

ALLEGATO D.11 – ANALISI DI RISCHIO PER LA PROPOSTA IMPIANTISTICA PER LA QUALE SI RICHIEDE L'AUTORIZZAZIONE

ANALISI DEI RISCHI DI CENTRALE: EFFETTI SULLA POPOLAZIONE ESTERNA A SEGUITO DI INCIDENTI DALL'AREA DELLA CENTRALE

La presente relazione è tratta dallo Studio di Impatto Ambientale, giugno 2002.

Premessa

Negli ultimi anni è notevolmente aumentata l'attenzione alle problematiche dei rischi industriali a cui la Comunità è assoggettata quotidianamente.

Questa maggior attenzione è dovuta ai seguenti fattori di evoluzione sociale:

- maggior consapevolezza da parte della Comunità dei rischi insiti nelle attività umane, siano esse sociali o produttive;
- maggiori aspettative di sicurezza sia da parte degli operatori dell'industria che delle popolazioni;
- sempre minor grado di accettazione a livello sensitivo del rischio connesso con attività industriali.

La presenza di attività che potenzialmente presentano rischi pone il problema di individuare e verificare le ipotesi di rischio e prevenire le cause ovvero, più sinteticamente, garantire un adeguato livello di sicurezza.

Scopo di questa relazione è presentare i risultati della valutazione del rischio relativo a eventi incidentali che potrebbero accadere durante il funzionamento della *Centrale* di Gissi e delle opere complementari ad essa annessa (nello specifico il *Gasdotto*), con particolare riferimento a:

- analisi delle fonti di pericolo in termini di sostanze, processi, apparecchiature e macchinari;
- analisi dei malfunzionamenti di apparecchiature e/o processi, evidenziando le potenziali ripercussioni sia sulla popolazione che sull'ambiente che potrebbero aversi a seguito del verificarsi di conseguenze estreme quali rilasci incontrollati di sostanze inquinanti e nocive, tossiche e/o infiammabili in atmosfera o in corpi idrici, rilasci di radioattività, esplosioni e incendi, interruzioni di attività, con individuazione in termini quantitativi (quantità, tassi di fuga, tempi di reazione, durata, ecc.) delle possibili cause e dei possibili effetti sulle componenti ambientali considerate;
- caratterizzazione delle misure gestionali e dei dispositivi di prevenzione e protezione (sistemi di contenimento, misure contro l'incendio, rilevatori di gas/vapori infiammabili,

ALLEGATO D.11 – ANALISI DI RISCHIO PER LA PROPOSTA IMPIANTISTICA PER LA QUALE SI RICHIEDE L’AUTORIZZAZIONE

sistemi per evitare cedimenti catastrofici, interblocchi, allarmi, etc.) adottati per ridurre la probabilità di accadimento di eventi incidentali (incendio, esplosione, rilascio nubi tossiche, etc.) e per limitare le conseguenze loro associate.

- Con il termine evento incidentale si intende, in questa sede, un fenomeno quale un’emissione, un incendio o un’esplosione di grande entità, dovuto a sviluppi incontrollati che si verificano durante l’attività produttiva e che dia luogo ad un pericolo grave, immediato o differito, per la salute umana o per l’ambiente, all’esterno dello stabilimento, e in cui intervengano una o più sostanze pericolose.

Nei paragrafi successivi, dopo una descrizione delle misure impiantistiche ed operative adottate allo scopo di prevenire o, quantomeno, minimizzare la probabilità di accadimento di eventi incidentali, passeremo ad identificare le sorgenti di pericolo presenti in *Centrale* e da qui i potenziali eventi incidentali credibili, quantificandone, laddove possibile e/o ritenuto necessario, le conseguenze per l’uomo e per l’ambiente mediante l’utilizzo di modelli matematici sviluppati sulla base delle equazioni teoriche messe a punto da istituti internazionali e validati attraverso comparazioni con altri modelli e/o prove sperimentali.

Sistemi di Sicurezza

Generalità

Il presente capitolo riporta una descrizione di tutte le misure impiantistiche, gestionali ed operative adottate nell’impianto in esame allo scopo di prevenire o, quantomeno, minimizzare la probabilità di accadimento di eventi incidentali.

Criteri e Norme di Progettazione

La *Centrale* di Gissi è stata progettata facendo riferimento essenzialmente alle seguenti normative nazionali di sicurezza:

- *DPR n° 547 del 27/4/55;*
- *L. n° 168 1/3/68;*
- *DM 16/2/82;*
- *DPR 524 8/6/82;*
- *DPR 577 29/7/82;*
- *DM 24/11/84 e successive modificazioni;*
- *L. n° 46 5/3/90;*
- *DPR 447/12/91;*
- *Norme UNI VVF;*
- *Norme UNI CIG;*
- *Norme EN,*

ALLEGATO D.11 – ANALISI DI RISCHIO PER LA PROPOSTA IMPIANTISTICA PER LA QUALE SI RICHIEDE L'AUTORIZZAZIONE

nonché alle più restrittive norme internazionali (*EURONORM*, *NFPA*, *ANSI*, *DIN*) e norme specifiche di settore.

Il progetto è soggetto ad esame da parte del comando provinciale dei Vigili del Fuoco secondo le modalità del *DPR n° 37 del 12/1/98*, come indicato dal *comma 4 dell'Art. 1* dello stesso *DPR*, in quanto include alcune attività tra quelle individuate dal *DM 16/2/82*:

- stabilimenti ed impianti ove si producono e/o impiegano gas combustibili, gas comburenti (compressi, disciolti, liquefatti) con quantità globali in ciclo o in deposito superiori a 50 Nm³/h;
- impianti di compressione o di decompressione dei gas combustibili e comburenti con potenzialità superiore a 50 Nm³/h;
- centrali termoelettriche.

Misure Impiantistiche per le Aree a Rischio di Incendio/Esplosione

All'interno del sito di Centrale sono presenti alcune aree a rischio specifico, per le quali sono adottate particolari misure di sicurezza. Tali aree risultano essere le zone di *Centrale* ove sono presenti gas infiammabili, liquidi combustibili e oli lubrificanti.

Per la *Centrale* di Gissi i gas infiammabili sono rappresentati dal metano, dall'idrogeno e dal propano.

Il metano è presente:

- nelle tubazioni di alimentazione e distribuzione gas naturale alla Turbina a Gas ed al Generatore di Vapore Ausiliario;
- nei Sistemi di trattamento dei gas infiammabili;
- nel sistema di miscelazione e riscaldamento dei gas infiammabili;
- nella Turbina a Gas e relativo cabinato;
- nel Generatore di Vapore Ausiliario.

L'idrogeno è presente:

ALLEGATO D.11 – ANALISI DI RISCHIO PER LA PROPOSTA IMPIANTISTICA PER LA QUALE SI RICHIEDE L'AUTORIZZAZIONE

- nel circuito di refrigerazione del generatore elettrico;
- nel deposito di gas infiammabili

Il propano è presente nel locale casa macchine

I liquidi combustibili sono presenti nel gruppo diesel-generatore di emergenza, nei trasformatori e nei sistemi di lubrificazione delle pompe di impianto. In particolare, l'olio combustibile impiegato nel gruppo diesel-generatore di emergenza è approvvigionato sporadicamente tramite autocisterna e accumulato in un serbatoio interrato di capacità settimanale. I sistemi di approvvigionamento ed accumulo sono dotati di dispositivi di monitoraggio, controllo e protezione conformi alle disposizioni legislative e regolamentari vigenti.

Considerato quindi che eventuali rilasci di gas infiammabili o liquidi combustibili potrebbero provocare formazione di nubi esplosive o incendi, oltre alle precauzioni impiantistiche sopra evidenziate, per ogni apparecchiatura o sistema si identificano le misure preventive e protettive aggiuntive:

- la stazione di regolazione, misura e decompressione del gas naturale è collocata all'aperto, in zona ad accesso controllato per mezzi e persone, delimitata da apposita recinzione di protezione ed ubicata ad adeguata distanza dall'edificio che contiene il treno di potenza della Centrale;
- le tubazioni di collegamento tra la stazione di trattamento ed il turbogas corrono su un pipe-rack all'aperto e ad una quota di alcuni metri rispetto alla quota dei piazzali, quindi al di fuori della sagoma dei normali mezzi o veicoli in transito nell'area di impianto;
- a monte della stazione di regolazione e misura è installata, oltre alla valvola di blocco manuale richiesta dalle disposizioni legislative vigenti, una valvola servoazionata (elettrica o pneumatica) di shut-off di emergenza, comandata da sala controllo dall'operatore o dal sistema antincendio, tale da interrompere l'afflusso di combustibile alla Centrale;
- a valle di ciascuna delle due linee di riduzione della pressione che compongono la stazione di regolazione, misura e decompressione del gas naturale è prevista l'installazione di una valvola a farfalla con attuatore pneumatico comandato da due pressostati, che ordinano la chiusura se la pressione scende sotto un valore prefissato; il riarmo della valvola è manuale;
- a valle di ciascuna delle due linee di riduzione della pressione che compongono la stazione di regolazione, misura e decompressione del gas naturale è prevista l'installazione di una valvola di sicurezza che sfiata all'atmosfera in caso di sovrappressione del fluido contenuto nelle tubazioni a fronte di un eccessivo riscaldamento dovuto a incendio esterno; lo sfiato viene convogliato a zona sicura;

ALLEGATO D.11 – ANALISI DI RISCHIO PER LA PROPOSTA IMPIANTISTICA PER LA QUALE SI RICHIEDE L'AUTORIZZAZIONE

- il preriscaldamento del gas naturale viene effettuato mediante una caldaia dedicata ad acqua calda a pressione atmosferica e/o con spillamento di vapore, alimentata dal gas naturale stesso ed ubicata in un locale dedicato per evitare di avere componenti in pressione;
- lo skid di filtrazione del gas ubicato all'esterno della sala macchine è protetto dalla sovrappressione dai sistemi di sicurezza presenti in stazione di riduzione, mentre una valvola di sicurezza sfiata all'atmosfera in caso di sovrappressione del fluido contenuto nei filtri a fronte di un eccessivo riscaldamento dovuto ad un incendio esterno;
- la centralina di regolazione e condizionamento gas al turbogas è ubicata all'interno del cabinato di contenimento della turbina stessa, dotato di sistema di ventilazione idoneo a preservare l'ambiente da potenziali conseguenze connesse a fughe accidentali di gas;
- per il turbogas è prevista una valvola attuata (elettrica o pneumatica) di blocco posta esternamente all'edificio, la quale interrompe l'afflusso di gas all'edificio stesso in caso di blocco o fermata turbogas; a valle di questa valvola una linea di sfiato provvista di valvola attuata di sfioro scarica il gas in atmosfera. Le due valvole vengono azionate contemporaneamente dal segnale di blocco turbogas, una in chiusura ed una in apertura con una logica di tipo fail-safe;
- i componenti e/o le apparecchiature che potrebbero dare luogo a rilasci di liquidi o combustibili sono dotati di bacini, cordoli o sistemi di raccolta finalizzati a contenere gli eventuali rilasci, con convogliamento nelle vasche interrato di contenimento, munite di sistemi rompifiamma;
- sono assicurati margini di resistenza consistenti nel dimensionamento di tubazioni e componenti contenenti gas infiammabili o liquidi combustibili nei confronti di potenziali sovrappressioni;
- le zone e o gli edifici che presentano rischio di esplosione a seguito di rilascio di gas naturale – nello specifico la sala macchine, il cabinato di contenimento della turbina a gas ed il cabinato dedicato per skid valvole gas - sono dotate di impianti di rilevazione fughe di gas (esplosivimetri che comandano l'intercettazione automatica, parziale o totale, dell'erogazione di gas) e di sistemi a saturazione con gas inerte (ad es. CO₂);
- il sistema di riduzione e regolazione della pressione dell'idrogeno è installata all'esterno; sul corpo del riduttore di pressione è presente un foro dell'ordine di 2,5-3 mm², che costituisce lo sfiato di sicurezza a protezioni da potenziali sovrappressioni;
- la linea di adduzione idrogeno, dotata di un adeguato sistema di messa a terra, è, in parte, aerea e, in parte, in cunicolo: la parte aerea della linea è schermata con

ALLEGATO D.11 – ANALISI DI RISCHIO PER LA PROPOSTA IMPIANTISTICA PER LA QUALE SI RICHIEDE L'AUTORIZZAZIONE

opportuna protezione meccanica, mentre la parte in cunicolo è provvista di sfiati per evitare l'accumulo di idrogeno dovuto ad eventuali perdite;

- gli sfiati e gli scarichi di sicurezza di cui ai punti precedenti vengono convogliati da uno sfiato esterno a quota elevata;
- è installato un impianto di lavaggio con CO₂ per la messa in sicurezza delle tubazioni di alimentazione idrogeno e dell'alternatore;
- ogni zona soggetta a presenza di personale sarà dotata di idonee vie di fuga e/o di evacuazione;
- gli impianti di rilevazione daranno segnalazioni di allarme e, a seconda dei casi, attiveranno automaticamente i sistemi di estinzione incendi e/o l'intercettazione dei flussi critici;

Identificazione dei Pericoli

Sorgenti di Pericolo

Sulla base della descrizione di dettaglio dei componenti di impianto e di quanto descritto in precedenza si può concludere che i pericoli derivanti dal funzionamento della *Centrale* sono dovuti alla presenza di: recipienti in pressione (contenenti vapore d'acqua), parti rotanti ad alta velocità periferica e camere di combustione con relativo sistema di adduzione del gas combustibile.

I sistemi ausiliari, non direttamente coinvolti nel processo produttivo, richiedono inoltre modeste quantità di alcune sostanze pericolose.

Nell'unità produttiva possono quindi identificarsi le seguenti sorgenti di pericolo:

- corpi cilindrici di AP, MP e BP dei generatori di vapore principali, a causa della energia potenziale del vapore in essi contenuti;
- corpi cilindrici del generatore di vapore ausiliario, per gli stessi motivi di cui al punto precedente;
- camera di combustione della Turbina a Gas, per le possibilità di esplosione della stessa in caso di guasto al sistema di alimentazione;
- camera di combustione del Generatore di Vapore Ausiliario, sempre per le possibilità di esplosione della stessa in caso di guasto al sistema di alimentazione;

ALLEGATO D.11 – ANALISI DI RISCHIO PER LA PROPOSTA IMPIANTISTICA PER LA QUALE SI RICHIEDE L’AUTORIZZAZIONE

- parti rotanti delle turbine, a causa della possibilità di rotture con conseguente lancio di frammenti in aria;
- stoccaggio di sostanze pericolose (corrosive e/o infiammabili), meglio descritto nel seguito;
- sistema di adduzione del gas naturale.

Sostanze Pericolose

Materie Prime ed Altri Materiali

Ai fini di una verifica dell’assoggettabilità della *Centrale* agli obblighi imposti dal *DLgs 334/99 - “Attuazione della Direttiva 96/82/CE, relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose”* - si riporta qui di seguito un elenco di tutte le sostanze impiegate in *Centrale*, soffermandoci, in particolare, su quelle che per proprietà chimico-fisiche possono definirsi pericolose (ai sensi del *DLgs 334/99*) e quindi suscettibili di dar luogo ad eventi incidentali quali incendi, esplosioni, rilasci di sostanze tossiche, etc.

La materia prima utilizzata dalla *Centrale* è il gas metano che alimenta la turbina a gas, prelevato dalla rete nazionale di trasmissione SNAM ad una pressione media di 35 bar; il metanodotto è dimensionato per una pressione massima di esercizio di 75 bar; la portata di gas è complessivamente pari a 96 t/h corrispondente, su base annua (8.000 ore di funzionamento), a 768.000 tonnellate.

Le altre materie necessarie al funzionamento della Centrale sono elencate nella scheda B.1.

Da un’attenta analisi delle materie prime e dei materiali presenti in impianto emerge che le sostanze pericolose ai sensi del *DLgs 334/99* - ovvero sia le sostanze pericolose elencate nell’Allegato I, parte 1, o rispondenti ai criteri fissati nell’Allegato I, parte 2, del *D.Lgs. 334/99* – sono:

- metano (estremamente infiammabile),
- idrogeno (estremamente infiammabile),
- propano (estremamente infiammabile)

Le quantità massime contemporaneamente presenti nello stabilimento sono:

- Idrogeno: 50 kg;

ALLEGATO D.11 – ANALISI DI RISCHIO PER LA PROPOSTA IMPIANTISTICA PER LA QUALE SI RICHIEDE L’AUTORIZZAZIONE

- Gas Naturale: 100 kg;
- Propano: 100 kg

Da questi valori si deduce che la *Centrale* non risulta tra gli stabilimento soggetti a normativa inerente i rischi di incidente rilevante connessi con determinate sostanze pericolose (D.Lgs 334/99).

Da ciò si può dedurre che non sussistono rilevanti pericoli per l’ambiente e la popolazione esterna.

Nonostante ciò, in quanto segue, saranno analizzati i principali rischi e pericoli derivanti dalla presenza della *Centrale*.

Analisi dei Potenziali eventi incidentali di centrale

Generalità

Le principali fonti di pericolo ed i rispettivi sistemi di protezione ed allarme presenti nella *Centrale* di Gissi sono stati individuati precedentemente.

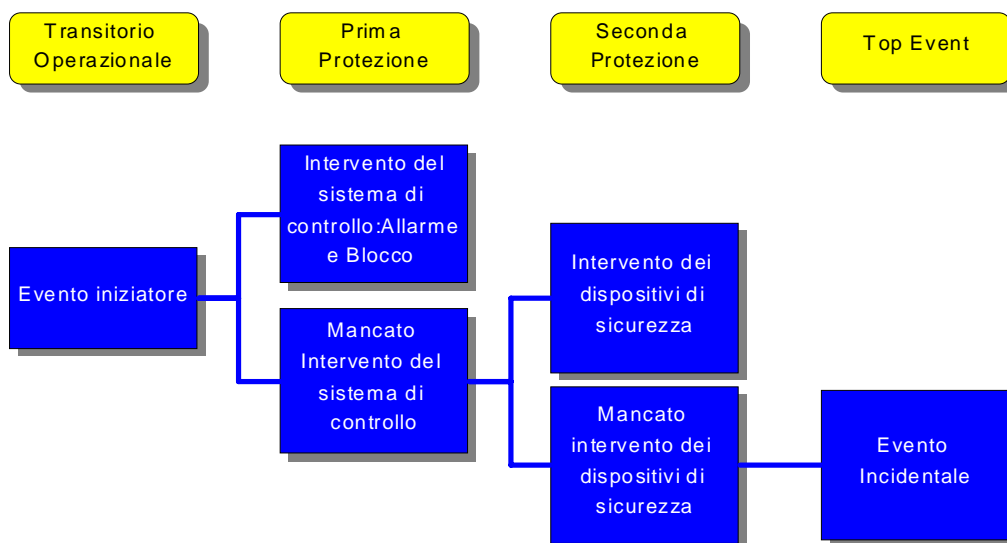
Sulla base dell’esperienza del proponente in impianti del tutto simili a quello in esame e sulla base di un’analisi preliminare del processo, sono stati quindi individuati i transitori di funzionamento (*eventi iniziatori*), e le rispettive misure di salvaguardia, elencati nel seguente capitolo.

In caso di mancato funzionamento delle misure di protezione si può giungere agli eventi incidentali elencati ed analizzati nel capitolo “Valutazione quali-quantitativa dei Potenziali Eventi Incidentali”.

Le sequenze incidentali sono quindi analizzate ipotizzando il seguente albero logico (figura 1).

ALLEGATO D.11 – ANALISI DI RISCHIO PER LA PROPOSTA IMPIANTISTICA PER LA QUALE SI RICHIEDE L’AUTORIZZAZIONE

Figura 1: Albero degli Eventi di Riferimento



Cause di Allarme e Blocco e Possibili Conseguenze in Caso di Loro Fallimento

Sono di seguito elencate le principali cause di allarme e blocco della *Centrale* di Gissi.

• **Turbogas in blocco**

Evento Iniziatore: intervento delle protezioni elettriche con isolamento del trasformatore principale o degli ausiliari o diseccitazione del generatore principale; blocco del generatore di vapore a recupero; cause interne al gruppo; alta temperatura palette; alte vibrazioni assolute cuscinetti; alta temperatura cuscinetti; interruzione di fiamma; bassissima pressione olio lubrificazione; sovravelocità della turbina; alta temperatura di scarico fumi; intervento del sistema di rilevazione e protezione incendio (con iniezione di CO₂ nel cabinato stagno di contenimento della turbina); intervento del sistema di rilevazione fughe di gas, installato nel cabinato stagno di contenimento della turbina.

Prima Protezione: blocco Turbogas; chiusura interruttore media tensione per alimentare i servizi ausiliari tramite i generatori di emergenza;

Possibili conseguenze in caso di Fallimento della Protezione: nessuna conseguenza rilevante per l’ambiente esterno alla *Centrale*.

• **Turbogas a FSNL (Full Speed, No Load) o sui servizi ausiliari**

ALLEGATO D.11 – ANALISI DI RISCHIO PER LA PROPOSTA IMPIANTISTICA PER LA QUALE SI RICHIEDE L’AUTORIZZAZIONE

Evento Iniziatore: intervento delle protezioni elettriche senza isolamento del trasformatore principale o degli ausiliari e senza diseccitazione del generatore principale; blocco della turbina a vapore e *by pass* alta pressione o condensatore non disponibile;

Prima Protezione: blocco turbogas; forzata chiusura del *by pass* alta pressione e apertura degli sfiati alta pressione del generatore di vapore a recupero;

Possibili conseguenze in caso di Fallimento della Protezione: spalettamento delle turbine; intervento dei sistemi e dispositivi di sicurezza (seconda protezione: valvole di sicurezza, di *by-pass* e/o degli sfiati previsti).

• Generatore di vapore a recupero in blocco

Evento Iniziatore: bassissimo/altissimo livello in uno dei corpi cilindrici; altissima pressione in uno dei corpi cilindrici; altissima temperatura del vapore surriscaldato di alta/media pressione;

Prima Protezione: blocco turbogas, blocco turbina a vapore e chiusura interruttore media tensione per alimentare i servizi ausiliari tramite i generatori di emergenza;

Possibili conseguenze in caso di Fallimento della Protezione: nessuna conseguenza rilevante per l’ambiente esterno alla *Centrale*.

• Turbina vapore in blocco

Evento Iniziatore: bassa pressione dell’olio di lubrificazione; sovravelocità della turbina; altissima temperatura vapore allo scarico; altissima pressione vapore allo scarico; alta temperatura cuscinetti reggispinta; altissima vibrazione dei cuscinetti; altissima temperatura nel primo stadio della turbina; bassissimo vuoto vapore scarico condensatore; altissimo livello *hot well* condotto scarico al condensatore; altissimo livello serbatoio raccolta condensato; cause interne; blocco del generatore di vapore a recupero;

Prima Protezione: apertura rapida *by pass* alta pressione e/o condensatore, forzata chiusura del *by pass* alta pressione e apertura degli sfiati alta pressione del generatore di vapore (solo se *by pass* alta pressione e/o condensatore non disponibile);

Possibili conseguenze in caso di Fallimento della Protezione: intervento dei sistemi e dispositivi di sicurezza (seconda protezione: valvole di sicurezza, di *by-pass* e/o degli

ALLEGATO D.11 – ANALISI DI RISCHIO PER LA PROPOSTA IMPIANTISTICA PER LA QUALE SI RICHIEDE L'AUTORIZZAZIONE

sfiati previsti); esplosione dei corpi cilindrici della caldaia nel caso di fallimento del primo, secondo e terzo sistema di protezione.

Valutazione quali-quantitativa dei Potenziali Eventi Incidentali

L'analisi dettagliata di rischio sarà preparata nell'ambito della procedura di ottenimento del Certificato Prevenzione Incendi presso il Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Chieti.

Nel seguito, dopo l'individuazione dei potenziali eventi incidentali, è riportata, per i casi ritenuti più rappresentativi, una valutazione quantitativa delle conseguenze connesse con il loro potenziale accadimento, in modo da fornire una stima cautelativa della distanza di impatto. In tale casistica sono comunque da ritenere ricomprese anche le conseguenze derivanti da altri eventi incidentali non analizzati, o di minore entità, quali ad esempio fuoriuscite o spandimenti di quantità limitata di sostanza.

Metodologia di Stima

Le simulazioni sono state effettuate mediante l'utilizzo dei modelli di calcolo computerizzato denominato *Effects*, versione 2.1, del *TNO Institute of Environmental Sciences, Energy Research and Process Innovation, Department of Industrial Safety di Apeldoorn* (Paesi Bassi).

Per i parametri atmosferici da introdurre nel modello matematico di stima quantitativa delle conseguenze degli eventi incidentali presi in esame, si è fatto riferimento a condizioni atmosferiche medie e cautelative per la zona di Gissi ovvero:

- classi di stabilità: D (neutrale);
- velocità del vento: (1 m/s);
- temperatura ambiente: 20 °C;
- umidità relativa: 70%.

Alla valutazione delle conseguenze fisiche degli incidenti fa seguito la stima dei danni alla popolazione esposta ed all'ambiente. I modelli previsionali che consentono di stimare i danni in funzione delle caratteristiche dell'aggressione fisica sono noti come *modelli di vulnerabilità*.

In generale la valutazione della esposizione delle persone e delle strutture è eseguita confrontandola con *valori di soglia* che sono collegati alle conseguenze che si possono riscontrare sui soggetti esposti. Adottando il metodo dei valori di soglia si possono identificare quattro zone:

ALLEGATO D.11 – ANALISI DI RISCHIO PER LA PROPOSTA IMPIANTISTICA PER LA QUALE SI RICHIEDE L’AUTORIZZAZIONE

- *Zona 1:* dove le persone e le strutture esposte all'agente nocivo (irraggiamento, sovrappressione) per un tempo indefinito non subiscono alcun danno;
- *Zona 2:* dove le persone e le strutture non protette sopportano disagio e danni minori;
- *Zona 3:* dove le persone possono essere ferite e le strutture danneggiate;
- *Zona 4:* dove il rischio di decesso per le persone e di danni gravi alle strutture diviene significativo.

Nella *Tabella seguente* sono indicate le zone di rispetto riportate sul *DM 15/5/96*.

Tabella 1: Zone di Rispetto ai sensi del DM 15/5/1996

Scenario incidentale	Soglie di Danno a Persone e Strutture				
	Elevata Letalità	Inizio Letalità	Lesioni Irreversibili	Lesioni Reversibili	Danni alle Strutture Effetti Domino
Incendi (radiazione termica stazionaria)	12,5 kW/m ²	7 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²	12,5 kW/m ²
BLEVE/Fireball (radiazione termica variabile)	Raggio fireball	350 kJ/m ²	200 kJ/m ²	125 kJ/m ²	600 m da stoccaggio in sfere 800 da stoccaggio in cilindri
Flash-fire (radiazione termica istantanea)	LFL	½ LFL	----	---	
UVCE (sovrappressioni)	0,6 bar (0,3 bar)*	0,14 bar	0,07 bar	0,03 bar	0,3 bar

(*) *Da assumere in presenza di edifici o altre strutture il cui collasso possa determinare letalità indiretta*

Va comunque detto che l'individuazione delle zone di danno attraverso i livelli di soglia corrisponde a fissare un modello di *vulnerabilità del bersaglio* a due posizioni: per valori inferiori al livello di soglia nessun bersaglio soffre il danno corrispondente a quel livello; per valori superiori tutti i bersagli subiscono quel danno.

Eventi Incidentali Analizzati

I principali *Top Events* identificati ai paragrafi precedenti o derivanti dallo stoccaggio/movimentazione delle sostanze pericolose sono:

- cedimento meccanico delle turbine;

ALLEGATO D.11 – ANALISI DI RISCHIO PER LA PROPOSTA IMPIANTISTICA PER LA QUALE SI RICHIEDE L'AUTORIZZAZIONE

- esplosione dei corpi cilindrici del vapore;
- incendio del trasformatore elevatore;
- rottura significativa della tubazione di alimentazione del gas naturale;
- rilascio di gas naturale dalle linee del Generatore di Vapore Ausiliario;
- esplosione in camera di combustione della Turbina a Gas;
- esplosione in camera di combustione del Generatore di Vapore Ausiliario;
- esplosione del circuito refrigerato a Idrogeno del Generatore Elettrico;
- incendio/esplosione bombola di Idrogeno.

Tra tutti gli scenari incidentali sopra individuati quelli ritenuti più rappresentativi (anche ai fini di una stima quantitativa delle conseguenze connesse con il loro potenziale accadimento), sono stati i seguenti:

- cedimento meccanico delle turbine;
- esplosione dei corpi cilindrici del vapore;
- incendio del trasformatore elevatore;
- rottura significativa della tubazione di alimentazione del gas naturale;
- esplosione del circuito refrigerato a Idrogeno dei generatori Elettrici.

L'esclusione degli altri *Top Events* può essere giustificata considerando che:

- il quantitativo di gas naturale rilasciato a seguito della rottura delle linee del Generatore di Vapore Ausiliario è di gran lunga inferiore a quello che si può liberare nell'ipotesi, del tutto cautelativa, di svuotamento dell'intera lunghezza del gasdotto a seguito della foratura della tubazione;
- l'installazione di sistemi di controllo, regolazione e blocco e di allarmi affidabili e ridondanti, il ricorso a sequenze operative completamente automatiche e l'applicazione di rigorosi programmi periodici di manutenzione ordinaria e straordinaria delle apparecchiature e dei macchinari, renderanno la frequenza di accadimento dei *Top*

ALLEGATO D.11 – ANALISI DI RISCHIO PER LA PROPOSTA IMPIANTISTICA PER LA QUALE SI RICHIEDE L’AUTORIZZAZIONE

Events “Esplosione in camera di combustione della Turbina a Gas” e “Esplosione in camera di combustione del Generatore di Vapore Ausiliario” molto inferiore a 10^{-6} occasioni/anno ed è quindi tale da poter ritenere entrambi gli eventi non credibili;

- il parco bombole idrogeno è ubicato in apposita fossa, il che consente di ridurre drasticamente gli effetti dell’eventuale scoppio di una o più bombole.

Si precisa, inoltre, che essendo le distanze tra gli edifici della CCGT e gli edifici più vicini sempre maggiori delle altezze degli edifici stessi, è possibile escludere effetti domino derivanti da cedimenti strutturali (indotti da cause interne, quali esplosioni, o esterne, quali sismi) con crollo di un edificio contro un altro.

Valutazione delle Conseguenze

Cedimento Meccanico delle Turbine

L’analisi storica degli incidenti avvenuti nelle centrali elettriche indica la remota possibilità della “spalettatura” (distacco delle palette delle turbine).

A Gissi le turbine sono alloggiare all’interno di un edificio (sala macchine) che impedisce la possibilità di lancio di frammenti all’esterno dell’edificio stesso. L’incidente non ha quindi possibilità di propagarsi all’esterno del perimetro dell’impianto.

Esplosione dei Corpi Cilindrici del Vapore

La maggiore quantità di energia è quindi accumulata nel corpo cilindrico di alta pressione (120 bar(a)), che sarà qui preso a riferimento per le valutazioni.

In caso di scoppio del recipiente, il pericolo maggiore è costituito dal lancio di frammenti pesanti che potrebbero raggiungere altri impianti o depositi, danneggiandoli.

Secondo *AICHE, Guidelines for Evaluating the Characteristics of Vapor Cloud Explosions, Flash Fires and BLEVEs*, New York, 1994; pag 240, Fig. 6.37b, gruppo b, la massima distanza a cui tali frammenti possono giungere è inferiore a 300 metri. La struttura più vicina all’impianto è una costruzione (corpo di fabbrica) distante 240 metri dalla recinzione e circa 300 metri dai corpi cilindrici. Inoltre a circa 300 metri di distanza dalla recinzione si trova un’abitazione.

Incendio del Trasformatore Elevatore

Una situazione incidentale caratteristica degli impianti energetici è l’incendio dei trasformatori elevatori della stazione elettrica con eventuale sversamento ed incendio

ALLEGATO D.11 – ANALISI DI RISCHIO PER LA PROPOSTA IMPIANTISTICA PER LA QUALE SI RICHIEDE L’AUTORIZZAZIONE

dell’olio in essi contenuto. Anche in questo caso le misure di mitigazione e contenimento delle conseguenze, in particolare la presenza di un bacino di contenimento dell’olio, l’impianto antincendio ed il sistema di raccolta delle acque di intervento, permetteranno di limitare e circoscrivere l’evento e le sue conseguenze ad una ristretta area circostante il trasformatore.

In via estremamente cautelativa la distanza di sicurezza dal bacino di contenimento è stata calcolata ammettendo che le caratteristiche di combustione dell’olio siano analoghe a quella della benzina per autotrazione.

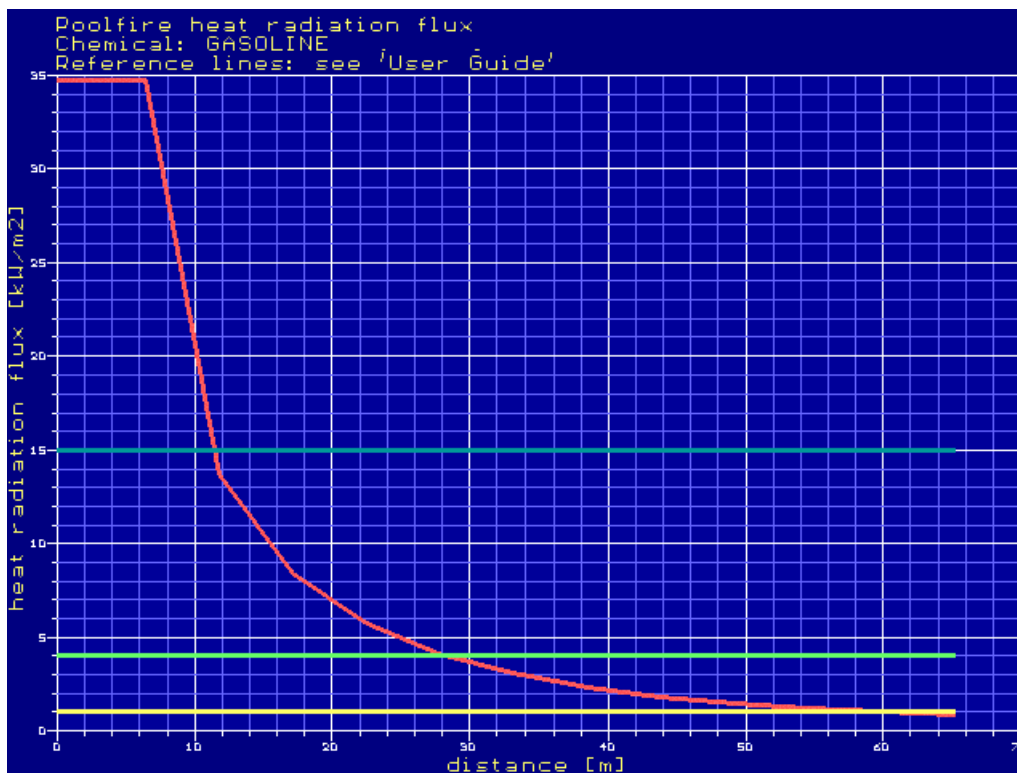
Riassumendo, le ipotesi incidentali considerate sono le seguenti:

Superficie del contenimento:	130 m ² ;
Massa totale della benzina:	90.000 kg;
Velocità del vento:	1 m/s.

Applicando il codice di calcolo *Effects*, si ottiene un rateo di combustione di 12,5 kg/s, dal quale si ricava un andamento dell’irraggiamento termico come mostrato nella figura seguente.

ALLEGATO D.11 – ANALISI DI RISCHIO PER LA PROPOSTA IMPIANTISTICA PER LA QUALE SI RICHIEDE L’AUTORIZZAZIONE

Figura 2: andamento dell'Irraggiamento Termico (kW/m^2) –Incendio dell'Olio del Trasformatore



Se si confrontano i risultati con i valori ormai ufficialmente riconosciuti e riportati in *Tabella 1* si vede che:

- a 60 m dal centro della pozza, circa 53,5 m dal bordo della pozza, non si hanno valori di pericolo immediato per gli operatori;
- a 34 m dal centro della pozza, circa 27,5 m dal bordo della pozza, vi può essere pericolo per brevi esposizioni con rischio di lesioni reversibili;
- a 20 m dal centro della pozza, circa 13,5 m dal bordo della pozza, si raggiunge il limite di inizio letalità;
- per distanze comprese tra 7 metri e 12,5 m dal centro della pozza (rispettivamente 0,5 metri e 6 metri dal bordo della pozza), si hanno danni a strumentazione, a materiali plastici e a legno ed levata letalità;
- danni catastrofici si hanno, praticamente, solo in presenza della fiamma.

La distanza di sicurezza – definita come distanza in corrispondenza della quale si ha un valore della radiazione termica stazionaria pari a $1 \text{ kW}/\text{m}^2$ - è risultata, quindi, di 60 metri.

Considerando poi il limitato tempo di incendio, si esclude la possibilità che tale incendio possa essere causa di danneggiamenti a cose o persone esterne alla recinzione della *Centrale di Cogenerazione a Ciclo Combinato*.

ALLEGATO D.11 – ANALISI DI RISCHIO PER LA PROPOSTA IMPIANTISTICA PER LA QUALE SI RICHIEDE L’AUTORIZZAZIONE

Esplosione del Circuito Idrogeno

L’alternatore della CCGT è raffreddato ad idrogeno. In totale sono presenti circa 50 kg di idrogeno, mantenuti a circa 3 bar di pressione. Il pericolo connesso alla presenza di questa sostanza è costituito dalla possibilità di esplosione e incendio. L’alternatore è progettato per resistere all’esplosione dell’idrogeno presente.

La quantità di energia che può liberarsi a seguito di un incendio del gas naturale in transito all’interno della CCGT è nettamente superiore a quella che si può liberare con l’incendio di 50 kg di idrogeno sopra indicati. La distanza di sicurezza conseguente all’incendio dell’idrogeno non è stata quindi calcolata, essendo sicuramente inferiore a quella dell’eventuale incendio del gas naturale, stimata nel paragrafo seguente.

Rottura di una Tubazione del Gas Naturale

La probabilità di un consistente rilascio di gas naturale è minimizzata tramite sistemi di rilevazione delle fughe (esplosivimetri) che comandano l’intercettazione automatica (parziale o totale) dell’erogazione di gas. Per evitare qualsiasi situazione di pericolo, la linea è dotata di valvole di blocco con doppio sfiato intermedio; inoltre, tutte le apparecchiature elettriche in prossimità delle linee sono del tipo antideflagrante e sono fisicamente separate dalle linee del metano da setti in calcestruzzo.

Nonostante ogni precauzione, se a seguito della foratura istantanea di una tubazione del gas si ha un innesco immediato del getto (*“jet fire”*), l’incendio si manterrà per un certo periodo di tempo prima che i sistemi di intervento ne possano determinare lo spegnimento.

Il tratto di tubazione principale del metanodotto (circa 400 mm di diametro) di competenza della ABRUZZOENERGIA SpA è, in parte, interrata e, in maggior misura, per circa 100 metri in totale, fuori terra. La rottura catastrofica (100% della sezione) di entrambi i tratti ha una frequenza di accadimento molto inferiore a 10^{-6} occasioni/anno ed è quindi ritenuta non credibile (*COVO Steering Committee Report*, D Reidel Publishing Company, 1982).

La più gravosa ipotesi incidentale credibile è un evento (esterno od interno) che conduca ad un danneggiamento della tubazione, che viene convenzionalmente assimilato ad una foratura avente diametro variabile in funzione del diametro della tubazione principale.

Valori indicativi del diametro di foratura sono riportati nel *D.M. 20/10/1998* riguardante *“Criteri di analisi e valutazione dei rapporti di sicurezza relativi ai depositi di liquidi facilmente infiammabili e/o tossici”*. Tale decreto stabilisce, infatti, che, qualora siano soddisfatte determinate condizioni (si veda *Tabella 2*), le ipotesi di rottura maggiori di quelle indicate nella *Tabella 2*, pur non essendo escludibili in termini deterministici, per impossibilità fisica di accadimento, siano associabili ad un’eventualità così remota da costituire comunque un contributo marginale al rischio globale presentato dall’unità in esame (deposito o impianto o apparecchiatura) e in tal senso, salvo casi particolari, essere ritenute trascurabili ai fini di una valutazione complessiva del deposito stesso.

ALLEGATO D.11 – ANALISI DI RISCHIO PER LA PROPOSTA IMPIANTISTICA PER LA QUALE SI RICHIEDE L’AUTORIZZAZIONE

Tabella 2: Diametro Foratura in Funzione del Diametro della Tubazione Principale (DM 20/10/1998)

Diametro Tubazione più grande nell'unità (pollici)	Diametro di Riferimento della rottura (mm) (*)
fino a 4"	50
6"	70
8"	90
10"	110
12"	140
16"	180

(*) Valori validi nelle condizioni in cui:

- i serbatoi, le tubazioni ed il macchinario di movimentazione sono protetti dall'urto di mezzi mobili sull'intero loro sviluppo;
- le operazioni di sollevamento di carichi pesanti e l'accesso di autogrù in prossimità dell'unità è ammesso solo con tubazioni intercettate;
- è adottato un adeguato sistema di ispezioni in presenza di sostanze e materiali che possano dar luogo a fenomeni di corrosione localizzata.

Per la tubazione principale del metanodotto, avente un diametro di circa 400 mm, sono pertanto ipotizzabili rotture con diametro fino a 180 mm. Si ricorda inoltre che per tubazioni del diametro qui considerato, la probabilità di una foratura del diametro su 100 metri di lunghezza è dell'ordine di 10^{-5} eventi/anno.

In via del tutto cautelativa si ammette che, dopo la foratura, l'intera lunghezza del gasdotto giunga a svuotamento, in assenza di qualsiasi manovra di intercettazione del flusso di gas all'interno della CCGT. L'ipotesi è cautelativa, in quanto il personale della CCGT, i sistemi automatici della CCGT stessa ed i sistemi automatici della rete nazionale del gas provvederanno ad intercettare il flusso del gas quanto prima possibile. Si ammette quindi che l'intercettazione avvenga a monte del collegamento alla rete nazionale e che quindi si abbia lo svuotamento completo di circa 5,8 km di tubazione.

Complessivamente le ipotesi di calcolo sono, pertanto, le seguenti:

Diametro foratura	180 mm
Lunghezza tubazione	5,8 km;
Altezza tubazione	2 m;
Velocità del vento	1 m/s;
Pressione iniziale	75 bar.

Avvalendosi dei dati sopra riportati si è andati a calcolare, con il modello “non-stationary gas release from pipeline” del codice di calcolo *Effects*, il flusso di massa in uscita e con questo valore, mediante il modello di calcolo “flare heat radiation flux”, si è stimata la distanza di sicurezza a seguito di irraggiamento da incendio del getto di gas-metano.

I risultati che conseguono dalle ipotesi sopra fatte, espressi in termini di flussi di massa e distanze di sicurezza ottenuti per tempi diversi a partire da pochi secondi dopo il rilascio, sono riportati nella *Tabella 3*.

ALLEGATO D.11 – ANALISI DI RISCHIO PER LA PROPOSTA IMPIANTISTICA PER LA QUALE SI RICHIEDE L’AUTORIZZAZIONE

Tabella 3: Distanze di Sicurezza in Caso di Jet Fire da Rilascio di Metano

Tempo dall’inizio dell’incidente [s]	Flusso di Massa [kg/s]	Distanza di Sicurezza [m]	Lunghezza di Fiamma [m]
5	20,67	78,87	43,82
10	16,19	69,62	39,68
12	16,06	69,34	39,55
20	16,01	69,24	39,51
40	16,01	69,24	39,51

Le successive *figure* mostrano l’andamento dell’irraggiamento termico, rispettivamente, dopo 5 s e 40 s dall’istante del rilascio.

Figura 3: Andamento dell’Irraggiamento Termico (kw/m²) dopo 5 s dall’istante del Rilascio – Jet-Fire da Rilascio Metano



ALLEGATO D.11 – ANALISI DI RISCHIO PER LA PROPOSTA IMPIANTISTICA PER LA QUALE SI RICHIEDE L'AUTORIZZAZIONE

Figura 4: Andamento dell'Irraggiamento Termico (kW/m^2) dopo 40 s dall'istante del Rilascio – Jet-Fire da Rilascio Metano



Confrontando i risultati ottenuti con i valori ormai ufficialmente riconosciuti e riportati in *Tabella 1* si vede che:

- a 26 m (sia dopo 5 s che dopo 40 s) dal punto di rilascio vi può essere pericolo per brevi esposizioni con rischio di lesioni reversibili (radiazione termica stazionaria = 3 kW/m^2);
- le soglie di irraggiamento prese a riferimento, pari a 12,5 kW/m^2 , 7 kW/m^2 e 5 kW/m^2 non vengono mai raggiunte.

Inoltre, come risulta evidente dalla *Tabella 3* sopra riportata, dopo 5 secondi dall'inizio dell'incidente la distanza di sicurezza - definita come distanza in corrispondenza della quale si ha un valore della radiazione termica stazionaria pari a 1 kW/m^2 - è inferiore a 80 metri.

E' quindi esclusa la possibilità che in situazioni incidentali del tipo qui analizzato vi possa essere il coinvolgimento della popolazione esterna.

ALLEGATO D.11 – ANALISI DI RISCHIO PER LA PROPOSTA IMPIANTISTICA PER LA QUALE SI RICHIEDE L’AUTORIZZAZIONE

Guasti e Rotture del tratto Interrato del Gasdotto

Il principale pericolo del tratto interrato del gasdotto è costituito da eventuali forature o malfunzionamenti delle parti accessibili esterne (valvole di sezionamento, sfiati etc.) che possono dar luogo a fughe localizzate.

Per esse valgono le stesse considerazioni inerenti le distanze di sicurezza e le probabilità di incidente già svolte al punto precedente.

Poiché tutti i dispositivi di intercettazione e sfiato sono interni a zone delimitate e ad accesso controllato, il rischio a cui è soggetta la popolazione è del tutto trascurabile.