

Il ruolo delle Geoscienze nella Valutazione Sostenibile dei Rischi Territoriali nell'Era della 4° Rivoluzione Industriale - Il caso del Ponte sullo Stretto di Messina

Dr. J.P. van Dijk, Ph.D.

OCRE Geoscience Services, l'Aia, Paesi Bassi (NL)

In stampa negli Atti del Convegno "Aspetti geologici, sismici e normativi delle opere infrastrutturali complesse nell'area dello Stretto di Messina", organizzato dal Consiglio Nazionale dei Geologi, tenutesi il 25-26 Maggio 2023 a Reggio di Calabria e Messina.

Riassunto

Si presenta una breve descrizione di tre aspetti fondamentali nel processo di valutazione dei rischi legati alla costruzione del Ponte sullo Stretto di Messina: (1) I nuovi concetti della sostenibilità nella gestione delle risorse, la generazione dell'energia e l'economia circolare, e il ruolo delle geoscienze, (2) Le nuove tecnologie disponibili nell'era della 4ª rivoluzione industriale, e (3) La complessa situazione geologica dell'area dell'Arco Calabro.

Introduzione

Per definire il ruolo delle geoscienze nella valutazione dei rischi del territorio, e nello specifico sulla costruzione del Ponte sullo Stretto di Messina, bisogna tener conto dell'avanzamento della tecnologia da un lato e dei concetti di sostenibilità in corso di sviluppo dall'altro. Su entrambi si è visto uno sviluppo accelerato negli ultimi decenni, nello stesso periodo in cui il progetto per la costruzione del Ponte sullo Stretto di Messina ha visto una serie di passi verso l'approvazione e il vicinarsi alla realizzazione. L'applicazione dell'expertise acquisita nelle geoscienze è strettamente legata alla valutazione dell'impatto ambientale, sia per l'operatore che per gli stakeholders, e tale impatto nei processi dinamici varia su diverse scale, nello spazio e nel tempo, specialmente in una zona geologicamente complessa come l'Arco Calabro.

Pertanto, il presente lavoro riassume brevemente questi tre aspetti per dare un contributo al discorso complessivo sulla valutazione dei benefici e rischi legati alla costruzione del Ponte:

(1) La nuova era dell'applicazione delle risorse, della generazione di energia, dell'economia circolare e della sostenibilità. (2) L'era della 4ª rivoluzione industriale e le nuove tecnologie. (3) La complessità e i rischi legati all'ambiente geologico.

Per un completo riassunto della storia della costruzione del Ponte dai tempi romani ad oggi, si riferisce al meraviglioso libro del Prof. Angelini (2007). Per un ampio discorso sulla geologia e sui vari criteri applicati durante la valutazione dei progetti, si fa riferimento ai lavori di Lentini (2011) e del Gruppo di Lavoro (2021).

Il ruolo delle Geoscienze nella Nuova Era della Sostenibilità

Per valutare il ruolo del geologo nella Nuova Era "Transizionale" della Sostenibilità, bisogna definire i vari concetti legati ai principi consolidati durante gli ultimi decenni. Senza entrare nei dettagli, questi possono essere riassunti come raffigurato nella figura 1: i fabbisogni della popolazione mondiale si allocano all'interno di un sistema che possiamo definire "WEMA", composto da quattro elementi: Aqua ("Water"), Energia (calore, luce), Produzione di oggetti e macchinari ("Manufacturing") ed Agricoltura (cibo).

Questi 4 elementi non possono funzionare autonomamente: ad esempio, per produrre energia bisogna costruire determinati oggetti e macchinari (impianti di estrazione petrolifera, pannelli solari, ecc.); e per far funzionare l'agricoltura c'è bisogno di macchinari, ma anche di acqua ed

energia, nonché di prodotti chimici da miniere. Le risorse necessarie per far funzionare questi quattro elementi vengono estratte (soprattutto dalla litosfera, idrosfera e biosfera terrestre) ("non rinnovabili") oppure catturate direttamente da fonti "rinnovabili" come vento, sole, sistemi idrologici, geotermia, ecc.

Tutto questo sistema produce inevitabilmente una quantità di scorie solide, liquide e gassose, parzialmente dannose, parzialmente no, che rientrano nel "sistema terra". Il concetto di "economia circolare" ha come obiettivo quello di far circolare all'interno del sistema WEMA ciò che è entrato nel processo, riciclandolo. Inoltre, si cerca di avviare la strada verso l'utilizzo delle stesse risorse evitando lo spreco. Esempi di sostanze che nel corso del tempo sono risultate "dannose" di tipo gassoso sono CFK, NO₂, NH₃, CO₂, Solfiti.

Ovviamente, per qualsiasi riciclaggio, è necessario, di nuovo, l'utilizzo di alcuni elementi chimici specifici e macchinari dedicati. In alternativa, le sostanze possono essere "stoccate", quindi conservate, ancora accessibili per il futuro o non più, invece di essere reintrodotte nel sistema terra in modo casuale. Esempi di ciò sono il conservare delle scorie nucleari, oppure il CO₂ che può essere reiniettato nel sottosuolo. Tutto ciò, ovviamente, ha un prezzo e richiede, a sua volta, ulteriori risorse e macchinari. Infine, il "buon funzionamento" di un sistema del genere viene definito "sostenibile".

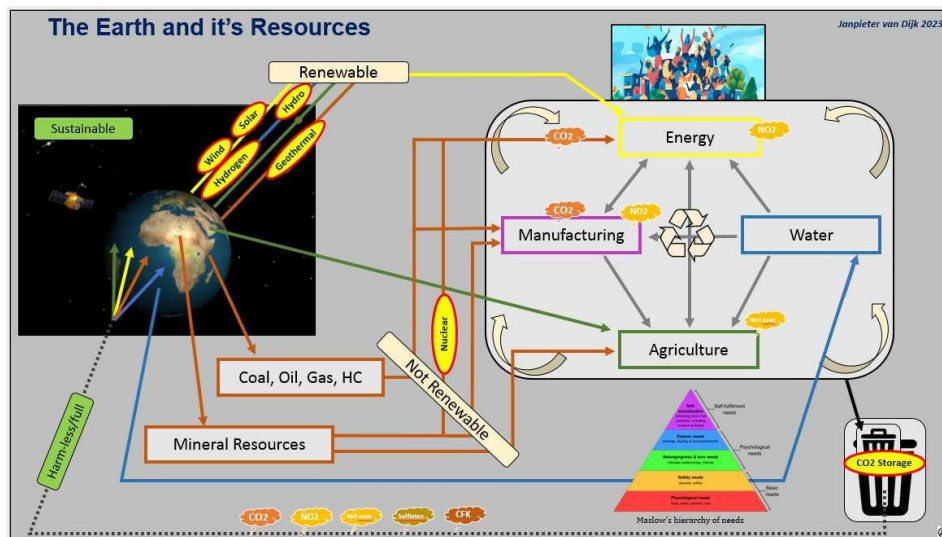


Fig. 1. L'Era della Sostenibilità: Il Ciclo delle risorse di Pianeta Terra e la generazione di Energia.

Attualmente, qualsiasi progetto industriale, ingegneristico o altro viene scrupolosamente sottoposto a un esame per

inserirlo all'interno del "sistema della sostenibilità" al fine di stabilire la sua "impronta ecologica". Ciò significa che non solo i criteri relativi all'impatto ambientale diretto vengono considerati, ma anche l'utilizzo dei materiali, lo spreco, la provenienza dei materiali, il riciclo applicato, le fonti energetiche utilizzate per la costruzione e il funzionamento, ecc., vengono analizzati e valutati in termini di impatto.

Naturalmente, il ruolo del geologo nella pianificazione dei processi industriali non è sempre stato scontato, e dalla nascita dell'industria petrolifera nella metà dell'Ottocento fino ad oggi, ha subito un'evoluzione continua. Dall'individuazione classica di anticlinali in superficie e giacimenti poco profondi, siamo passati all'applicazione di nuove tecnologie nella gestione dei giacimenti, soprattutto tramite log elettrici in fori profondi e sismica 2D/3D. Il ruolo del geologo, invece, nello sfruttamento delle risorse naturali nelle miniere e nella valutazione dei rischi legati alle opere pubbliche e private, è sempre stato molto più definito e ha visto una stretta collaborazione tra geologi e ingegneri. In tali ambiti, le tecnologie legate ai rilevamenti geofisici ad alta risoluzione e alle informazioni geologiche provenienti dalla perforazione di fori poco profondi sono state meno rilevanti, mentre la classica valutazione geologica attraverso l'analisi di campioni e rilevamenti risulta fondamentale. Per la valutazione dei rischi ambientali (frane, sismicità, inquinamento), che ha visto un importante sviluppo durante gli

ultimi decenni, la geologia di superficie e la geochemica hanno assunto un ruolo sempre più rilevante nei progetti.

La figura 2 riassume in modo grafico e sintetico come le geoscienze sono attualmente impiegate nei vari settori industriali e di ricerca.

Il progetto del Ponte sullo Stretto di Messina è sicuramente un esempio che può fungere da punto di riferimento ("*benchmark*") per una "Gestione Sostenibile dei Rischi (SRM)", che considera le seguenti azioni: il calcolo dell'impronta ecologica netta del progetto attraverso una linea temporale differenziata, un'analisi delle risorse energetiche coinvolte e della provenienza delle risorse naturali, nonché l'installazione di una fitta rete di monitoraggio permanente della microsismica nell'area.

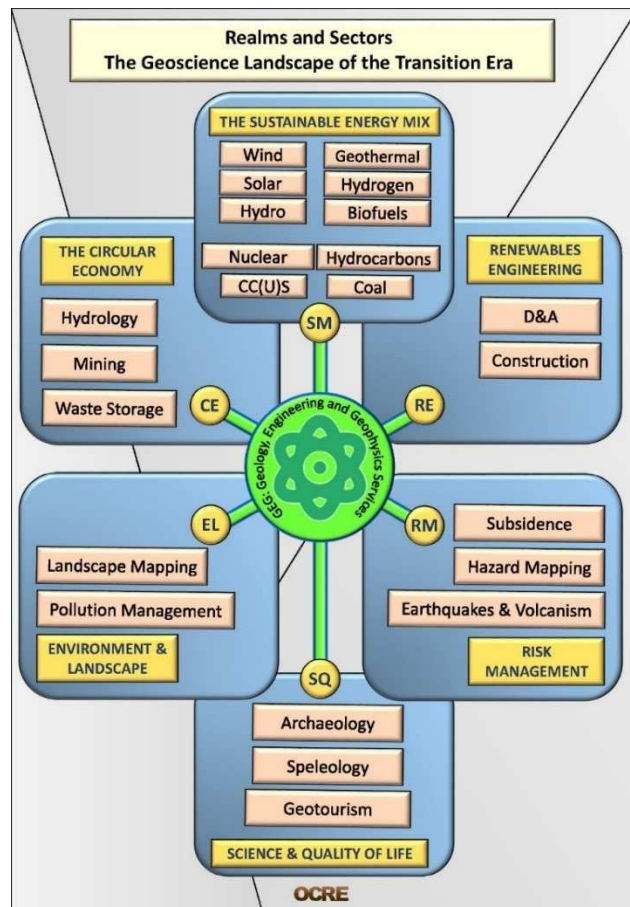


Fig. 2. Il Ruolo delle Geoscienze nel paesaggio della Nuova Era dell'Utilizzo delle Risorse e della Generazione di Energia.

L'Era della 4° Rivoluzione Industriale – le Nuove Tecnologie

Argomenti come le scienze dell'informatica e dell'informazione, la gestione del territorio mediante sistemi informatizzati (GIS) e la creazione di modelli tridimensionali computerizzati (ad esempio, "*Shared Earth Models*") sono ormai strettamente integrati nel lavoro quotidiano. Diverse materie geoscientifiche classiche, come la litostratigrafia, la sedimentologia, la petrofisica, la biostratigrafia, la micropaleontologia, la tettonica, la geochemica, la geofisica e, non da ultimo, la geomatematica, si affiancano alla geomeccanica, alla termodinamica, all'ingegneria e alla scienza dei materiali.

Le geoscienze hanno compiuto progressi enormi in termini di informatizzazione. Nell'industria, è consuetudine lavorare con informazioni acquisite preventivamente

attraverso strumenti geofisici, fornite quindi in forma digitale (ad esempio, log e dati sismici). Tuttavia, ciò richiede l'interpretazione del geologo in collaborazione con il geofisico.

Nella geologia "classica accademica", il lavoro era principalmente descrittivo, specialmente quando si trattava di analizzare gli affioramenti per creare la carta geologica. Non è sorprendente che le diverse carte geologiche disponibili per la stessa zona variassero notevolmente tra loro, ed è giusto che sia così, poiché ogni operatore faceva uso di informazioni diverse. Gli affioramenti stessi non hanno una vita eterna, e nuovi affioramenti vengono continuamente esposti. La geoscienza di oggi, al contrario, è digitale, e quindi la fase iniziale di raccolta dati (costruzione di un database territoriale) viene separata dalla fase interpretativa (creazione della carta geologica), il tutto svolto in un contesto digitale. Questo sviluppo è pienamente in atto, utilizzando strumenti GIS e immagini satellitari ad alta risoluzione del territorio disponibili pubblicamente. Inoltre, molti dati vengono attualmente raccolti tramite UAV (Veicoli Aerei a Pilotaggio Remoto o Droni), una tecnologia che possiamo definire "geofisica", affiancandosi alle metodologie classiche di geofisica e telerilevamento.

Sempre più banche dati vengono rese pubblicamente disponibili per cittadini, mondo del lavoro e ricerca. Esempi di ciò sono il progetto ViDEPI per i dati del sottosuolo e il progetto EPOS della Comunità Europea. Possiamo includere queste iniziative nella generazione di un "cloud" di "big data" nell'ambito dell'"Internet of Things" (Internet delle Cose), supportato dall'intelligenza artificiale. Utilizzando queste informazioni in modo integrato, è possibile costruire una replica tridimensionale della realtà all'interno di un sistema condivisibile e visitabile in un ambiente di realtà virtuale immersiva da parte di diversi utenti, definito "Digital Twin" (Doppio Digitale), un termine che si avvicina al concetto di "Shared Earth Model" (Modello Condiviso della Terra) di un decennio fa. Un aspetto particolare di un ambiente del genere è la presenza di informazioni a tutte le scale, dai centimetri ai chilometri. Presto potremmo sperare di visitare in realtà virtuale o aumentata un "Digital Twin" del Ponte sullo Stretto di Messina, in cui sono presenti gli aspetti ingegneristici, ambientali, geologici, biologici, geografici, industriali, idrografici, eccetera. E perché no, potrebbe essere realizzata una replica in scala tramite una stampante 3D.

Si consiglia, quindi, di adottare le seguenti azioni per avere una visione più aggiornata della situazione geologica:

- Rendere disponibili tutti i dati geofisici attualmente custoditi nell'ambiente industriale dell'intera area dello Stretto (dati sismici 2D e 3D, log e campioni da pozzi profondi; sia dati originali che riprocessati).
- Effettuare il "reprocessing" dei dati sismici disponibili.
- Acquisire un "Ultra-High Density 3D Seismic Survey" (Rilevamento Sismico 3D ad Alta Densità).
- Effettuare una perforazione di un pozzo stratigrafico profondo.
- Interpretare una serie di dataset InSAR (Interferometria Radar a Sintesi di Apertura).



Fig. 2. "The Internet of Things". La mappa degli "GeoWonders" di OCRE come esempio dell'immensa quantità di informazione attualmente disponibile sul Pianeta Terra.

L'Arco Calabro

L'Arco Calabro rappresenta, dal punto di vista geologico, uno dei sistemi più complessi esistenti al mondo. Mostra una grande varietà di elementi tettonici e stratigrafici nel suo territorio, nonché un'evoluzione temporale caratterizzata da numerosi episodi e pulsazioni di diverso tipo. Questo è dovuto alla sua posizione all'interno della "fascia mobile mediterranea", che si estende tra il continente africano e quello europeo e ha subito movimenti obliqui tra questi continenti, sia di tipo distensivo che compressivo. In generale, si è osservato uno sviluppo che va dall'apertura di un bacino oceanico (il Tetide) durante il Mesozoico alla sua successiva chiusura fino all'epoca recente. L'Arco Calabro è una delle varie fasce deformate, spesso arcuate, che si sono formate nel Mediterraneo, e attualmente mostra una zona di subduzione di resti della crosta oceanica ancora ancorati alla placca africana sotto elementi staccati della crosta europea (la Calabria). I complessi movimenti orizzontali e verticali che si verificano nell'epoca recente sono legati alla combinazione di movimenti attivi differenziali in tutta la zona verso il nord, la continua subduzione della crosta oceanica ionica e i movimenti verticali di tipo "isostatico",

probabilmente legati alla (parziale) rottura della placca. Data l'enorme complessità di questo contesto, la possibilità di acquisire informazioni dettagliate con una risoluzione adeguata è fondamentale per una gestione sostenibile dei rischi.

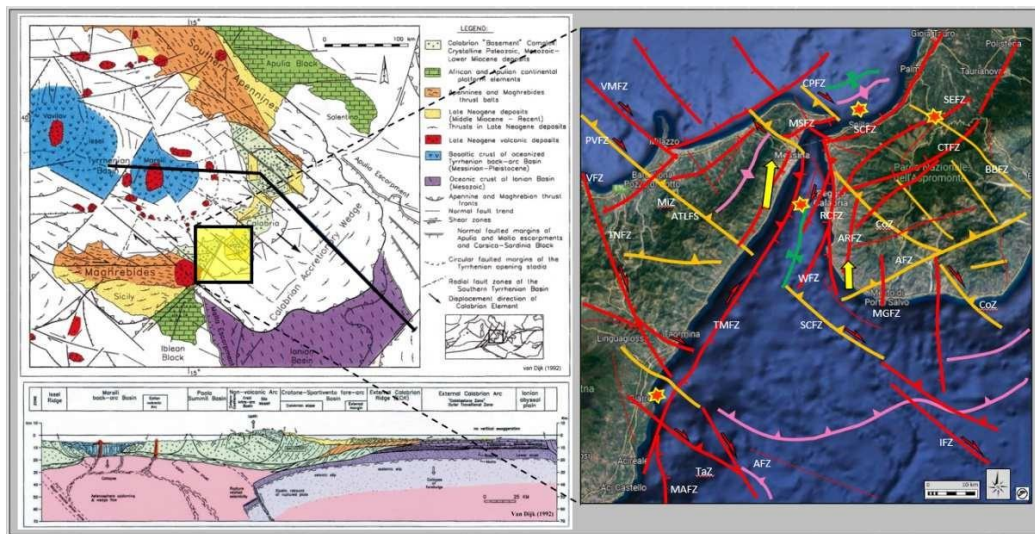


Fig. 3. Lo Stretto di Messina nel quadro della complessità geologica dell'Arco Calabro. La mappa a destra indica in modo schematico le varie strutture (faglie distensive, compressive e strutture anticlinale e sinclinale) ricostruite dai vari autori. In rosso le strutture distensive e transpressive, in arancione quelle transpressive ed in porpora i sovrascorrimenti del cuneo di accrezione ("thrust belt").

Conclusioni e Discussioni

Per quanto riguarda lo "Sustainable Risk Management" e la disponibilità di nuove tecnologie, sono state avanzate alcune considerazioni per seguire specifiche linee guida e adottare azioni atte a raggiungere una visione aggiornata. Si ritiene inoltre importante gestire e interpretare il sistema nella sua complessità attraverso la costituzione di un Task-Force Geoscientifico, comprendente geologi, geofisici ed ingegneri provenienti da ambiti accademici, industriali ed imprenditoriali.

Ringraziamenti

Si ringraziano tutti i collaboratori e colleghi che hanno partecipato alle ricerche in corso nel corso dei decenni. Un ringraziamento speciale va al Consiglio Nazionale dei Geologi per l'organizzazione del Convegno e a tutte le organizzazioni e sponsor che hanno reso possibile l'evento. La loro partecipazione e il loro sostegno sono stati fondamentali per la realizzazione di un evento di successo e per favorire lo scambio di conoscenze e idee nel campo delle geoscienze.

Riferimenti bibliografici

- Angelini, A. (2007); Il Mitico Ponte sullo Stretto di Messina - Da Lucio Cecilio Metello ai giorni nostri: la storia, la cultura, l'ambiente. FrancoAngeli, Sociologia urbana e rurale, Milano (It), 270 pp.
- Gruppo di Lavoro (2021); La valutazione di soluzioni alternative per il sistema di attraversamento stabile dello Stretto di Messina. Struttura Tecnica di Missione (stm) per l'indirizzo strategico, lo sviluppo delle infrastrutture e l'altra sorveglianza, Relazione del Gruppo di Lavoro, 30 aprile 2021, 158 pp.
- Lentini, F. (2011); Ponte sullo Stretto di Messina - Progetto Definitivo - Relazione Geologica Generale. Eurolink S.C.p.A., PB0004_F0, 99 pp.