

GIS e Telerilevamento per l'assistenza umanitaria. Applicazioni nel Programma Alimentare Mondiale

Lara Prades (*), Andrea Amparore (**)

(*) World Food Programme, Via Cesare Giulio Viola 68, 00148 Roma, 0665133107, lara.prades@wfp.org
(**) World Food Programme, Via Cesare Giulio Viola 68, 00148 Roma, 0665133263, andrea.amparore@wfp.org

Riassunto

I *Geographic Information Systems*, associati all'uso sempre più capillare dei sistemi di posizionamento e dei dati da Telerilevamento, sono ormai uno strumento insostituibile sia nelle attività di prevenzione delle catastrofi naturali che nel coordinamento delle azioni di risposta. Il *Programma Alimentare Mondiale (PAM)* è l'istituzione umanitaria delle Nazioni Unite che si occupa del supporto e dell'assistenza alimentare in caso di crisi. L'unità GIS ne supporta attivamente i vari interventi umanitari: alluvioni, siccità, cicloni ed eventi socio-politici sono classici esempi di situazioni fronteggiate dal *PAM* con l'ausilio dei GIS. In questo articolo sono riportati alcuni esempi rappresentativi, inseriti nella struttura indicata dal ciclo dei disastri.

Abstract

The *Geographic Information Systems*, associated with the increasing use of global positioning systems and remote sensing data, have become an invaluable tool, both in prevention of natural disasters and in the coordination of response actions. The *World Food Programme (WFP)* is the United Nations humanitarian organization responsible for the rapid intervention and long-term assistance in the event of a food crisis. The GIS unit actively supports the various humanitarian emergencies: floods, droughts, cyclones and socio-political events are classic examples of situations faced by *WFP* with the support of GIS. This paper goes through the main applications of GIS and Remote Sensing in the humanitarian context, showing some representative examples in the framework of the disasters cycle.

1. Introduzione

1.1. Le organizzazioni umanitarie

Le organizzazioni umanitarie hanno lo scopo di assistere le popolazioni colpite da guerre o da disastri naturali e di intervenire in croniche situazioni di povertà e degrado. Esistono numerose tipologie di organizzazioni: istituzionali e non governative, internazionali e locali, confessionali e laiche, d'impostazione professionista e a base volontaristica. Secondo le loro specificità esse rispondono alle emergenze più critiche fornendo aiuti umanitari che hanno lo scopo di salvare vite, alleviare situazioni di sofferenza, mantenere la dignità umana ed evitare che le situazioni già gravi possano precipitare ulteriormente. In questi casi, gli aiuti consistono solitamente in supporto logistico e assistenza sanitaria, fornitura di prodotti alimentari di prima necessità e organizzazione di eventuali campi profughi. Dopo gli interventi più urgenti, l'attività umanitaria ha l'obiettivo di favorire la ripresa economica successiva alla crisi attraverso il ripristino delle infrastrutture.

1.2. L'istituzione: il PAM

Il *Programma Alimentare Mondiale (UN WFP – United Nations World Food Programme)* è la più grande organizzazione umanitaria al mondo che si occupa di assistenza alimentare, e combatte la fame sia in caso di conflitti che di disastri naturali. Una volta conclusa la fase più acuta

dell'emergenza, l'attività del *PAM* consiste nell'aiutare le persone a ricostruire la propria vita e la struttura delle comunità in cui vivono. Il *PAM* è un'agenzia delle Nazioni Unite fondata nel 1962 e finanziata esclusivamente su base volontaria. Nel 2012 il *PAM* prevede di fornire assistenza alimentare a oltre 90 milioni di persone in 73 paesi. Gli obiettivi fondamentali del *PAM* sono quelli di salvare vite umane, salvaguardare i mezzi di sussistenza nelle emergenze, prevenire la fame acuta e la malnutrizione cronica, nonché investire nella prevenzione dei disastri naturali e nelle misure di attenuazione del loro impatto.

1.3. GIS e Telerilevamento

Come si è verificato in numerosi altri settori, anche nell'ambito umanitario il ruolo svolto dai *Geographic Information Systems* (GIS) è progressivamente aumentato d'importanza, unitamente ai dati derivati dai sistemi di posizionamento (GPS) e dalle informazioni raccolte tramite Telerilevamento. L'introduzione di queste tecnologie nelle operazioni umanitarie risale alla fine degli anni '90, e da allora i GIS sono uno strumento decisivo per l'analisi del territorio e il supporto decisionale. Grazie al progressivo sviluppo della tecnologia GIS, al potenziamento dei supporti hardware e all'avvento di dati e strumenti open source, le più recenti crisi umanitarie sono state teatro di un utilizzo massiccio dei GIS, sia da parte delle organizzazioni intervenenti sul posto che da parte di vaste *communities* a base volontaristica diffuse su scala globale. Il supporto dei GIS è necessario per le attività di preparazione e prevenzione delle crisi, attraverso le analisi della pericolosità dei fenomeni naturali, la vulnerabilità delle popolazioni esposte, e il relativo rischio al quale esse sono sottoposte. Unitamente ad informazioni ottenute tramite Telerilevamento, i GIS forniscono un notevole supporto anche nella fase immediatamente successiva al verificarsi della crisi, tramite la valutazione dei danni e la pianificazione delle possibili strategie di soccorso. L'accesso a database geografici (che includono tematismi quali strade, ponti, confini amministrativi, porti, ecc.) rende inoltre i GIS strumenti indispensabili per il coordinamento delle operazioni logistiche sul terreno. Tutti i risultati di queste attività sono infine rappresentabili cartograficamente, rendendoli usufruibili e interpretabili dagli utenti e dagli operatori sul terreno.

2. Attività dell'unità GIS del Programma Alimentare Mondiale

2.1. Ciclo dei disastri

Il ciclo dei disastri rappresenta il succedersi delle fasi di pianificazione, gestione e di reazione agli eventi calamitosi (Fig. 1). Si tratta di un modello di pianificazione ormai diffuso e utilizzato da tutti gli attori della gestione delle emergenze, dal livello locale a quello internazionale. La *prevention* è la prima delle fasi, e consiste nel prendere le misure necessarie per limitare i danni che possono essere provocati da un potenziale fenomeno naturale sulla popolazione e sulle infrastrutture, riducendo anche la possibilità di scarsità alimentari. In vista di un evento catastrofico imminente, la fase di *preparedness* è necessaria per compiere tutte le azioni e procedure atte ad assicurare una rapida e adeguata reazione alla crisi. In questo stadio del ciclo, s'individuano le risorse materiali e umane che saranno necessarie per fronteggiare la crisi e s'identificano le modalità per accedervi. Durante il verificarsi dell'evento, inizia la fase di *response*, con l'attivazione di sistemi d'allarme e delle procedure di evacuazione. Il supporto logistico è di primaria importanza per la messa in sicurezza della popolazione colpita, la distribuzione di generi di prima necessità e l'iniziale valutazione dei danni. Dopo l'immediata risposta alla crisi, il ciclo dei disastri prevede un'ulteriore fase, quella di *recovery*, che è finalizzata ad completo recupero dall'evento calamitoso sul lungo termine, la ricostruzione ed il rilancio dell'economia locale. Il passaggio a quest'ultima fase può avvenire in tempi variabili a seconda della severità dell'evento, dalle risorse del territorio e dal buon esito delle



Figura 1. Ciclo dei disastri.

fasi precedenti del ciclo. In seguito sono presentati alcuni casi in cui i GIS hanno svolto un ruolo chiave nelle fasi del ciclo dei disastri, mentre l'ultimo paragrafo è focalizzato sul supporto fornito dall'analisi geografica alla pianificazione dei programmi pluriannuali del PAM.

2.2. GIS in fase di *preparedness*

Durante questa fase è necessario raccogliere e analizzare il maggior numero possibile d'informazioni utili, che saranno necessarie per stabilire le priorità e utilizzare al meglio le risorse disponibili.

I risultati delle analisi svolte in questa fase sono cruciali per informare le unità logistiche presenti sul terreno sulle migliori aree in cui stoccare gli aiuti e i mezzi in vista di una futura minaccia naturale. Durante la fase di *preparedness* i quesiti chiave per una organizzazione umanitaria hanno spesso una forte accezione geografica, e le relative risposte possono essere supportate da analisi GIS di dati provenienti dal terreno o da Telerilevamento: quali sono le aree del Paese

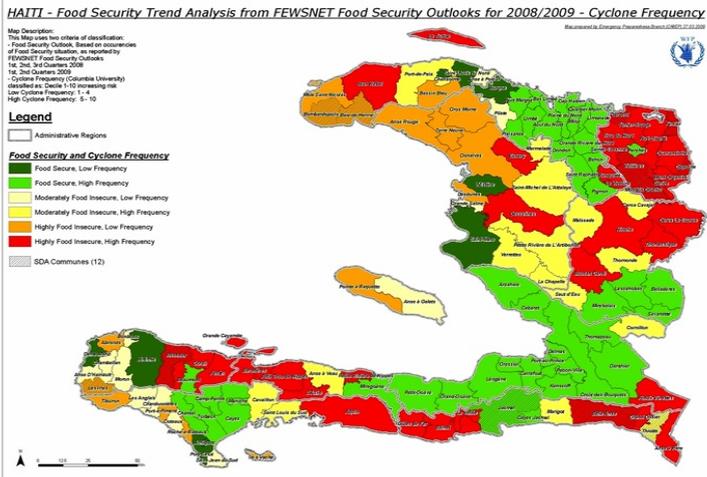


Figura 2. Haiti - Insicurezza alimentare e frequenza dei cicloni.

con maggior insicurezza alimentare? Quante volte le diverse categorie di eventi calamitosi si sono abbattute sul Paese, e in quali aree? Com'è distribuita la popolazione sottoposta a calamità naturale, e quali infrastrutture sono da considerare a rischio? L'approccio geografico delle decisioni prese in fase di *preparedness* permette di focalizzare l'attenzione sulle aree che hanno subito il maggior numero di eventi in passato. Infatti, quando gli eventi si presentano in rapida successione, le popolazioni colpite perdono progressivamente la capacità di resilienza per il ripristino delle condizioni precedenti all'evento. Il primo esempio di utilizzo dei GIS riguarda la preparazione della stagione delle piogge ad Haiti, dove l'identificazione delle aree di priorità è supportata da un prodotto cartografico sulla sicurezza alimentare e sulla frequenza dei cicloni (Fig. 2). La mappa mostra quali siano le aree soggette sia a insicurezza alimentare sia a un alto rischio di cicloni, aree quindi ad alta priorità per gli interventi di *preparedness*. Il secondo esempio è la mappa delle inondazioni

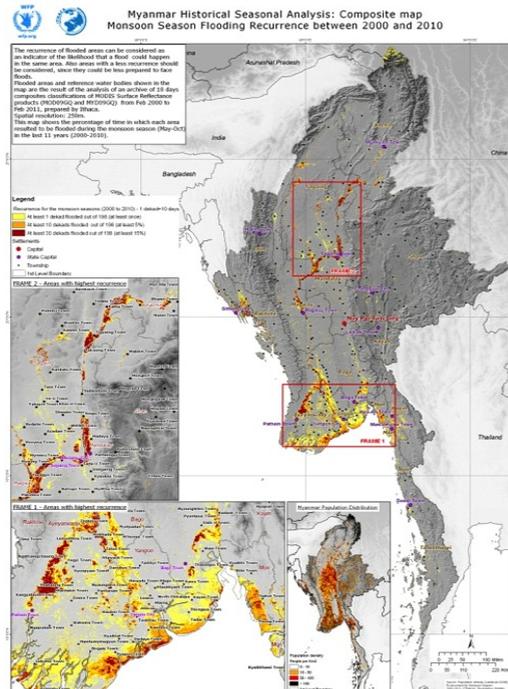


Figura 3. Myanmar - Analisi di frequenza d'inondazione.

degli ultimi 12 anni realizzata in vista della stagione dei monsoni in Myanmar nel 2011 (Fig. 3). Questa mappa mostra la percentuale di tempo in cui ogni area è stata inondata durante la stagione delle piogge (maggio - ottobre) nel periodo considerato, rappresentando in giallo le zone a bassa ricorrenza e in marrone quelle ad alta. La ricorrenza delle inondazioni in una certa zona può infatti essere considerata come un indicatore della probabilità che la stessa area possa essere colpita da altre inondazioni nel futuro, permettendo così di prendere le dovute precauzioni in termini di stoccaggio di materiali e risorse. La frequenza d'inondazione è stata calcolata analizzando l'archivio di 12 anni di classificazioni composite di 10 giorni, ricavate da *ITHACA* (*Information Technology for Humanitarian Assistance, Cooperation and Action*) a partire da immagini *MODIS Surface Reflectance* (Disabato F., Prades L., 2012).

2.3. GIS in fase di *response*

Al verificarsi di una crisi, i GIS sono utilizzati per la mappatura rapida delle zone colpite dallo shock e per la stima della popolazione coinvolta e della condizione alimentare; si procede quindi con il continuo monitoraggio della situazione (con dati da Telerilevamento o da operatori sul terreno) e la mappatura delle infrastrutture, necessaria per un efficiente coordinamento logistico. Grazie al supporto dei GIS, è possibile stimare rapidamente il numero di shocks subiti in passato dalla stessa popolazione, il livello di degrado ambientale precedente all'evento e le condizioni della rete d'infrastrutture.

2.3.1. NDVI come indicatore d'impatto della siccità.

Il PAM è solito gestire differenti tipologie di catastrofi naturali, comprese le siccità e le conseguenti carestie. Le regioni del Corno d'Africa e del Sahel hanno sofferto dei periodi di siccità particolarmente intensi (verificatisi rispettivamente tra il 2010 e il 2011 e tra il 2009 e il 2010) che hanno provocato profonde conseguenze sulla sicurezza alimentare delle relative popolazioni. Le zone colpite erano di difficile accesso e caratterizzate da una situazione socio-politica particolarmente instabile. Per pianificare una mirata risposta all'emergenza, l'identificazione delle aree in cui la siccità ha avuto il maggiore impatto è stata possibile grazie all'analisi dell'indice *NDVI* (*Normalized Difference Vegetation Index*) della stagione di crescita della vegetazione, il quale fornisce una stima quantitativa della copertura vegetale e del suo stato fenologico. Tale indice è definito come il rapporto tra la semidifferenza e la semisomma tra i canali visibile e vicino infrarosso, ed è utilizzato per misurare indirettamente l'intensità della siccità in base ai suoi diretti effetti sulla crescita stagionale della vegetazione. L'analisi ha confrontato dati d'immagini composite decadali *SPOT-VGT* del periodo di crescita della vegetazione con i dati della stessa stagione degli anni precedenti.

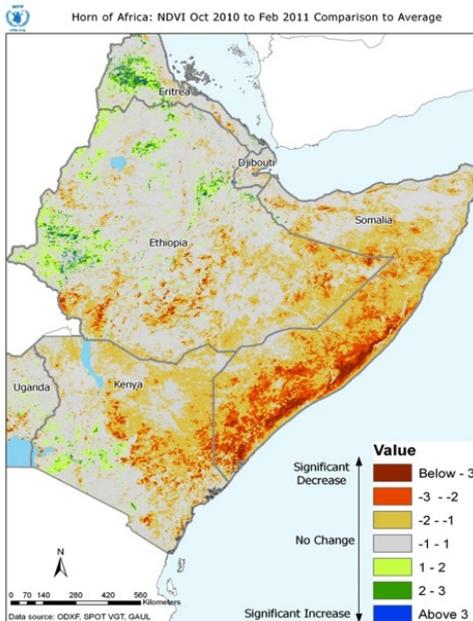


Figura 4. Corno d'Africa - Analisi dell'indice NDVI rispetto a un periodo di riferimento.

$$Z_{NDVI} = \frac{NDVI_t - \overline{NDVI}}{\sigma_{NDVI}}$$

La differenza tra i valori di NDVI della stagione considerata e il valore medio del NDVI dello stesso periodo negli anni precedenti (1998-2010), indica quanto tale stagione si discosti dalla media. Dividendo la differenza per la deviazione standard si compara questa variazione con la variabilità annuale dell'indice NDVI, per evitare di sovrastimare la gravità dei cambiamenti.

Nella mappa riportata come esempio (Fig. 4), i valori compresi tra -1 e +1 rappresentano le situazioni nella media e le variazioni stagionali nella norma. Valori tra -1 e -2 concernono moderate siccità, presumibilmente superabili dalle popolazioni grazie alla loro capacità di resistenza e resilienza. Valori compresi tra -2 e -3 denotano situazioni di maggiore criticità per le attività agricole e pastorali. Infine, i valori minori di -3

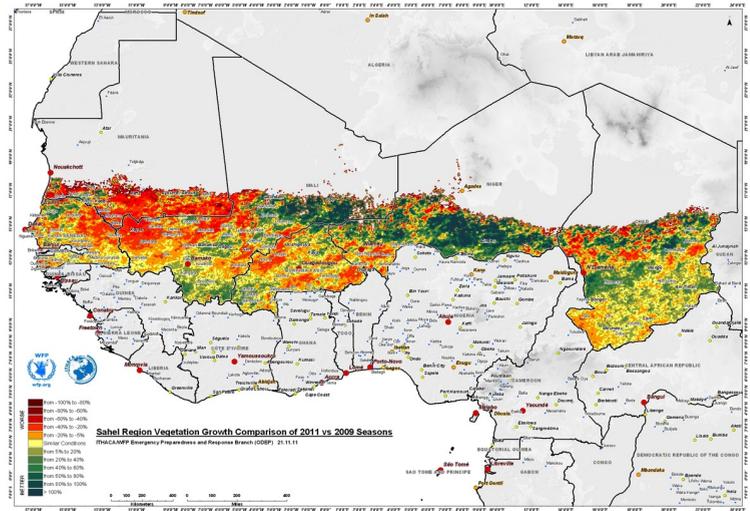


Figura 5. Sahel – Analisi dell'integrale stagionale NDVI rispetto all'anno di riferimento.

sono associati a estreme siccità, con conseguenze di grave impatto sulle popolazioni colpite. Quest'analisi ha fornito agli operatori sul terreno un solido supporto per identificare le zone più in difficoltà in un contesto in cui le comunicazioni, le infrastrutture ed un solido apparato statale sono per lo più assenti. Talvolta, come nel caso dello studio dell'area del Sahel nel 2011, si effettua la comparazione dell'indice NDVI del periodo considerato con quella di un anno preso a riferimento, per individuare rapidamente le zone che hanno subito le variazioni più drammatiche da un anno all'altro (Fig. 5) (Perez F. et al, 2011). L'indice NDVI è utilizzato all'interno del PAM anche per rilevare i cicli e le frequenze di siccità in una determinata area, come nel caso dello studio effettuato negli ultimi 5 anni in Somalia nell'estate 2011. Questa finestra temporale è stata scelta perché è ampia abbastanza da poter rappresentare le

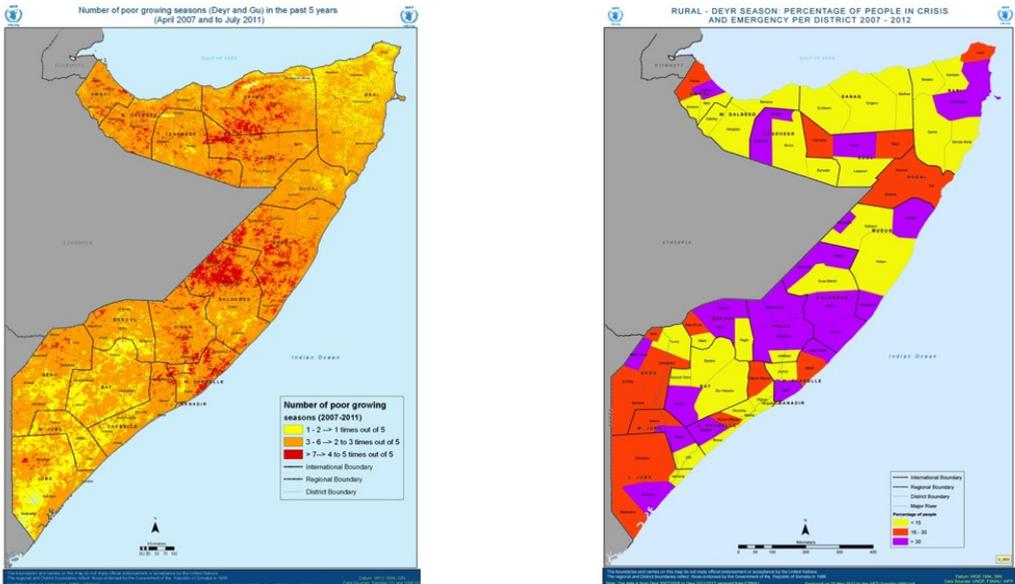


Figura 6. Somalia - Numero di eventi di siccità (sx) e insicurezza alimentare (dx).

tendenze e le variazioni sulle quali potersi basare per prendere decisioni concrete. Sarebbe per esempio difficile giustificare l'assistenza alimentare a popolazioni che hanno sofferto siccità non recenti. Lo studio degli eventi più recenti permette di individuare le zone in cui vi è maggior necessità di costruire capacità di resilienza tra la popolazione, nonché di stabilire aree prioritarie di intervento e programmare piani più mirati. Malgrado non si possa interpretare l'indice NDVI come diretto indicatore dell'intensità delle siccità, grazie alle applicazioni illustrate in precedenza esso può essere utilizzato come indicatore di disponibilità di risorse alimentari stagionali, soprattutto nel caso di popolazioni rurali che non possono contare su stock di cibo e su risorse economiche. Inoltre, i valori dell'indice NDVI sono calcolabili a una risoluzione spaziale maggiore di qualunque altro dato pluviometrico, permettendo anche la localizzazione di *patterns* di siccità più dettagliati. Il numero di stagioni a bassa crescita vegetativa deve essere interpretato alla luce della situazione rappresentata nella mappa d'insicurezza alimentare (Fig. 6), in quanto la combinazione di questi due fattori aumenta considerevolmente l'impatto della siccità sulla popolazione.

2.3.1. Individuazione delle aree alluvionate.

Queste mappe sono particolarmente utili durante l'evento alluvionale e nelle fasi immediatamente successive per individuare le zone colpite, riducendo l'estensione delle aree che necessitano un'esplorazione da parte degli elicotteri della PAM. Grazie alla disponibilità giornaliera di dati MODIS (bande rosso e infrarosso vicino) è altresì possibile mostrare lo stato di ritiro o di avanzamento delle acque, per una miglior comprensione dell'intensità dell'evento e del numero e distribuzione della popolazione colpita. Le mappe di aree alluvionate sono prodotte in collaborazione con ITHACA e il Dartmouth Flood Observatory (DFO) (Fig. 7).

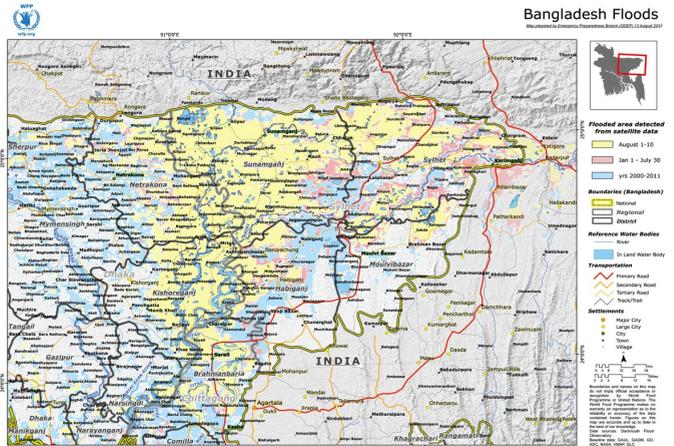


Figura 7. Bangladesh - Aree alluvionate ed evoluzione temporale.

2.3.2. Mappe logistiche e di situazione generale post evento

Si tratta di mappe indispensabili agli operatori sul terreno in quanto mostrano (al meglio della conoscenza possibile) le infrastrutture più adatte per raggiungere nel modo più rapido e sicuro i beneficiari del supporto alimentare (Fig. 8). Il database spaziale dell'unità GIS del PAM comprende informazioni su strade, ponti, porti, aeroporti, *check-points*, campi profughi e dati amministrativi, il tutto a copertura globale. Essendo il PAM il braccio logistico delle

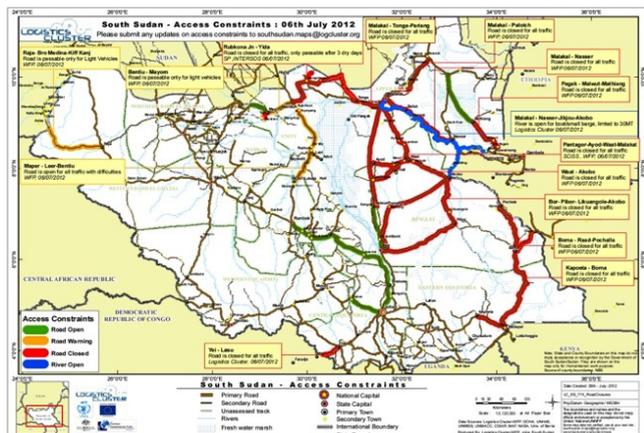


Figura 8. Sud Sudan - Mappa logistica.

Nazioni Unite, le mappe realizzate dall'unità GIS devono rispondere a elevati standard di completezza, esattezza e soprattutto essere rapidamente disponibili, dovendo allo stesso tempo coinvolgere gli operatori sul terreno per ottenere le migliori e recenti informazioni sulla sicurezza e percorribilità delle strade.

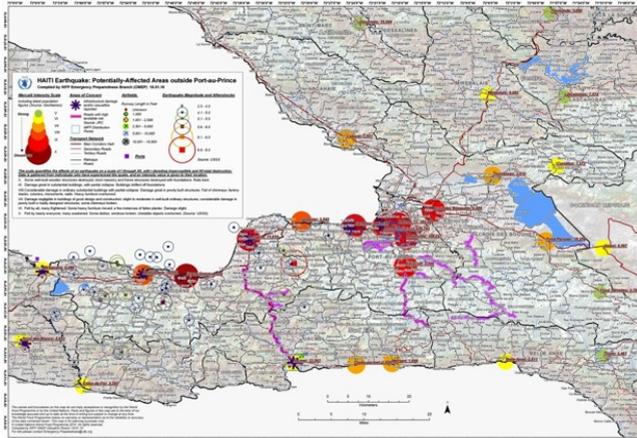


Figura 9. Haiti: Mappa della situazione post-sisma.

2.4. I tre programmi del PAM

I programmi a lungo termine del PAM appartengono a tre diverse categorie, ognuna adatta alla gravità della situazione da fronteggiare. Nei casi più critici di disastri, d'insicurezza alimentare e instabilità socio politica, si attiva un programma EMOP (*Emergency Operation*) il cui scopo primario è la fornitura di cibo e di materiali di prima necessità. Dopo questo periodo (la cui

lunghezza è nell'ordine di alcuni anni), può subentrare un programma PRRO (*Protracted Relief and Recovery Operations*), grazie al quale sono messe in pratica le procedure volte alla stabilizzazione del contesto sociale ed alimentare. Infine, nel momento in cui la situazione volge verso un progressivo sviluppo, il PAM può intervenire con un programma DFA (*Development Food Aid*). In quest'ultima fase si presuppone che la nazione assistita sia in grado di rispondere autonomamente alle emergenze, e il PAM svolge un ruolo di supporto materiale e di coordinamento tra i differenti organismi locali, internazionali e ONG. Per identificare il programma più adatto ai vari contesti e per meglio declinarlo ai bisogni delle popolazioni in difficoltà, l'unità GIS del PAM svolge una completa

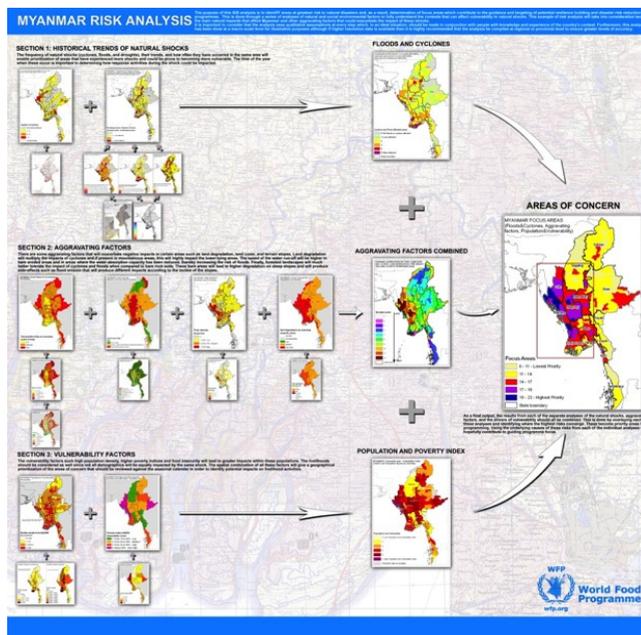


Figura 10. Myanmar - Esempio di analisi di minacce, vulnerabilità e rischio per la definizione dei programmi.

analisi di minacce, vulnerabilità e rischio delle zone assistite. Lo scopo delle analisi è l'identificazione delle aree problematiche prioritarie per la pianificazione dei programmi volti all'aumento di resilienza, tramite una serie di analisi dei fattori naturali e socio-economici che potrebbero provocare situazioni di rischio. L'analisi di rischio comprende inizialmente le principali minacce naturali (cicloni, alluvioni, siccità...), la loro frequenza, l'intensità, i *trends* recenti, e i periodi dell'anno di maggior frequenza, in quanto a seconda del periodo vi è un diverso impatto sulle attività umane. In seguito l'analisi si concentra sui fattori aggravanti che potrebbero inasprire ulteriormente gli effetti di un evento catastrofico: il diffuso degrado ambientale, le forti pendenze del suolo e la presenza di vaste aree disboscate sono ad esempio considerati elementi aggravanti nel caso di cicloni e alluvioni.

L'analisi si occupa infine del valore dei beni esposti e dei fattori di vulnerabilità, i quali rappresentano la parte conclusiva della valutazione di rischio: alta densità di popolazione, alti indici di povertà e insicurezza alimentare determineranno un maggior impatto degli eventi catastrofici. Nelle analisi di questo tipo è richiesto un apporto interpretativo dell'analista GIS, il quale è chiamato a compiere scelte metodologiche secondo la quantità e la qualità delle informazioni disponibili lungo tutto lo svolgersi dell'analisi. Come output finale, i singoli risultati di queste analisi sono geograficamente combinati per delineare le zone a maggiore rischio che saranno considerate in modo prioritario nella pianificazione dei programmi (Fig. 10).

3. Conclusione

Gli esempi riportati mostrano come i GIS svolgano ormai un ruolo insostituibile nell'analisi del territorio e nella produzione cartografica nell'ambito dell'attività umanitaria. Il *PAM*, nel corso di centinaia d'interventi su scala globale, ha pienamente riconosciuto l'importanza dell'analisi spaziale. Per questa ragione, l'unità GIS del *PAM* è incoraggiata ad andare verso una progressiva ottimizzazione delle sue analisi in termini di standard, metodologie e rapidità di realizzazione. La collaborazione continua tra il *PAM* e alcune realtà del mondo accademico (*DFO*, *ITHACA*, *JRC*) assicurano di fatto una buona sinergia tra l'attività umanitaria e la ricerca scientifica in ambito di GIS e Telerilevamento e, visti i buoni risultati di queste collaborazioni, vi è la volontà da parte dell'unità GIS del *PAM* di stringere ulteriormente i rapporti con le università e centri di ricerca.

4. Riferimenti bibliografici

- Akinyemi F. (2011). "Geographic information system based visualization of household living standards". *KIST Journal of Science and Technology*, Vol 1, Number 1
- Disabato F., Prades L. (2012). "MODIS flood seasonal analysis for emergency management in Myanmar". Atti 6° Workshop "Telerilevamento e le Nuove Scienze della Terra". Bologna, 49-50
- Paul Norman (2010). "Poverty and Deprivation Mapping". *Appl. Spatial Analysis* (2010) 3:77-79
- Perez F., Disabato F., De Stefano M., Vigna R., 2011. "The ITHACA Early Warning System for drought monitoring: first test on Sahel 2010 crisis". *Rivista Italiana di Telerilevamento, Associazione Italiana di Telerilevamento*. Vol. 44, 15
- Randall K. and Sanjeev K. (2006), "Using Geographic Information Systems (GIS) for Humanitarian Relief", *Innovations: Technology, Governance, Globalization Spring 2006*, Vol. 1, No. 2: 68-79
- Rasano C. et al. (2008). "Analysing Urban Poverty: GIS for the Developing World". *ESRI Press*.
- Romane T. et al. (2012), "Using GIS and Spatial Statistics to Target Poverty and Improve Poverty Alleviation Programs", *Appl. Spatial Analysis*, 5:157-182
- Smirnov A. et al. (2007), "Context-Driven Information Fusion for Operational Decision Making in Humanitarian Logistics", *Lecture Notes in Geoinformation and Cartography*, Part 2, 69-83
- Verjee, F. (2005). "The application of geomatics in complex humanitarian emergencies". *The Journal of Humanitarian Assistance*. Boston: Feinstein International Center, Tufts University