

Geologi di Sicilia

gdiS

BOLLETTINO DELL'ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DI SICILIA
Spedizione in abbonamento postale 70%



Anno XIV

Ottobre-Dicembre 2006

4

Progettazione di grandi impianti industriali e Valutazione Impatto Ambientale: l'influenza delle condizioni idrogeologiche nelle scelte tecnologiche

L'esempio della centrale elettrica a ciclo combinato di Flumeri

Gualtiero Bellomo - Geologo, libero professionista

Referente di progetto per la Commissione VIA - Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare

I. Introduzione

Con decreto n. 00098 del 01/02/06 a firma congiunta del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Ministro per i Beni e le Attività Culturali è stato reso parere favorevole in relazione alla compatibilità ambientale di un progetto presentato dalla Società Edison s.p.a. relativo alla realizzazione di una **"Centrale termoelettrica a ciclo combinato da realizzarsi nel Comune di Flumeri (Avellino)"**. Il parere positivo con prescrizioni della Commissione V.I.A. è stato reso nella riunione del 27/06/02.

Si tratta evidentemente di una grossa infrastruttura ed affrontare il problema di una progettazione di tale impegno, soprattutto in relazione alle scelte tecnologiche, valutando in maniera opportuna gli impatti sull'ambiente, è stato certamente di grande interesse per tutti coloro che vi hanno partecipato e per chi come me è stato chiamato a farne la V.I.A.

L'esempio qui riportato mi serve, se ancora ce ne fosse bisogno, a dimostrare che il ruolo del geologo risulta essenziale non solo per la necessaria conoscenza delle condizioni geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche del territorio in cui si vuole realizzare una determinata opera ma è di grandissima utilità per risolvere problemi progettuali anche a livello delle scelte tecnologiche più avanzate e contemporaneamente più rispondenti alle reali condizioni del sito.

Uno stato che si pone il giusto obiettivo di superare la cronica insufficienza energetica del nostro Paese deve tenere presente che una moderna progettualità non può che essere sensibile a tutti gli aspetti ambientali.

La scommessa che tutti dobbiamo vincere sia come cittadini ma soprattutto come geologi e come professionisti del territorio è quella di coniugare la tutela dell'ambiente e l'utilizzo sostenibile delle risorse naturali con lo sviluppo economico delle nostre comunità.

È fin troppo chiaro che vincere questa scommessa potrà essere considerata anche la vittoria dei geologi che troveranno sempre maggiori spazi di lavoro e di professionalità.

Da questo punto di vista mi sembra di poter dire che negli anni si è consolidato un nuovo approccio alla redazione dei progetti anche di grandi impianti industriali dove il ruolo del Geologo diventa sempre più importante e decisivo nelle scelte progettuali, consacrandolo professionista a pieno titolo progettista.

L'esempio del progetto della centrale elettrica a ciclo combinato di Flumeri è certamente illuminante in quanto il ruolo del Geologo è stato decisivo nella definizione delle scelte di fondo in una visione moderna basata non solo sulle possibili alternative tecnologiche ma anche sulla valutazione degli impatti che l'impianto in oggetto aveva sulla "Componente Ambiente Idrico".

Il progetto riguarda la realizzazione di una centrale a ciclo combinato da 400 MW con alimentazione a gas nel territorio del Comune di Flumeri (Avellino), all'interno del perimetro ASI.

Fanno parte integrante del progetto opere accessorie quali:

- un elettrodotto di connessione tra la nuova centrale e la rete elettrica nazionale il cui punto di allaccio è individuato, come da indicazioni del Gestore della rete, presso la sottostazione elettrica a 380 kV in località Aia della Corte, nel Comune di S. Angelo de' Lombardi; l'elettrodotto ha uno sviluppo di circa 11,7 km di cui km 4,2 interrato e km 7,5 aereo;
- un gasdotto, per l'alimentazione della centrale, il cui allaccio alla rete SNAM è previsto nel Comune di Fontanarosa dopo uno sviluppo complessivo di circa 12,8 km.

L'area interessata dal progetto si colloca lungo la Valle dell'Ufita e risulta accessibile dall'autostrada Napoli-Bari attraverso l'uscita di Grottaminarda, proseguendo lungo la nuova variante dell'agglomerato industriale.

Il progetto presentato inizialmente presso la Commissione VIA è stato profondamente cambiato in relazione al fatto che il sottoscritto, nella qualità di referente del progetto, ha chiesto ed ottenuto, sulla base

degli studi geologici redatti nell'ambito dello SIA, la modifica delle scelte tecnologiche, soprattutto in relazione all'impianto di raffreddamento inizialmente previsto con l'utilizzo di una notevole quantità di risorse idriche (49,3 m³/ora).

Le caratteristiche finali dell'impianto in termini di consumi di materia prima (gas metano ed acqua), energia termica prodotta o dispersa, da quanto desumibile dallo SIA, sono riportate sinteticamente nella tabella seguente:

Parametro	UdM	Valore
Dimensioni		
Superfici di Occupazione Dirett	m ²	17.100
Superfici Impermeabilizzate (asfaltate + coperte)	m ²	15.500
Volumetrie Totali Edifici e Cabinati	m ³	198.000
Superfici Coperte	m ²	11.600
Bilancio Energetico dell'Impianto		
Potenza Elettrica Lorda	Mwe	359,522/404,168
Potenza Termica (sul Potere Calorifico Inferiore)	MWt	657,86/808,228
Scarico Termico in Ambiente Idrico	MWt	trascurabile
Scarico Termico in Atmosfera	MWt	298,338/404,06
Scarico Termico Complessivo	MWt	298,338/404,06
Rendimento Complessivo Netto	%	53,58/49,12
Uso di Risorse e Pressioni Ambientali		
Uso Acqua di Raffreddamento	m ³ /h	0
Uso Acqua di Pozzo	m ³ /h	1,2/6
Portata Complessiva dei Fumi secchi ⁽¹⁾	Nm ³ /h	1.936.080/ 2.354.400
Temperatura Fumi	°C	104/96,2
Altezza Camino	M	50
Coefficiente di Utilizzo	ore/anno	8.000
Effluenti Liquidi	m ³ /h	0,2
Effluenti Liquidi	M ³ /anno	1.600
Combustibile Utilizzato		Gas Metano trascurabile
Concentrazione nei Fumi di SO ₂	mg/Nm ³	50/49
Concentrazione nei Fumi di NO _x ⁽²⁾	mg/Nm ³	Trascurabile
Concentrazione nei Fumi di PST	mg/Nm ³	365,65/370
Emissioni di CO ₂ per Unità di Energia Prodotta	Kg/MWh	Trascurabile
Emissioni Orarie di SO ₂	kg/h	96,8/115,37
Emissioni Orarie di NO _x ⁽²⁾	kg/h	Trascurabile
Emissioni Orarie di PST	kg/h	Trascurabile
Emissioni Annue di SO ₂	t/anno	Trascurabile
Emissioni Annue di NO _x ⁽²⁾	t/anno	774.400
Emissioni Annue di PST	t/anno	Trascurabile
Vincoli (Distanza Minima)		
Edifici Residenziali dalla recinzione della Centrale	m	106
Zone a Vincolo Idrogeologico (RD 3267/ 23)	m	> 5.000
Zone a Vincolo Monumentale (L 1089/39)	m	3.000
Zone a Vincolo Forestale (L 431/85)	m	> 5.000
Zone a Vincolo di L 431/85 - Corsi d'Acqua	m	570
Zone a Vincolo di L 431/85 - Fascia Costiera	m	> 5.000
Siti BioItaly	m	> 5.000
Opere Connesse		
Elettrodotto	km	11,7
Gasdotto	km	12,93
Tempi e Costi		
Costi totali	Mld Lit	
Durata dei Cantieri	mesi	24
⁽¹⁾ Fumi Secchi con 15% di Ossigeno ⁽²⁾ Espresi come NO ₂		

I progettisti ed i redattori dello SIA sono: Fiat Engineering spa (Torino), S.T.A. Pantharch (Roma), TSA Consulting srl (Padova). La consulenza geologica per il gruppo di progettazione è stata redatta dai Dr. Cairola e Sagliaschi

Passando rapidamente alla descrizione delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche, così come desunte dallo SIA, possiamo dire che:

2. Componente suolo e sottosuolo

L'orografia denuncia con evidenza un orientamento generale secondo la direttrice NNO-SSE mantenendo un certo parallelismo tra gli assi orografici e morfologici.

Dai monti della Baronia hanno origine il T.Fiumarella ed il T.Calaggio con andamento perpendicolare agli assi orografici ed il F.Ufita con decorso parallelo a questi ultimi.

La natura clastica delle rocce sedimentarie che affiorano in zona, con assoluta prevalenza dei sedimenti argillosi o a componente argillosa, fa sì che i profili morfologici di gran parte della regione si presentino generalmente morbidi ma con condizioni di particolare instabilità localizzate sia nei versanti associati a pendenze medio-elevate ed elevate, sia nei versanti a pendenze più dolci.

A ridurre il dissesto provocato di continuo dalle frane non contribuisce il mantello vegetale poiché rare e di limitata estensione sono le aree boschive e, in genere, le colture arboree. Lungo la maggior parte dei rilievi si sviluppa solo una vegetazione cespugliosa od erbacea che alimenta pascoli assai magri tranne che sulle superfici dolcemente ondulate della sommità dei colli.

Il Piano straordinario per la rimozione delle situazioni a rischio più alto redatto dall'Autorità di Bacino dei Fiumi Liri, Garigliano e Volturno della Regione Campania, individua, oltre le numerose frane lungo i versanti, due tratti del corso d'acqua principale dove si riscontra una accentuata erosione in alveo.

I rilievi sono separati da un'ampia pianura alluvionale, subpianeggiante e, quindi, caratterizzata da condizioni di assoluta stabilità.

Da quanto si desume dai rilievi geomorfologici eseguiti, dalla lettura della cartografia tecnica allegata allo SIA e dalle integrazioni allo stesso SIA richieste dal sottoscritto, il sito della centrale è in un'area assolutamente stabile visto che si trova all'interno della piana alluvionale, l'elettrodotto ed il metanodotto, nonché lo scarico delle acque da parte della centrale non interferiscono mai con le situazioni a rischio segnalate dal suddetto piano, poiché i tracciati dell'elettrodotto e del metanodotto sono stati studiati in maniera da evitare l'interessamento diretto di aree in frana.

I litotipi affioranti, a partire dai termini più recenti sono:

- *Alluvioni recenti ed attuali (Quaternario)*: sedimenti conglomeratici formati da ciottoli di piccole e medie dimensioni derivanti dalla ri-elaborazione dei conglomerati pliocenici e da blocchi litoidi derivanti dalle formazioni flyschiodi mioceniche, immersi in matrice argillo-sabbiosa.
- *Depositi fluviali sabbio-conglomeratici, terrazzati (Quaternario)* Come i precedenti ma con una minore o nulla frazione limo-sabbiosa.
- *Argille ed argille sabbiose, grigie e giallastre (Pliocene)*: sedimenti argillo-siltosi in cui si alternano strati argillo-sabbiosi e sabbiosi.
- *Sabbie ed arenarie con livelli di puddinghe poligeniche e di argille sabbiose (Pliocene)*: si tratta di sabbie ed arenarie con lenti e strati di conglomerati poligenici e livelli di argille sabbiose che possono ritrovarsi in diversa posizione nella successione dei sedimenti pliocenici. In zona si rinvengono intercalate nei precedenti termini argillo-sabbiosi.
- *Conglomerati poligenici (Pliocene)* più o meno cementati con livelli sabbiosi.
- *Argille sabbiose, argille marnose, sabbie ed arenarie (Miocene)*: si tratta di una formazione sedimentaria molto presente in zona che spesso si trova in eteropia laterale con molasse e sabbie argillose.
- *Argille siltose, marne siltose galestriformi alternate a calcari marnosi, a luoghi selciferi ed arenarie quarzose (Miocene)-(Formazione di Frigento)*: si tratta di alternanze quanto mai variabili in senso orizzontale e verticale; in zona si osserva una prevalenza di scisti argilloso-arenacei con arenarie quarzoso-calcaree entro le quali si incontrano di rado straterelli di calcareniti e calcari marnosi in parte silicei.
- *Argille e marne, calcari e calcari-marnosi, breccie calcaree, sabbie ed arenarie, (Complesso indifferenziato)*: tale complesso è formato da sedimenti prevalentemente argillosi, grigi e varicolori, alternati ad argille marnose e marne siltose con differente grado di costipazione e scistosità; entro questi sedimenti si ritrovano, in quantità variabile da luogo a luogo, strati o complessi di strati litoidi formati da calcari, calcari marnosi, calcareniti, calciliti, breccie e breccie calcaree, arenarie, sabbie, molasse, puddinghe, diaspri e scisti diasprini.

3. Effetti previsti ed indicazioni di mitigazione

La futura centrale è ubicata all'interno della grande piana alluvionale dell'Ufita e, quindi, per il tipo di installazione industriale prevista non sono attesi impatti negativi sull'ambiente geologico tenuto tra l'altro conto che la realizzazione avviene all'interno di un'area già destinata ad attività industriali.

Infatti non si ha occupazione di nuovo suolo, né interferenza con la morfologia in quanto l'area è pianeggiante, né siamo in presenza di terreni che possano dar luogo a instabilità o cedimenti tali che non siano opportunamente risolvibili con i comuni accorgimenti progettuali.

Queste considerazioni sono valide sia in fase di costruzione che in fase di esercizio.

Lo stesso si può dire per quanto riguarda la realizzazione dell'elettrodotto e del metanodotto, purché vengano previsti tutti gli accorgimenti di carattere geologico-tecnico necessari per realizzare a perfetta regola d'arte manufatti di questo tipo in versanti argillosi dove si individuano localizzati fenomeni gravitativi.

4. Componente Ambiente Idrico: Caratteristiche di permeabilità dei terreni

I terreni affioranti nell'area in esame possono essere raggruppati dal punto di vista idrogeologico nel modo seguente:

- *Complesso arenaceo-marnoso-siltitico* caratterizzato da permeabilità nel complesso bassa o nulla con intercalati livelli a permeabilità medio-elevata; è costituito dalle alternanze della Formazione di Frigento.
- *Complesso argilloso-calcareo* caratterizzato da permeabilità molto bassa o nulla, considerato che la componente calcarea si rinviene in strati di limitato spessore e spesso inglobata nella massa argillosa; è costituito dalle argille e marne prevalentemente siltose, grigie e/o varicolori, calcari, brecciole calcaree del Complesso indifferenziato.
- *Complesso argilloso-sabbioso* caratterizzato da permeabilità generalmente bassa; è rappresentato dalle argille, argille sabbiose, argille marnose, sabbie ed arenarie.
- *Complesso conglomeratico-sabbioso* caratterizzato da permeabilità medio-elevata; tale complesso risulta essere costituito dalle sabbie ed arenarie con livelli di puddinghe e dai conglomerati poligenici.
- *Complesso dei depositi detritico alluvionali* caratterizzati da permeabilità medio-elevata; è costituito dai depositi alluvionali recenti ed attuali e dai depositi fluviali terrazzati oltre che dai detriti di falda.

Lungo i versanti la prevalente presenza di litotipi a permeabilità bassa o nulla alternati a litotipi a permeabilità medio-elevata determina un assetto idrogeologico caratterizzato da modesti acquiferi secondari localizzati prevalentemente nelle intercalazioni litoidi mioceniche e nei termini sabbio-ghiaiosi pliocenici.

L'acquifero più importante è, invece, presente nelle alluvioni terrazzate della valle del fiume Ufita e nel subalveo del corso d'acqua principale; in particolare il tratto compreso tra le località Ponterotto e Pezza del Vescovo è quello che per motivi strutturali presenta una maggiore estensione e profondità. Infatti è caratterizzato da una particolare struttura "a catino" e risulta tamponato dal complesso argilloso-marnoso-arenaceo.

Le circolazioni idriche sono testimoniate dalla presenza di pozzi disseminati in tutta l'area che mostrano livelli piezometrici intorno alla decina di metri dal piano campagna; sono state localizzate anche alcune emergenze sorgive, all'interno del complesso argilloso-calcareo, poste ad est della zona di indagine.

Al fine di comprendere l'idrologia sotterranea di quest'area i redattori dello SIA hanno acquisito i dati sia da studi precedenti editi ed inediti che da appositi rilevamenti di campagna. Per la ricostruzione della morfologia piezometrica sono stati censiti 60 pozzi misurandone il livello idrico statico.

Dall'esame di questi dati è risultato che siamo in presenza di un complesso multifalde all'interno del quale si individuano due falde principali, una superficiale ed una profonda ed è stata valutata un'alimentazione totale della piana alluvionale pari a 3,6 milioni di m³/anno.

Indagini eseguite presso gli Uffici Pubblici competenti e gli studi eseguiti in fase di redazione dello SIA indicano che il volume totale d'acqua in uscita dal dominio idrogeologico in esame è pari a 3,92 milioni di m³/anno di cui 0,8 milioni di m³/anno è dovuto ai prelievi per uso irriguo, 2,5 milioni di m³/anno a prelievi per uso industriale e 0,62 milioni di m³/anno al deflusso naturale della falda profonda e di quella superficiale a valle dell'acquifero.

Da questi dati risulta che lo sfruttamento della falda è, sia pure di poco, superiore alla sua potenzialità in quanto la differenza tra il volume totale d'acqua in uscita dall'acquifero e l'alimentazione totale dello stesso è risultata pari a 0,32 milioni di m³/anno.

Tenuto conto che le ipotesi progettuali presentate prevedevano un ulteriore prelievo dalle falde di 0,43 milioni di m³/anno e che, viste le condizioni idrogeologiche del sito, questo ulteriore prelievo si poneva come un impatto significativo, in fase di istruttoria si è chiesto al proponente di studiare, di concerto con i geologi, la soluzione tecnologica che potesse coniugare una notevole efficienza ma con un sistema di raffreddamento tale da evitare ulteriori prelievi non sopportabili dalla falda.

5. Possibili impatti previsti durante la fase di costruzione

In questa fase non vengono previsti gravi alterazioni nelle caratteristiche idrologiche dei corpi idrici superficiali e sotterranei. L'unico effetto possibile deriva dalla possibilità di inquinamento delle acque per sversamenti accidentali nei cantieri di lavoro. Per evitare tale impatto il progetto prevede la realizzazione di canalette periferiche all'area di cantiere che normalmente servono alla raccolta delle acque di prima pioggia ma che possono raccogliere ed inviare nelle apposite vasche anche i liquidi inquinanti sversati accidentalmente, evitando qualunque tipo di infiltrazione.

6. Possibili impatti previsti durante la fase di esercizio

Come detto prima, in fase di esercizio, con le tecnologie di raffreddamento inizialmente previste dai progettisti, il fabbisogno idrico veniva stimato in 49,3 m³/anno.

Tenuto conto che il proponente è già in possesso di un pozzo con una concessione per il prelievo di 2 m³/ora che veniva parzialmente utilizzato per le necessità dello stabilimento IRIBUS in attività, si rendeva necessario perforare ulteriori pozzi per il prelievo di almeno altri 48 mc/ora.

Da quanto emergeva dalla stessa relazione geologica allegata allo SIA tale quantitativo di acqua era eccessivo rispetto alle residue potenzialità delle sia pur cospicue falde idriche presenti.

In relazione ai chiarimenti richiesti in fase di istruttoria dal sottoscritto ed ai calcoli sulla reale potenzialità della falda, il proponente concordava con il gruppo istruttore sulla necessità di modificare il sistema di raffreddamento degli impianti, portando il consumo di acqua medio a 1,2 m³/anno.

Tale quantità d'acqua verrà approvvigionata direttamente dal pozzo presente all'interno dello stabilimento già dotato di concessione al prelievo di un quantitativo di mc/annui che risultano sufficienti sia alle esigenze dello stabilimento IRIBUS attualmente esistente che della centrale con il nuovo sistema di raffreddamento, evitando qualunque ulteriore prelievo dalle falde.

Eliminati i problemi legati al prelievo di cospicue quantità d'acqua dal sottosuolo, gli effetti maggiori derivano, quindi, dall'aumento di portata e di temperatura derivante dallo scarico delle acque nei corpi idrici superficiali ad una temperatura che può arrivare ai 30°.

Tale impatto si è comunque notevolmente ridotto una volta che è stato modificato il sistema di raffreddamento ed è stato notevolmente diminuito il quantitativo di acqua utilizzato, ma al fine di eliminare completamente tali impatti i geologi che hanno collaborato alla redazione dello SIA, hanno proposto una soluzione accettata dal gruppo istruttore e cioè di fare sostare in appositi canali e vasche di raffreddamento le acque a temperatura elevata prima di avviarle al circuito di scarico.

7. Conclusioni e prescrizioni

La fase istruttoria si è conclusa con un parere positivo ed alcune prescrizioni da ottemperare in fase di progettazione esecutiva e di realizzazione in cui il ruolo del geologo sarà certamente importante.

A titolo di esempio, oltre ai consueti studi relativi ad un qualunque progetto esecutivo di questo tipo, si è chiesto che:

- Venisse redatto un ulteriore e più specifico e dettagliato studio idrogeologico per la verifica delle ipotesi fatte;
- Venisse previsto un attento monitoraggio delle falde presenti per tutto il periodo di esercizio della centrale;
- Considerato che il proponente ha modificato il sistema di raffreddamento riducendo sensibilmente il prelievo idrico a quantità tali da non essere necessari ulteriori prelievi in falda rispetto a quelli già concessi per il pozzo presente all'interno dello stabilimento con delibera di G.P. n. 369 del 3/3/93 ma tenuto altresì conto che dagli studi a disposizione risulta che la falda è già sovrasfruttata si obbliga il proponente a definire in fase di progettazione esecutiva un sistema di riuso delle acque provenienti dalla centrale e dallo stabilimento industriale della IRIBUS di proprietà del proponente da mettere a disposizione della comunità locale;
- Venisse predisposto un progetto di un ecosistema filtro a valle degli impianti di trattamento delle acque di prima pioggia, prima dell'immissione delle stesse nel F.Ufita;
- Venisse eseguito uno studio di microzonazione sismica, definendo compiutamente il comportamento meccanico dei terreni attraverso un ulteriore e di maggiore dettaglio indagine geognostica e geotecnica in situ ed in laboratorio;
- Venisse verificato che il suolo interessato fosse libero da sostanze o materiali inquinanti legati alle attività industriali già presenti;
- I progetti esecutivi dell'elettrodotta e del metanodotta fossero corredati da studi geologici di estremo dettaglio soprattutto finalizzati all'aspetto geomorfologico.

In conclusione, con questo lavoro, si è voluto dimostrare che la realizzazione dei necessari impianti industriali coniugata ad una doverosa sensibilità ambientale permette al Geologo di assumere un'importanza crescente in una moderna progettazione. La sfida per noi Geologi è, quindi, quella di farci interpreti di questa nuova filosofia di progettazione, assumendo un ruolo sempre più decisivo e determinante imponendo una interdisciplinarietà inter pares tra figure professionali di pari utilità. ■