e localizzare il tasso di approfondimento dello scavo e di conseguenza la *potenza*² di strato in qualsiasi posizione.

In campo archeologico ciò costituisce un'innovazione eccezionale rispetto al metodo tradizionale: infatti, mentre il vecchio sistema registra la dimensione Z dell'unità stratigrafica solo lungo una linea di sezione predefinita, il DEM creato da *r.mapcalc* permette di misurare in ogni punto dello strato il suo spessore. Ciò, oltre a fornire un'informazione più completa, consente ulteriori analisi e permette di avanzare ipotesi sulle dinamiche formative del deposito.

2 Potenza è termine tecnico per indicare le spessore.

4.3 Analisi territoriali.

Le funzioni più proprie di un software GIS, quelle relative all'analisi territoriale, si sono dimostrate decisamente utili anche in quei lavori archeologici che hanno come oggetto di ricerca proprio il territorio. In particolare GRASS è stato utilizzato per un progetto – ancora in corso di svolgimento da parte di uno degli autori – relativo ai siti dell'età del Bronzo collocati su una dorsale montana della Val di Non³ (Trento, Italia).

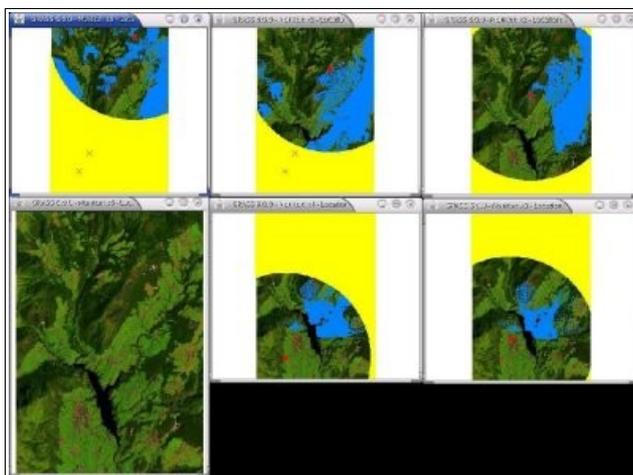


figura 13: analisi di visibilità dei siti

Oltre alle già citate funzioni di rettificazione, posizionamento dei siti, collegamento al database, sono stati utilizzati alcuni tool di analisi territoriale quali *r.los* per la visibilità dai siti, *r.slope.aspect* per pendenze ed esposizione solare, *v.voronoy* per il calcolo dei poligoni di Thiessen (figura 13). La combinazione dei dati risultanti da tali analisi ha permesso di avanzare nuove ipotesi sulle aree di influenza dei siti, sulle dinamica intra- ed inter-site, sui rapporti con il territorio (sorgenti, bacini di risorse, etc.). Partendo da questi dati, con ulteriori future analisi si cercherà di creare una mappa di predittività archeologica, che consenta di individuare altri siti della stessa epoca nella medesima pertinenza.

In relazione a questo progetto di studio sul territorio è stato sperimentato, anche se in via del tutto preliminare, il tool di *nviz* che consente la creazione di voli (*fly-through*) e filmati sul modello digitale del terreno (*animation panel*).

Lo stesso strumento è stato testato oltre che sul DEM del territorio, anche sui modelli del muro di San Gallo ed ha prodotto buoni risultati.

Il tool di *nviz* appare molto utile ai fini della divulgazione pubblica dei dati e di una presentazione accattivante dei progetti. I filmati realizzati possono trovare ampia diffusione soprattutto nell'ambito della progettazione di parchi e percorsi turistico-culturali, rivolti ad un pubblico ampio e vario .

4.4 Prospezioni geoelettriche (raccolta, elaborazione, analisi dei dati)

Il lavoro dell'archeologo può trovare nelle prospezioni geofisiche un efficace strumento di conoscenza. Il maggior pregio di questa serie di tecniche è la possibilità di ricavare informazioni dal sottosuolo, riconoscendo eventuali strutture sepolte, senza arrecare danni al deposito archeologico (si tratta, infatti, di indagini “non invasive”). Un'accurata campagna di prospezioni

3 La ricerca è ancora in fase di realizzazione, per cui i dati sono ancora parziali e da valutare: già allo stato attuale comunque cominciano ad intravedersi interessanti novità relativamente alle scelte locazionali delle popolazioni dell'età del Bronzo nell'area indagata.

può portare alla conoscenza di un sito senza dover ricorrere ad uno scavo.

I dati prodotti sul campo, essendo legati ad un territorio e quindi provvisti di coordinate, sono facilmente inseribili in un GIS. Anche in questo caso sono state sfruttate le potenzialità di GRASS, prima fra tutte la possibilità di integrazione con il software di statistica R e con il database PostgreSQL. Per la prospezione sono state adottate soprattutto macchine

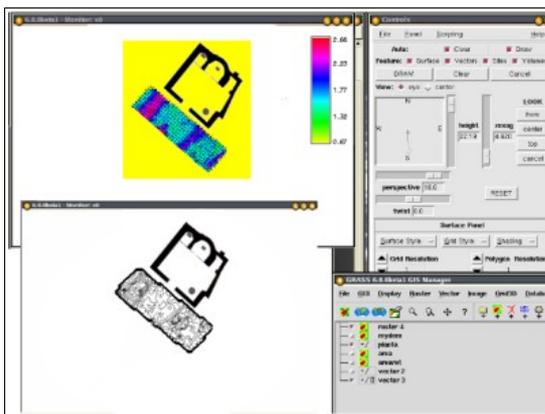


figura 14: realizzazione di mappe bidimensionali della resistività del sottosuolo

geoelettriche (RMS, Resistivity Measurement System) con le quali è possibile misurare le differenze di resistività del sottosuolo. Tale strumentazione è stata applicata nella campagna di indagine svolta a Romeno (TN) presso l'antico ospizio dei SS. Tommaso e Bartolomeo⁴. Secondo le fonti, la parte anteriore della chiesetta era stata demolita intorno al 1830; il progetto di prospezione geoelettrica era dunque volto a scoprire se una traccia di questi muri era ancora presente nel sottosuolo.

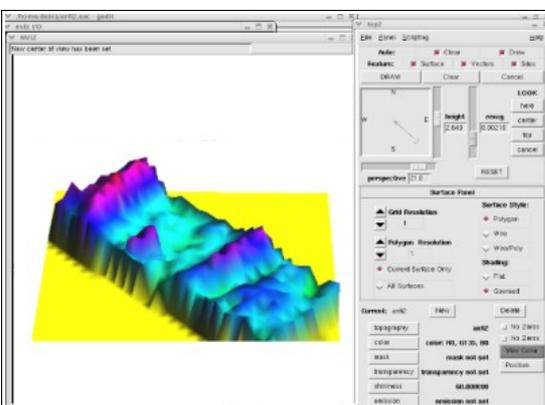


figura 15: modelli tridimensionali della resistività del sottosuolo

Riportando i dati geoelettrici in R e quindi in GRASS sono state realizzate mappe bidimensionali della resistività del terreno (isolinee, scala di grigio, colori...) e modelli tridimensionali della stessa (vedi figura 14 e 15). Successivamente, inserendo gli stessi dati in un database *postgres* (e *dbf*) collegato a GRASS ed utilizzando le possibilità di *query* di quest'ultimo, sono state isolate e localizzate tutte le anomalie che potevano riferirsi alla presenza di strutture sepolte. In particolare è stata notata la presenza di tre anomalie (vedi figura 16) che, partendo dalla facciata principale (ovest), andavano a combaciare con l'ideale prolungamento dei lati della chiesetta (nord, sud) e con un'altra possibile struttura laterale (campanile?).

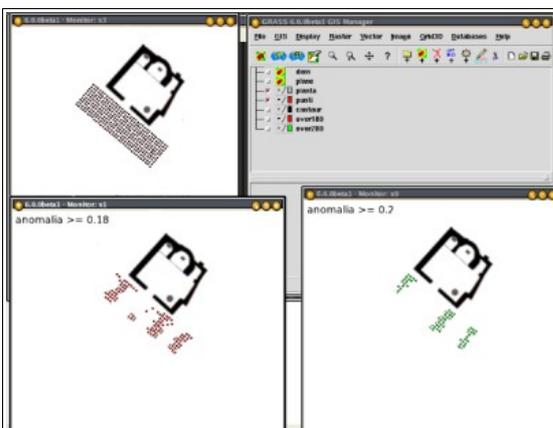


figura 16: isolamento delle anomalie riscontrate nel sottosuolo

4 I dati e le immagini presentati in questo articolo costituiscono elaborazioni ancora parziali e provvisorie.

Questi dati hanno consentito di ipotizzare la pianta dell'edificio nelle sue condizioni originali, ossia precedenti la demolizione.

5. Conclusioni

Nei vari ambiti in cui è stato testato, GRASS si è dimostrato un software adatto a rispondere alle diverse esigenze della moderna ricerca archeologica. Tra le qualità più apprezzate – oltre ai vantaggi economici ed ideologici ben noti a chi utilizza l'Open Source – vanno certamente menzionate la potenza, la velocità e la versatilità, nonché l'affidabilità e la stabilità del software. Ma, a nostro avviso, due sono le caratteristiche che rendono GRASS un ottimo software per l'archeologia e che lo distinguono da altri analoghi programmi: da un lato la possibilità, offerta a ciascun utente, di costruirsi in maniera autonoma moduli di analisi facilmente integrabili nel programma e funzionali alle proprie, peculiari necessità di ricerca; dall'altro la facilità di interazione con altri software che ne aumentano le capacità di calcolo come R, PostgreSQL, MySQL o ne facilitano l'utilizzo e la divulgazione dei dati come QGIS e MAPSERVER (figura 17).

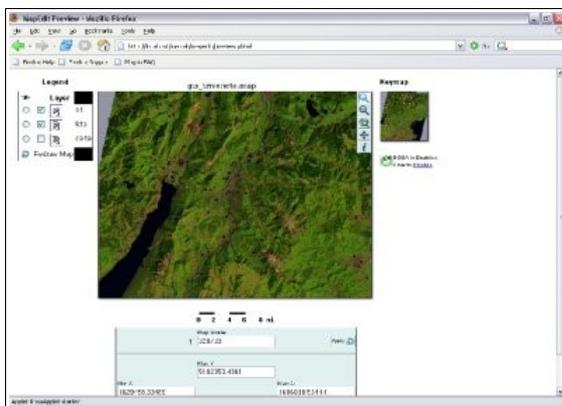


Figura 17: WebGIS con dati elaborati in GRASS

A conclusione vorremmo proporre tre possibili sviluppi futuri, cui in parte si è già accennato in precedenza:

1. la creazione di un modulo di stereorestituzione sarebbe certamente apprezzato da chiunque lavori nel campo della fotogrammetria aerea e della documentazione architettonica e archeologica. Una possibilità potrebbe essere costituita dall'implementazione in GRASS del software STEREO come modulo aggiuntivo. Tale applicazione⁵, creata da Paul Sheere, è ferma alla versione *beta* ormai da diversi anni, ma di recente è stata ripresa da alcuni programmatori americani. Vista l'utilità di questo software, sia nella documentazione architettonica che nell'analisi territoriale, la speranza è che esso venga potenziato e collegato strettamente a GRASS.
2. Un altro notevole vantaggio si potrebbe ricavare da un'eventuale integrazione GRASS – JUMP. Questo software possiede due caratteristiche decisamente utili per chi si deve confrontare quotidianamente con il disegno digitale e con la documentazione tramite stazione totale: un ottimo *tool* di disegno con la funzione *snap* verso punto e verso linea facilmente azionabile e la possibilità di modificare la geometria dello shape agendo direttamente, e dall'interno del programma, sulle coordinate.

⁵ E' possibile scaricare una versione del software dal sito <http://grass.itc.it/outgoing/> ed un breve tutorial dal sito www.arc-team.com/html_it/OpenSource_it_Tutorial.html

3. Infine un ulteriore sviluppo di GRASS potrebbe giungere dall'inserimento in *nviz* di un modulo che consenta di visualizzare la quarta dimensione sul modello di VIS5D o del *tool* presentato dal Gruppo RIADE in questo meeting. In ambito archeologico, infatti, la successione temporale, integrata alle coordinate spaziali, costituisce chiaramente un elemento fondamentale della ricerca.

La via del GIS in archeologia è stata aperta; ora a noi tocca percorrerla con una vettura adeguata e GRASS, in questo campo, potrebbe rappresentare la fuoriserie del futuro!

Bibliografia.

Bezzi A., Bezzi L., Francisci D., Gietl R., *Documentazione architettonica digitale dell'eremo di San Gallo presso Cagnò (TN)*, Romeno-Cles 2005, disponibile all'indirizzo:

www.arc-team.com/html_it/Archeologia_it_progetti_SanGallo.html

Forte M., *I sistemi Informativi Geografici in archeologia*, MondoGIS, Roma 2002.

Neteler M., Mitasova H., *Open Source GIS: a GRASS GIS approach*, Kluwer Academic Publisher, 2004.