

Borsa di studio attivata ai sensi di quanto disposto dal D.M. n. 1061 del 10/08/2021

Titolo del progetto: Valutazione del potenziale di stoccaggio di idrogeno del territorio italiano (considerando tutte le opzioni caverne e reservoirs)

La borsa sarà attivata sul seguente corso di dottorato accreditato per il XXXVII ciclo:
SCIENZE DELLA TERRA

Responsabile scientifico: Prof.ssa Sabina Bigi

Area per la quale si presenta la richiesta: GREEN

Numero di mensilità da svolgere in azienda: 6

Numero di mensilità da svolgere all'estero: 6 presso BGS, Sede di Nottingham

Azienda: Eni S.p.A.

Il Dipartimento è disponibile a cofinanziare per un importo pari a euro: 7.000,00

Dipartimento finanziatore: DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA con delibera del 21/09/2021

Progetto di ricerca:

Nell'ultimo decennio, c'è stato un interesse crescente per l'uso su larga scala dell'idrogeno nei settori del trasporto e delle energie rinnovabili. Lo stoccaggio geologico sotterraneo del gas idrogeno potrebbe offrire sostanziali riduzioni dei costi di stoccaggio dell'energia e capacità di buffer per soddisfare la possibile interruzione nell'approvvigionamento energetico o nel cambio delle richieste stagionali di energia. Generalmente, lo stoccaggio idrogeno sotterraneo non differisce significativamente dallo stoccaggio del gas naturale o dallo stoccaggio geologico di CO₂ e gran parte del know-how acquisito può essere trasferito da queste tecnologie. Le opzioni del sito di stoccaggio geologico includono caverne di sale, olio esaurito e/o serbatoi di gas metano, acquiferi e caverne in rocce competenti. Ciononostante, ad eccezione delle caverne in rocce, non per tutti i tipi di siti sono disponibili tutte le informazioni necessarie e quindi questa tecnologia richiede studi più dettagliati ed estesi. Uno degli aspetti principali è che l'idrogeno gassoso deve essere gestito adeguatamente per fornire una tenuta durante la conservazione sotterranea, il trasporto e l'utilizzo, per questo motivo il tipo di miscelazione delle specie gassose deve essere valutato e considerato al fine di ridurre i rischi e migliorare la sicurezza. La scelta delle strutture geologiche per lo stoccaggio idrogeno sotterraneo dovrebbe essere basata su un'analisi geologica dettagliata, prendendo in considerazione criteri geologici e ingegneristici. Gli ostacoli geologici, tecnologici, economici, legali e sociali devono essere affrontati prima che lo stoccaggio idrogeno sotterraneo sia implementato su una scala completa. In questa proposta, il potenziale del territorio italiano allo stoccaggio geologico dell'idrogeno sarà valutato utilizzando un approccio regionale, come già affrontato per altri gas (metano e CO₂), per migliorare le nostre conoscenze su diversi aspetti dei processi di stoccaggio del gas idrogeno e di fornire informazioni ai responsabili delle decisioni.

Lo sviluppo dello stoccaggio geologico dell'idrogeno si basa su diversi aspetti, a partire da quelli politici e socio-economici fino a quelli più tecnologici e scientifici. Uno degli aspetti principali è determinare la fattibilità dello stoccaggio geologico per l'idrogeno ed è basato sulla valutazione dell'assetto, della storia e dell'evoluzione geologica di un territorio. Diversi paesi hanno già iniziato questo processo, e sono stati adottati approcci diversi per la selezione e la caratterizzazione dei siti. Ad esempio, il modello H₂GSM prodotto dal laboratorio nazionale di Sandia (Stati Uniti) si basa su due componenti principali: il modulo di archiviazione geologico e il modulo dei sistemi economici (Lord et al., 2014). Un altro approccio si basa sul processo di gerarchia analitica (AHP), proposto per la selezione del sito di stoccaggio dell'idrogeno in Polonia (Lewandowska et al., 2018). Questo approccio utilizza un processo decisionale multicriterio che seleziona siti basati su 5 criteri per gli acquiferi e 6 criteri per le caverne di sale e i reservoir di gas

depleti. Questo metodo consente decisioni oggettive durante la selezione della struttura geologica più soddisfacente e fornisce una base per classificare le posizioni potenziali (strutture geologiche) proposte come siti di stoccaggio di idrogeno sotterraneo utilizzando le caratteristiche specifiche del sito e / o in comune tra i siti. La necessità di quantificare il potenziale del territorio nazionale italiano in termini di siti fruibili e la capacità di stoccare idrogeno sta diventando sempre più urgente da attuare nei futuri piani energetici nazionali. Questo progetto ha gli obiettivi di valutare il potenziale di tre aree target del territorio italiano per lo stoccaggio sotterraneo dell'idrogeno, selezionati tra quelli già considerati adatti per il metano e allo stoccaggio di geologico di CO₂. Queste aree comprendono il dominio adriatico (sia onshore che offshore), quello bradanico (tra le regioni della Puglia e della Basilicata) e del sud della Sicilia; Un particolare interesse può essere dedicato anche alle rocce ignee della Sardegna. L'idea è di identificare le principali province geologiche che possono fornire siti adatti alla stoccaggio di idrogeno, come caverne sale, acquiferi profondi e giacimenti di gas esauriti. Sulla base di base della conoscenza dell'assetto geologico (sequenze stratigrafiche, geometrie del bacino, distribuzione di sismicità, ecc.) Una classificazione di queste aree sarà prodotta, evidenziando gli aspetti critici che devono essere affrontati. Ad esempio, le reazioni chimiche e l'effetto che l'idrogeno (e la sua miscelazione con altri gas) possono esercitare le proprietà rocciose o la valutazione della capacità di tenuta caprock, o altri problemi tecnici connessi con l'impatto sulle infrastrutture. Le caverne di sale sono attualmente l'unico impianto sotterraneo utilizzato per conservare l'idrogeno.

Metodologia: il flusso di lavoro fornisce tre passaggi principali, che verranno eseguiti durante i tre anni del dottorato: 1) definizione dei criteri principali per ciascun tipo di serbatoio; 2) Raccolta dei dati; 3) classificazione dei siti. Un ulteriore passo sarà la modellazione statica e dinamica 3D di un sito con condizioni favorevoli, selezionato tra i più rappresentativi. Tutti i dati raccolti e la valutazione eseguiti saranno organizzati in un database GIS in cui le informazioni saranno organizzate in diversi livelli sovrapposti.

Definizione dei principali criteri per ogni tipo di serbatoio - il primo passo sarà una revisione completa dei criteri utilizzati per la selezione del sito proposti per altri paesi, come Stati Uniti, Regno Unito, Polonia, Spagna, per sviluppare caratteri equivalenti per le aree selezionate d'Italia, considerando le diverse configurazioni geologiche. La valutazione del serbatoio e caprock si baserà sui dati disponibili dalla ricerca di idrocarburi con gli obiettivi per classificare diversi domini stratigrafici in termini di coppia caprock / serbatoio. I parametri principali che dovrebbero essere considerati nella valutazione della capacità di stoccaggio saranno definiti, nonché i metodi di calcolo (incluso l'approccio analitico). Alcuni di questi parametri sono già ben noti (ad es. posizione, tipo di stoccaggio, litologia, profondità dell'acquifero, porosità, permeabilità, spessore della formazione, profondità di formazione, pressioni di formazione e salinità), e possono essere considerati in comune con i requisiti da altri tipi di stoccaggio (metano, CO₂), ma altri, sono collegati direttamente con lo stoccaggio dell'idrogeno come ad esempio, la pressione operativa. Particolare attenzione sarà dedicata alla revisione della procedura utilizzata per calcolare la capacità. Raccolta dei dati: questa fase è dedicata alla costruzione del database necessaria per la valutazione. Secondo i requisiti dei criteri, per le aree dell'Italia considerata (dominio adriatico e bradanico e le due isole principali), i dati saranno essere raccolti utilizzando il database pubblico (come VIDEPI, [HTTPS://www.videpi.com/videpi/videpi.asp](https://www.videpi.com/videpi/videpi.asp)), dati dalla letteratura e altri dati provenienti da donazioni, e i dati industriali. Il database includerà layers geologici (mappe geologiche e strutturali, profili geologici, analisi stratigrafica, logs di pozzi) e dati geofisici (linee sismiche, mappe isocrone). Per le aree adriatiche, questo tipo di collezione è già disponibile, considerando che il team del TFC Lab ha dedicato molti anni allo studio della geologia di quest'area. Classificazione dei siti individuati(ranking): questa fase include la definizione della procedura di classificazione e la valutazione di ciascuna struttura considerata. Verranno assegnati diversi "punteggi" per ciascun parametro e tutti questi valori saranno normalizzati per ottenere valutazioni comparabili. Durante questa fase, verrà eseguito il primo calcolo della capacità, in base alle procedure già pubblicate per ciascuna struttura. Per uno di questi, tra i più rappresentativi e con una classifica più alta, il modello geologico 3D verrà eseguito così come la simulazione dinamica dell'iniezione, per convalidare il calcolo della capacità (quest'ultima parte verrà svolta in collaborazione con l'industria).

Titolo del progetto (inglese): Potential hydrogen storage capacity in Italy (including caverns and reservoir)

Progetto di ricerca (inglese):

Over the last decade, there has been a growing interest in the large-scale use of hydrogen in the transportation and renewable energy sectors. Underground geologic storage of hydrogen gas could offer substantial energy storage cost reductions as well as buffer capacity to meet possible interruption in energy supply or changing of the seasonal demands. Generally, underground hydrogen storage does not significantly differ from natural gas storage or CO₂ geological storage and much of the gained know-how can be transferred from these technologies. Geological storage site options include salt caverns, depleted oil and/or gas reservoirs, aquifers, and hard rock caverns. Nevertheless, it is not yet an available and technically feasible way of storing energy and it requires more detailed and extensive studies. One of the main aspects is that gaseous hydrogen must be handled adequately to provide tightness during underground storage, transport and withdrawal so that mixing gaseous species can be potentially considered to reduce risks and improve safety. The choice of geological structures for underground hydrogen storage should be based on a detailed geological analysis, taking geological and engineering criteria into account. Geological, technological, economic, legal and social obstacles need to be addressed before the underground hydrogen storage is implemented on a full scale. In this proposal, the potential of the Italian territory to hydrogen geological storage will be assessed using a regional approach, as already tackled for other gasses storage (methane and CO₂), to improve our knowledge on different aspect of gas storage processes and to provide information to decision-makers. The development of the hydrogen geological storage is based on several different issues, from the political and socio-economic aspects to the more technological and scientific ones. One of the main aspects is to determine the feasibility of underground geologic storage for hydrogen and it is based on the evaluation of the geological setting, history, and evolution of a territory. Several countries have already started this process, but still few different approaches for site selection and characterization have been adopted. For example, the H₂GSM model produced by the Sandia National Lab. (US) is based on two core components: the geologic storage module and the economic systems module (Lord et al., 2014). Another approach is based on the Analytic Hierarchy Process (AHP), proposed for hydrogen storage site selection in Poland (Lewandowska et al., 2018). This approach uses a multicriteria decision-making process that select sites based on 5 criteria for aquifer and 6 criteria for salt cavern and natural gas reservoir. This method allows for objective decisions while selecting the most satisfactory geological structure and provides a base for ranking the potential locations (geological structures) proposed as underground hydrogen storage sites by using site-specific and/or shared characteristics of the sites. The need to quantify the potential of Italian national territory in terms of suitable sites and storing capacity is becoming increasingly urgent to be implemented in future national energy plans. This project has the aims to evaluate the potential of three target areas of the Italian territory for the underground storage of hydrogen, selected among the ones already considered suitable for methane and CO₂ geological storage. These areas comprise the Adriatic domain (both onshore and offshore), the Bradanic though (between Puglia and Basilicata regions) and the south of Sicily; a particular interest can be also dedicated to the igneous rock of Sardinian Island. The idea is to identify the main geological provinces that can provide most likely geological candidates for the underground storage of hydrogen, that which can be resumed as salt caverns, depleted gas reservoirs and aquifers. On the basis of the knowledge of the geological settings (stratigraphic sequences, basin geometries, seismicity distribution, etc.) a classification of these areas will be produced, highlighting the critical aspects that need to be addressed. For example, the chemical reactions and the effect that hydrogen (and its mixing with other gasses) can exert on rock properties, or the evaluation of caprock sealing capacity, or other technical issue connected with the impact on the infrastructures, as the hydrogen embrittlement. Salt caverns are currently the only underground facility used to store hydrogen.

Methodology - The working flow provides three main steps, that will be performed during the two years of the project: 1) definition of the main criteria for each type of reservoir; 2) data collection; 3) rank definition and attribution to sites. A further step will be the 3D static and dynamic modelling of one site with a higher rank, selected among the most representatives. All the data collected as well as the evaluation performed will be organized in a GIS database where

information will be organized in different overlapping layers.

Definition of the main criteria for each type of reservoir - The first step will be a comprehensive review of the criteria used for site selection proposed for other countries, such as the US, UK, Poland, Spain, to develop equivalent characters for the selected areas of Italy, considering the different geological configurations. The evaluation of reservoir and caprock will be based on the data available from hydrocarbons research with the aims to classify different stratigraphic domains in terms of couple caprock/reservoir. The main parameters that should be considered in the storage capacity evaluation will be defined, as well as the calculation methods (including the analytical approach).

Some of these parameters are already well known (e.g., location, storage unit type, lithology, groundwater depths, porosity, permeability, formation thickness, formation depth, formation pressures, and salinity), and can be considered in common with the requirements from other gas storage, but others, are directly connected with hydrogen storage, such as, for example, operational pressure. During this phase, an interaction with some industry representatives and, if possible, the Ministry of Energy Transition will be organized to better define these requirements. Particular attention will be dedicated to the revision of the procedure used to calculate capacity. Data collection – This phase is dedicated to the construction of the database needed for the evaluation. According to the criteria requirements, for the areas of Italy considered (Adriatic domain, Bradanic though and the two main islands), data will be collected using the public database (as VIDEPI, <https://www.videpi.com/videpi/videpi.asp>), data from literature and other data from previous works of the participants. The database will include geological (geological and structural maps, geological profiles, stratigraphic analysis, wells logs) and geophysical data (seismic lines, isochron maps). For the Adriatic areas, this kind of collection is already available, considering that the participants have dedicated many years to the study of the geology of this area. The definition of the geological setting of the target areas will allow their evolution and classification in terms of hydrogen storage. Rank definition and attribution to sites – This phase includes the definition of the ranking procedure and the evaluation of each considered structure. Different ranks will be assigned for each parameter and all these values will be normalized to obtain comparable evaluations. During this phase, the first calculation of capacity, based on already published procedures will be performed for each structure. For one of them, among the more representative and with higher ranking, the 3D geological model will be performed as well as the dynamic simulation of injection, to validate the capacity calculation.