

CARATTERIZZAZIONE TIPOLOGICA DEI RAPPORTI TRA FENOMENI DI DESERTIFICAZIONE ED ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE, OSSERVATI E STUDIATI IN SARDEGNA*

Barbieri Giulio¹, Barbieri Manuela¹, Cambuli Paolo¹, Ghiglieri Giorgio², Vernier Antonio¹, Vigo Angelo¹
¹ Dip.to Ingegneria del Territorio, Università di Cagliari, P.za d'Armi, 09100 Cagliari, Italia² Dip.to Ingegneria del Territorio, NRD, Università di Sassari., Via De Nicola, 07100 Sassari, Italia

RIASSUNTO

La ricerca è stata sviluppata nell'ambito di un progetto di ricerca di più ampio respiro, denominato RIADE, incentrato sulla caratterizzazione tipologica dei rapporti tra fenomeni di desertificazione ed acque superficiali e sotterranee, osservati e studiati nelle Regioni dell'Obiettivo1, partendo dal presupposto che il deterioramento quali-quantitativo delle risorse idriche di un territorio, influenzando negativamente sulle condizioni di sviluppo di ogni forma di vita e di organizzazione antropica, costituisca un fondamentale indicatore dei processi di desertificazione, intesi nell'accezione più generale di degrado del sistema bioprodotivo del territorio.

Mediante la rielaborazione dei risultati scientifici, acquisiti nel corso di questa ricerca in particolare per il territorio della Sardegna, si è sviluppato un sistema di riferimento per la rappresentazione sistematica delle tipologie riscontrate, fenomeni/processi di degradazione quali/quantitativa naturale o antropogenica, delle risorse idriche in Sardegna.

Sono stati adottati due diversi criteri di sistematizzazione tipologica del degrado quali-quantitativo delle acque, entrambi avulsi dal contesto ambientale e territoriale nel quale le acque stesse si rinvenivano: il primo criterio è basato sull'analisi dello stato qualitativo e quantitativo delle acque e sulla "tipologia dell'inquinante", prendendo spunto da quanto proposto dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del CNR; il secondo criterio utilizza il "modello logico DPSIR", adottato dall'Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA), che schematizza in cinque categorie di indicatori lo stato e l'evoluzione dell'ambiente.

CHARACTERIZATION OF THE TYPES OF RELATIONSHIPS EXISTING BETWEEN DESERTIFICATION PROCESSES AND SURFACE AND GROUNDWATER OBSERVED AND INVESTIGATED IN SARDINIA*

ABSTRACT

This study has been carried out within a broader research project, RIADE, concerned with the characterization of the types of relationships existing between desertification processes and surface and groundwater observed and investigated in Objective 1 regions. The underlying assumption is that the deteriorating quality and diminishing quantity of a region's water resources impact negatively on the development of all living things and on human organization, and thus represent a basic indicator of desertification, intended in its broadest sense as the degradation of bioproductive land.

By re-processing the scientific results obtained for Sardinia during this project, we have developed a reference framework for the systematic representation of the types found, qualitative/quantitative natural or anthropogenic degradation phenomena/processes of water resources in Sardinia.

Two distinct criteria have been adopted for the typological categorization of the deteriorating quality and diminishing quantity of water, both divorced from the environmental and regional context in which they occur. The first criterion is based on an analysis of water quantity and quality and on the "pollutant type", along the lines suggested by the Italian Research Council's National Group for Hydrogeological Disaster Protection (GNDCI); the second criterion uses the DPSIR model adopted by the European Environmental Agency (EEA), which defines five indicator categories for the state and evolution of the environment.

* Ricerca finanziata nell'ambito del Progetto RIADE-PON (2002-2005) www.riade.net

Ricerca Integrata per l'Applicazione di tecnologie e processi innovativi per la lotta alla DEsertificazione

1 RICERCA BIBLIOGRAFICA E ACQUISIZIONE DATI

La ricerca bibliografica per l'acquisizione dei dati disponibili sulle condizioni di degrado delle risorse idriche e sui rapporti tra degrado e processi di desertificazione è stata condotta sia mediante contatti diretti con enti pubblici e privati, sia attraverso documenti reperibili su Internet.

L'accesso ai documenti di carattere nazionale, ottenuto attraverso il collegamento ai siti web del Ministero dell'Ambiente, dell'ANPA, dell'APAT e del SINAnet, è risultato tuttavia solo parzialmente utile per l'estrema genericità dei dati analizzati e pubblicati. Le ricerche presso gli Enti Regionali non hanno avuto migliore fortuna, in quanto in Sardegna l'ARPA è stata appena costituita e non è ancora a tutti gli effetti operativa, e il SIRA è al contrario una realtà in avanzato stato di formazione, alla quale è tuttavia difficile avere accesso.

A causa delle difficoltà di ottenere adeguate informazioni "dall'alto", la ricerca bibliografica è stata pertanto condotta "dal basso", attraverso contatti diretti con gli Enti di ricerca, particolarmente le Università di Cagliari e Sassari, con le Province e gli Enti Strumentali della Regione; la notevole mole di dati e di informazioni raccolte, adeguatamente distribuite sul territorio, inducono a ritenere che la ricerca sia stata, in questa Regione, sufficientemente esaustiva.

2 SVILUPPO DEL QUADRO DI RIFERIMENTO CONCETTUALE NECESSARIO PER LA SISTEMATIZZAZIONE TIPOLOGICA DEI FENOMENI DI DEGRADO DELLE RISORSE IDRICHE

Le risorse idriche superficiali e sotterranee, considerate unitariamente sotto il duplice aspetto qualitativo e quantitativo, costituiscono fattore essenziale e determinante di conservazione e sviluppo di ogni forma di vita e in quanto tali risultano assolutamente necessarie al sostentamento e all'armonico sviluppo degli ambienti naturali e alla crescita socio-economica del territorio. In tal senso il deterioramento quali-quantitativo delle risorse idriche di un territorio, influenzando negativamente sulle condizioni di sviluppo di ogni forma di vita e di organizzazione antropica, costituisce indubbiamente un fondamentale indicatore dei processi di desertificazione, intesi nell'accezione più generale di degrado del sistema bioprodotivo del territorio, dovuto a cause diverse, tra le quali primariamente le variazioni climatiche e le attività umane.

Pur trattandosi di un indicatore fondamentale di desertificazione, tuttavia il degrado della risorsa idrica costituisce in realtà una causa o concausa di desertificazione e non un effetto dei processi di desertificazione oggettivamente osservabili, come nel caso della degradazione dei suoli o delle foreste. Il reale impatto negativo che il degrado delle risorse idriche ha o può avere sullo sviluppo delle forme di vita naturali e organizzate, e cioè sullo sviluppo dei processi di desertificazione, è infatti legato all'utilizzo che concretamente si fa della risorsa idrica, per cui sembra più corretto parlare, in relazione al degrado delle acque, di potenziale indicatore di desertificazione, piuttosto che di indicatore certo ed oggettivo di desertificazione.

Nell'ambito di questa ricerca sono stati adottati due diversi criteri di sistematizzazione tipologica del degrado quali-quantitativo delle acque: il primo criterio è basato sull'analisi dello stato qualitativo e quantitativo delle acque e sulla "tipologia dell'inquinante", prendendo spunto da quanto proposto dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del CNR (Civita, 1994); il secondo criterio utilizza il "modello logico DPSIR", adottato dall'Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA), che schematizza in cinque categorie di indicatori lo stato e l'evoluzione dell'ambiente (Gentile, 1998).

Nel primo tipo, **sistematizzazione basata sulla tipologia di degrado**, l'aspetto qualitativo preso in considerazione è dunque connesso alla presenza di fenomeni di inquinamento, dove per inquinamento può intendersi sia la variazione delle caratteristiche fisiche, chimiche e batteriologiche delle acque rispetto alle condizioni naturali, sia la presenza di determinate sostanze in concentrazioni maggiori di quelle che le norme nazionale ed internazionali pongono come limite per l'utilizzo delle diverse tipologie di utenze (consumo umano, agricolo ed industriale).

Questa sistematizzazione fa in conclusione riferimento alle seguenti classi di degrado:

- inquinamento chimico organico (CO);
- inquinamento chimico inorganico non metallico (CI);
- salinazione da commistione con acque fortemente salate (SL);
- eutrofizzazione (EU);
- inquinamento da metalli pesanti (MP);
- inquinamento da batteri e virus (BV);
- degrado quantitativo (DQ);
- inquinamento da agenti inquinanti non meglio definiti (Altro).

Il secondo criterio, **sistematizzazione basata sul modello DPSIR**, parte dall'ipotesi che la qualità dell'ambiente sia condizionata dalle attività economiche e dai comportamenti della società attraverso una catena di cause ed effetti rappresentati da cinque categorie di indicatori:

- le forze determinanti (**Driving Forces**), costituite dalle attività antropiche primarie, che rappresentano le cause generatrici primarie dei processi di degrado;
- le pressioni (**Pressures**), esercitate specificamente dalle differenti attività antropiche sull'ambiente;
- lo stato dell'ambiente (**State**), cioè le caratteristiche qualitative e quantitative delle risorse naturali sottoposte all'azione delle pressioni ;
- gli impatti (**Impact**), cioè le conseguenze delle modificazioni dello Stato dell'ambiente sulla Società, sul sistema bioprodotivo, sulle funzioni degli ecosistemi;
- le risposte (**Response**), cioè le politiche ambientali, di economia generale e di settore attraverso le quali la società cerca di modificare le pressioni e di limitare gli impatti.

Gli indicatori/indici che sono stati specificamente utilizzati in questo lavoro prendono spunto da quelli adottati dall'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA), opportunamente integrati per meglio rispondere alle esigenze specifiche della ricerca.

3 SISTEMATIZZAZIONE DEI PROCESSI DI DEGRADO DELLE RISORSE IDRICHE

Sono stati selezionati i corpi idrici superficiali e sotterranei di cui fosse stata descritta la condizione di inquinamento, escludendo quelli risultati in buono stato qualitativo.

Gli acquiferi sono stati suddivisi, ove possibile, in superficiali (primo acquifero, generalmente freatico, di limitato spessore) e profondi (soggiacenti al primo acquifero, confinati o semiconfinati), attribuendo alla categoria "incerti" quelli per i quali la tipologia di falda non era chiaramente definita. I fenomeni di inquinamento sono stati classificati come estesi, se interessanti tutto il corpo idrico, o puntuali, se circoscritti ad una parte del medesimo.

I dati raccolti sono stati implementati in un GIS, per la loro classificazione e rappresentazione cartografica; nel database sono stati inoltre inseriti i periodi e le fonti a cui riferire i dati.

Distinguendo le acque superficiali da quelle sotterranee e suddividendo queste ultime in acquiferi superficiali, profondi e incerti (cioè non chiaramente ascrivibili né a quelli superficiali o a quelli profondi), i fenomeni di degrado censiti sono stati analizzati con riferimento ai due criteri di sistematizzazione. Per il modello DPSIR si è ritenuto particolarmente significativo mettere in evidenza le **Driving Forces**, indicando tra parentesi anche le relative **Pressures**, associate alle tipologie di degrado.

DEGRADO DEI CORPI IDRICI SUPERFICIALI

SISTEMATIZZAZIONE BASATA SULLA TIPOLOGIA DI DEGRADO

- **inquinamento chimico organico (CO):** *con inquinamento esteso a tutto il corpo idrico:* Lago Mulargia, Lago Simbirizzi, Flumini Mannu, Reticolo del Flumini Bellu, Lago Corsi, Lago di Monte Pranu, Lago Medio Flumendosa; *con inquinamento puntuale:* Fiume Flumendosa, a Ballao;
- **inquinamento chimico inorganico non metallico (CI):** *con inquinamento esteso a tutto il corpo idrico:* Lago Mulargia, Lago Simbirizzi, Flumini Mannu, reticolo del Flumini Bellu, Rio S. Giorgio, Lago Medio Flumendosa; *con inquinamento puntuale:* Fiume Flumendosa Ballao;
- **salinazione da commistione con acque fortemente salate (SL):** *con inquinamento puntuale:* Rio Posada (zona Posada), F. Flumendosa (foce);
- **eutrofizzazione (EU):** *con eutrofizzazione estesa a tutto il corpo idrico:* Lago Simbirizzi, Lago Cixerri, invaso del Cuga, invaso del Temo, invaso del Rio Bidighinzu, invaso del Rio Bunari, invaso del Mannu di Pattada, invaso del Liscia, invaso del Tirso a Cantoniera, invaso del Tirso Nuraghe Pranu Antoni, Lago di Cucchinadorza, Lago di Gusana, Lago Govossai, Lago Benzzone, Lago Cedrino, Lago Sa Teula, Lago del Flumineddu, Lago del Rio Leni, Rio Mannu, Invaso Flumini Mannu a Casa Fiume, Lago Is Barroccus, Lago Bau Pressiu, Lago sa Forada de S'Acqua, invaso Coghinas-Muzzone, Lago Monteponi, Lago Mulargia; *con eutrofizzazione puntuale:* Rio Posada, zona Torpè, Fiume Tirso a Santa Vittoria, Fiume Tirso a Sili;
- **inquinamento da metalli pesanti (MP):** *con inquinamento esteso a tutto il corpo idrico:* Rio Baccu Locci, Rio Naracauli, Rio Sa Roa, Rio S. Giorgio, Rio Roia Cani, Rio Irvi,

Rio Sitzzerri, area mineraria di Genna s'Olioni, invaso del Liscia, invaso del Tirso nuraghe Pranu Antoni, Lago Bau Pressiu, Lago Corsi, Lago Sos Canales, Lago Mulargia, Lago Medio Flumendosa; *con inquinamento puntuale*: F. Flumendosa;

- **inquinamento da agenti inquinanti non meglio definiti (Altro)**: *con inquinamento esteso a tutto il corpo idrico*: area mineraria di Genna s'Olioni, invaso del Tirso a Cantoniera, Lago Bau Pressiu, invaso Olai, Lago Corsi, Lago di Monte Pranu; *con inquinamento puntuale*: Rio Pula (attraversamento S.S. 195).

SISTEMATIZZAZIONE BASATA SUL MODELLO DPSIR

- **attività agricole (sorgenti di nitrati e fosforo, emissione reflui, -- CO, CI, EU, altro)**: Rio Pula, reticolo del Flumini Bellu, Lago Simbirizzi, Lago Cixerri, invaso del Cuga, invaso del Temo, invaso del Rio Bidighinzu, invaso del Rio Bunari, invaso del Mannu di Pattada, invaso del Liscia, invaso del Tirso a Cantoniera, invaso del Tirso Nuraghe Pranu Antoni, Lago di Cucchinadorza, Lago di Gusana, Lago Govossai, Lago Benzzone, Lago Cedrino, Lago Sa Teula, Lago del Flumineddu, Lago del Rio Leni, Rio Mannu, Invaso Flumini Mannu a Casa Fiume, Lago Is Barroccus, Lago Bau Pressiu, Lago sa Forada de S'Acqua, invaso Coghinas-Muzzone, Lago Monteponi, Lago Mulargia;
- **attività zootecniche (emissione reflui - CO, CI)**: Flumini Mannu, reticolo del Flumini Bellu;
- **attività minerarie (sorgenti sostanze pericolose – CI, MP, altro)**: Rio Baccu Locci, Rio Naracauli, Rio Sa Roa, Rio S. Giorgio, Rio Roia Cani, Rio Sitzzerri, area mineraria di Genna s'Olioni, Lago Corsi, Lago Mulargia, Lago Medio Flumendosa, F. Flumendosa a Ballao;
- **insediamenti industriali (emissione reflui – CO, CI)**: Flumini Mannu;
- **impianti di trattamento reflui civili (emissione reflui – CO, CI)**: reticolo del Flumini Bellu;
- **insediamenti urbani (emissione reflui civili, pressione antropica – CO, CI, EU, altro)**: Lago Simbirizzi, Lago Cixerri, Rio Pula (attraversamento S.S. 195, Lago Mulargia);
- **altre opere antropiche (emissione reflui civili, consumi d'acqua – CO, SL)**: Lago Mulargia, Rio Posada, F. Flumendosa foce.

DEGRADO DEGLI ACQUIFERI SUPERFICIALI

SISTEMATIZZAZIONE BASATA SULLA TIPOLOGIA DI DEGRADO

- **inquinamento chimico organico (CO)**: *con inquinamento puntuale*: Assemini;
- **inquinamento chimico inorganico non metallico (CI)**: *con inquinamento esteso a tutto l'acquifero*: piana d'Arborea; *con inquinamento puntuale*: Assemini;
- **salinazione da commistione con acque fortemente salate (SL)**: *con inquinamento esteso a tutto l'acquifero*: territorio comunale di Assemini, piana di Oristano, Campidano di Oristano, piana di Muravera, piana deltizia del Flumendosa, area urbana di Q.S. Elena, piana di Capoterra, comuni di Selargius, Monserrato, Sestu e Settimo S. Pietro, zona tra S. Isidoro, Maracalagonis sino alla costa; *con inquinamento puntuale*: piana di Arborea;
- **degrado quantitativo (DQ)**: *degrado esteso a tutto l'acquifero*: comuni di Selargius, Monserrato, Sestu e Settimo S. Pietro;
- **inquinamento da agenti inquinanti non meglio definiti (Altro)**: *con inquinamento esteso a tutto l'acquifero*: Portoscuso (zona stabilimento EurAllumina).

SISTEMATIZZAZIONE BASATA SUL MODELLO DPSIR

- **presenze turistiche (consumo d'acqua - SL)**: zona tra S. Isidoro e Maracalagonis sino alla costa;
- **attività agricole (consumo d'acqua, sorgenti di nitrati – CI, SL)**: piana di Oristano, piana di Muravera, piana deltizia del Flumendosa, piana di Capoterra, zona tra S. Isidoro e Maracalagonis sino alla costa, piana d'Arborea;
- **attività zootecniche (sorgenti di nitrati – CI)**: piana d'Arborea;
- **insediamenti industriali (sorgenti sostanze pericolose – SL, altro)**: territorio comunale di Assemini, Portoscuso (zona stabilimento EurAllumina);
- **discariche di rifiuti (emissione di sostanze organiche, sorgenti sostanze pericolose – CO, CI)**: Assemini;

- **insediamenti urbani (consumo d'acqua – SL):** piana di Oristano, piana di Muravera, piana deltizia del Flumendosa, area urbana di Q.S. Elena;
- **altre opere antropiche (consumo d'acqua, pressione antropica – SL):** territorio comunale di Assemini, piana di Muravera, piana deltizia del Flumendosa, comuni di Selargius, Monserrato, Sestu e Settimo S. Pietro, zona tra S. Isidoro, Maracalagonis sino alla costa.

DEGRADO DEGLI ACQUIFERI PROFONDI

SISTEMATIZZAZIONE BASATA SULLA TIPOLOGIA DI DEGRADO

- **inquinamento chimico inorganico non metallico (CI):** con inquinamento esteso a tutto l'acquifero: piana di Arborea;
- **salinazione da commistione con acque fortemente salate (SL):** con inquinamento esteso a tutto l'acquifero: piana di Oristano, piana di Arborea, area urbana di Q.S. Elena, piana di Capoterra, zona tra S. Isidoro, Maracalagonis sino alla costa, territorio comunale di Assemini.

SISTEMATIZZAZIONE BASATA SUL MODELLO DPSIR

- **presenze turistiche (consumo d'acqua - SL):** zona tra S. Isidoro, Maracalagonis sino alla costa;
- **attività agricole (consumo d'acqua - SL):** piana di Oristano, piana di Capoterra, zona tra S. Isidoro, Maracalagonis sino alla costa;
- **attività zootecniche (sorgenti di nitrati – CI):** piana di Arborea;
- **insediamenti industriali (consumo d'acqua – SL):** zona tra S. Isidoro, Maracalagonis sino alla costa;
- **insediamenti urbani (consumo d'acqua – SL):** piana di Oristano;
- **altre opere antropiche (consumo d'acqua – SL):** territorio comunale di Assemini.

DEGRADO DEGLI ACQUIFERI INCERTI

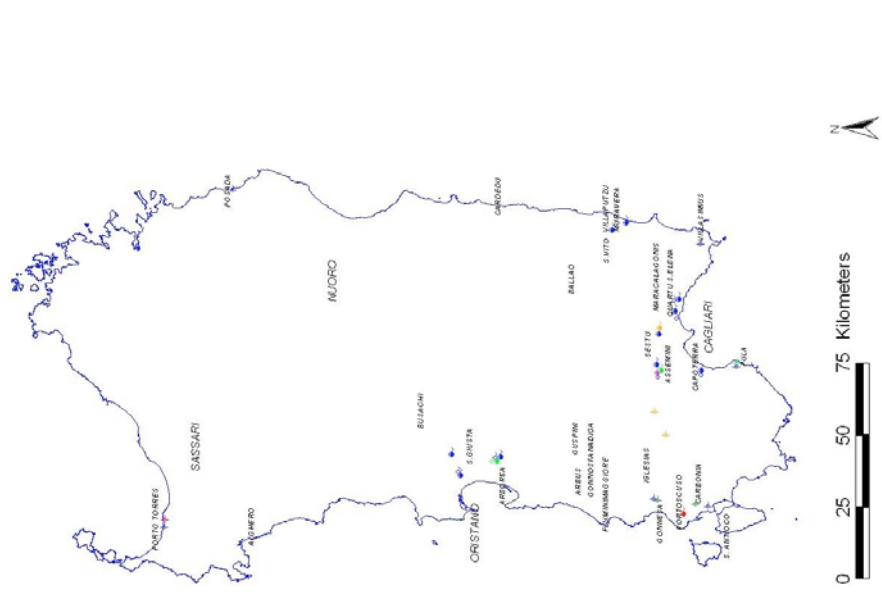
SISTEMATIZZAZIONE BASATA SULLA TIPOLOGIA DI DEGRADO

- **inquinamento chimico inorganico non metallico (CI):** con inquinamento esteso a tutto l'acquifero: piana di Pula;
- **salinazione da commistione con acque fortemente salate (SL):** con inquinamento esteso a tutto l'acquifero: bacino del Rio Foxi, piana di Pula, aree costiere di Portoscuso, Mazzaccara, S. Antioco, Palmas e S. Giovanni Suergiu, settore di Posada, zona Porto Torres; con inquinamento puntuale: miniere S. Giovanni, monte di Agruxiau;
- **inquinamento da metalli pesanti (MP):** con inquinamento esteso a tutto l'acquifero: comuni di Carbonia, Gonnese e Portoscuso; con inquinamento puntuale: miniera di S. Giovanni, monte di Agruxiau;
- **degrado quantitativo (DQ):** degrado esteso a tutto l'acquifero: acquifero del Cixerri;
- **inquinamento da agenti inquinanti non meglio definiti (Altro):** con inquinamento esteso a tutto l'acquifero: zona di Portotorres.

SISTEMATIZZAZIONE BASATA SUL MODELLO DPSIR

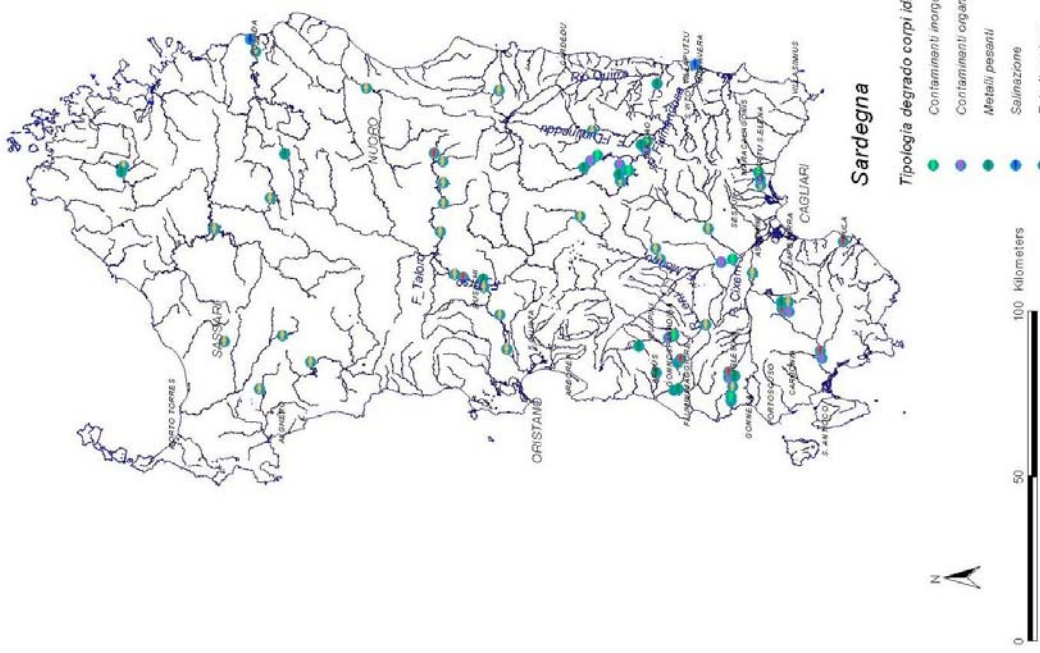
- **presenze turistiche (consumo d'acqua – SL):** bacino del Rio Foxi;
- **attività minerarie (sorgenti sostanze pericolose, consumo d'acqua –SL, MP):** miniere S. Giovanni, monte di Agruxiau;
- **insediamenti industriali (sorgenti sostanze pericolose, consumo d'acqua –SL, MP):** comuni di Carbonia, Gonnese e Portoscuso, miniere S. Giovanni, monte di Agruxiau;
- **insediamenti urbani (consumo d'acqua – SL):** bacino del Rio Foxi;
- **altre opere antropiche (consumo d'acqua – SL):** settore di Posada.

Al fine di fornire una rappresentazione sinottica delle caratteristiche e della distribuzione dei fenomeni di degrado delle risorse idriche regionali, le figure allegate riportano, in forma grafica, le tipologie di degrado e le Driving Forces dei corpi idrici superficiali e degli acquiferi.



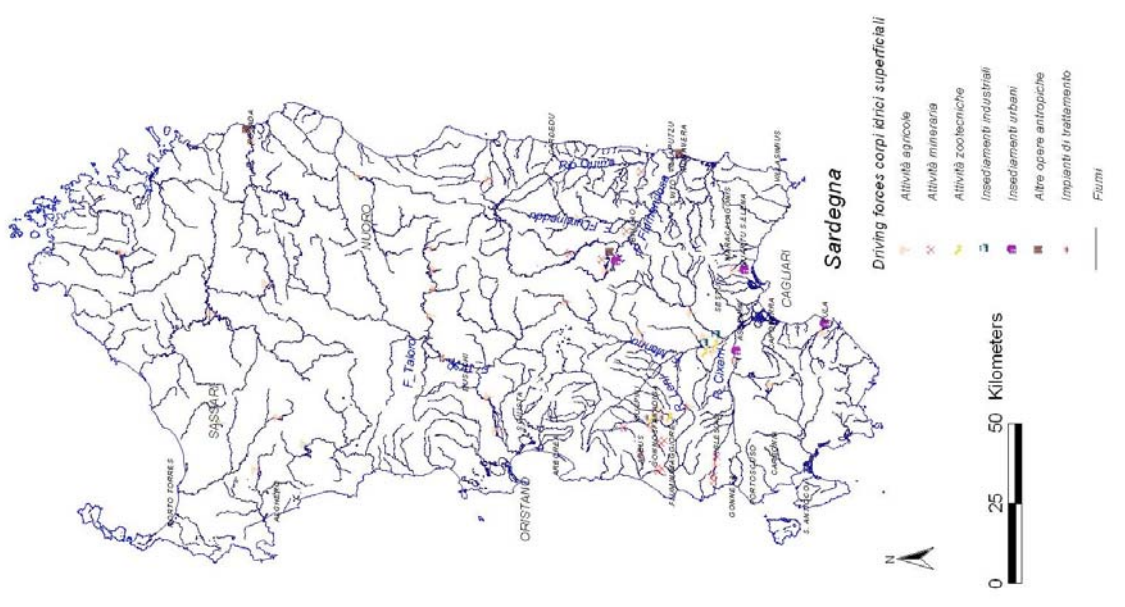
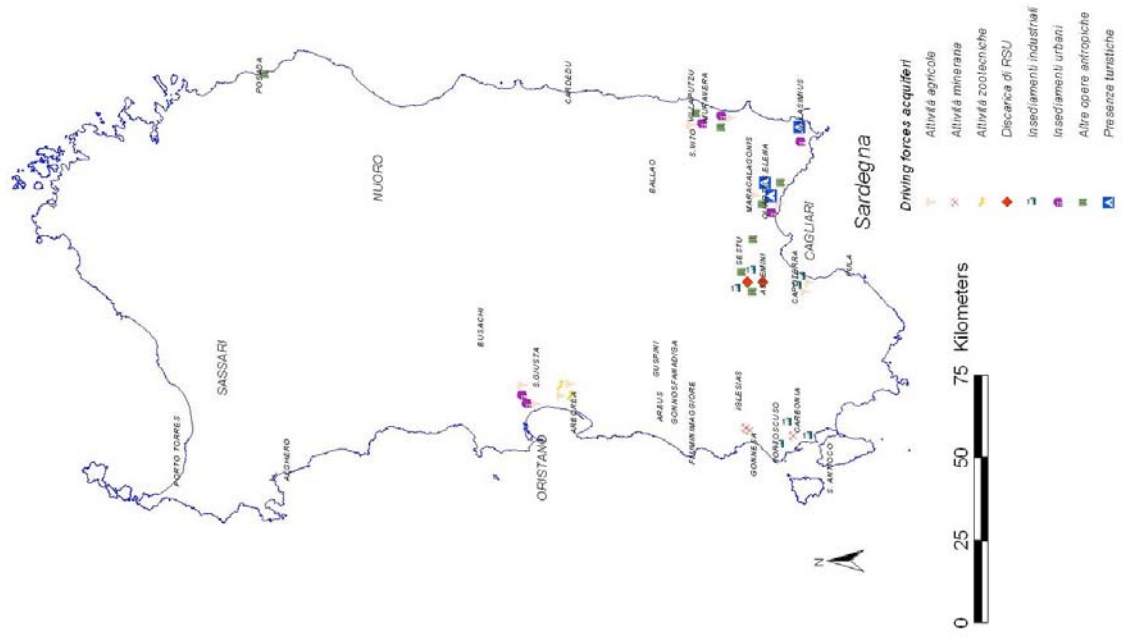
Sardegna

- Tipologia degrado acquiferi incerti
 - Contaminanti inorganici
 - Degrado quantitativo
 - Metalli pesanti
 - Salinazione
 - Agenti non definiti
- Tipologia degrado acquiferi profondi
 - Contaminanti inorganici
 - Salinazione
- Tipologia degrado acquiferi superficiali
 - Contaminanti inorganici
 - Degrado quantitativo
 - Contaminanti organici
 - Salinazione
 - Agenti non definiti



Sardegna

- Tipologia degrado corpi idrici superficiali
 - Contaminanti inorganici
 - Contaminanti organici
 - Metalli pesanti
 - Salinazione
 - Eutrofizzazione
 - Agenti non definiti
 - Fiumi



4 CONCLUSIONI

I dati sulle condizioni di degrado delle risorse idriche e sui rapporti tra degrado e processi di desertificazione sono stati ottenuti attraverso una impegnativa ricerca bibliografica, condotta sia mediante contatti diretti con enti pubblici e privati, sia attraverso la consultazione di documenti reperibili su Internet.

Per avere un quadro di riferimento utile alla valutazione dei rapporti tra fenomeni di desertificazione ed acque superficiali e sotterranee, si è proceduto ad effettuare una sistematizzazione di tutti i fenomeni censiti in relazione allo stato di degrado delle acque, che costituisce indubbiamente un significativo indicatore potenziale di desertificazione. Sono stati adottati due diversi criteri di sistematizzazione tipologica: il primo basato sull'analisi dello stato qualitativo e quantitativo delle acque e sulla "tipologia dell'inquinante", prendendo spunto da quanto proposto dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del CNR; il secondo impostato sul "modello logico DPSIR", adottato dall'Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA).

Non è stato in generale possibile, dall'esame della documentazione acquisita, valutare la gravità e la reale estensione dei fenomeni di degrado delle risorse idriche; più agevole è risultato invece descriverne la distribuzione nel territorio. Dall'analisi delle sistematizzazioni tipologiche si sono riscontrati nella Regione Sardegna fenomeni di eutrofizzazione che interessano in diversa misura la maggior parte dei corpi idrici superficiali, fenomeni di salinazione da intrusione marina diffusi lungo le coste, inquinamenti da metalli pesanti soprattutto localizzati nelle aree minerarie, attive e dismesse, e inquinamenti organici e inorganici distribuiti in maniera apparentemente casuale su tutto il territorio. Lo studio ha individuato anche una tipologia di degrado di tipo quantitativo, legata all'eccessivo prelievo di acque sotterranee in aree ristrette, che nelle fasce costiere può innescare fenomeni di ingressione marina.

La sistematizzazione basata sul modello DPSIR ha messo in evidenza le principali Driving Forces, che, rappresentando le cause generatrici primarie dei processi di degrado, coincidono peraltro con i Centri di Pericolo, considerati dal GNDCI nell'ambito dei processi di valutazione della vulnerabilità degli acquiferi. Come era prevedibile sulla base delle realtà socioeconomiche della Regione Sardegna, le driving forces più diffuse sono apparse quelle legate alle attività agricole, diffuse in tutto il territorio, e alle presenze turistiche, per lo più concentrate lungo le coste. Driving forces più puntuali sono risultate quelle legate alle attività minerarie e alle attività industriali, sviluppatesi d'altra parte in contesti temporali nei quali non era ancora diffusa, soprattutto a livello normativo, una adeguata sensibilità per le problematiche ambientali. Le Driving Forces connesse agli insediamenti urbani e agli impianti di trattamento dei reflui sono risultati infine associati alle aree ad elevata concentrazione antropica.

BIBLIOGRAFIA

- Civita M. (1996) – La cartografia della vulnerabilità degli acquiferi nei progetti del GNDCI-CNR – Atti giornata di Studio, 16/01/1996 – Milano – Quaderni IRSA n. 101 (Pubbl. GNDCI n. 1344)
- Gentile A.R. (1998) – From national monitoring to European reporting: the EEA framework for policy relevant environmental indicators – In Enne G., d'Angelo M., Zanolla C. Proceedings of the International Seminar on Indicators for Assessing Desertification in the Mediterranean, Porto Torres (Italy) 18-20 September, pp. 16-26.