

LUCCHINI PIOMBINO S.p.A.

Stabilimento di Piombino

Analisi e Valutazione Relative alla Sicurezza di Attività Industriali

**INTEGRAZIONI AL RAPPORTO DI SICUREZZA
(ART. 8 D. LGS. N. 334/99)**

**DOCUMENTO ELABORATO A FRONTE DELLE RICHIESTE
FORMULATE DAL GRUPPO DI LAVORO DEL CTR
(PROT. N. 1927 DEL 08/06/2005 E
PROT. N. 29780 DEL 11/10/2005)**

STUDIO SANITAS S.r.l.

Piombino, Dicembre 2005

NT AT 240(05) Rev. 1

PREMESSA

Il presente documento è stato redatto in ottemperanza alle richieste di integrazioni e chiarimenti formulate con nota prot. 1927 del 08/06/2005 (a fronte della quale era stata trasmessa dall'azienda la relazione NT AT 240(05), settembre 2005) e con nota prot. 29780 del 11/10/2005 dal Gruppo di Lavoro del Comitato Tecnico Regionale durante la fase istruttoria del Rapporto di Sicurezza ex art. 8 D. Lgs. n. 334/99 che l'Azienda aveva trasmesso nel mese di dicembre 2003.

Il documento è stato elaborato nell'ambito di quanto previsto dal Sistema di Gestione della Sicurezza implementato nello Stabilimento, quale azione ai sensi dell'art. 8 del citato D. Lgs. n. 334/99 e successive modifiche ed integrazioni.

La configurazione impiantistica di riferimento per le varie attività è quella di cui al suddetto Rapporto di Sicurezza, ovvero quella rilevata nello stabilimento a settembre 2003.

Nell'occasione, è stata effettuata una ulteriore verifica globale delle analisi delle conseguenze effettuate, al fine di individuare eventuali errori e/o discrepanze legate all'elaborazione del testo del documento presentato nel dicembre 2003. Laddove sono stati riscontrati errori di digitazione o è stato necessario effettuare analisi integrative, è stato riportato l'intero paragrafo, in forma corretta ed aggiornata.

La Tavola 4 inserita nel presente documento sostituisce l'analoga Tavola 4 già inclusa nel documento NT AT 240(05), settembre 2005.

Pisa, Dicembre 2005.

Dr. Ing. Mario LEONARDI

INDICE

PREMESSA.....	2
INDICE.....	3
1.C.1.6 <i>Stima delle conseguenze degli eventi incidentali</i>	4
1.C.1.6.1 Stima delle conseguenze incidentali	4
<i>Riepilogo ipotesi considerate e conseguenze per gli scenari incidentali</i>	16

ALLEGATI

Allegato C1.6.1: Planimetrie con estensione aree di danno

Tavola 1: scenari Altoforno, Cokeria, Acciaieria

Tavola 2: scenari Reti distribuzione gas

Tavola 3: scenari Reti distribuzione gas con dispersione

Tavola 4: scenari Reti distribuzione gas con dispersione nube tossica (dicembre 2005)

1.C.1.6 Stima delle conseguenze degli eventi incidentali

1.C.1.6.1 Stima delle conseguenze incidentali.

Vengono di seguito riportati i risultati della stima delle conseguenze associabili agli scenari incidentali presentati nella sezione §1.C.1.5.1. L'analisi quantitativa delle conseguenze derivanti dagli scenari di incidenti considerati, è stata effettuata utilizzando codici di calcolo specialistici per la valutazione delle conseguenze legate a tipici scenari incidentali di rilascio con innesco immediato o ritardato o senza innesco (utilizzati EFFECTS 1 e EFFECTS 2).

L'uso di EFFECTS 1 si è rivelato necessario per la simulazione di scenari con esplosione di grossi quantitativi di sostanza, stante l'esistente limite sui quantitativi operante in EFFECTS 2.

Tali codici sono stati elaborati sulla base di modelli matematici interpretativi dei fenomeni fisici studiati, ricavati attraverso l'esecuzione di prove sperimentali su differenti tipi di sostanze e con condizioni al contorno variabili, al fine di generalizzarne l'applicabilità agli scenari incidentali di volta in volta esaminati.

Le informazioni che si ricavano dai risultati dei calcoli, in cui si forniscono i valori di concentrazioni della sostanza considerata in funzione della distanza dal punto in cui ha luogo l'incidente, consentono di valutare l'estensione delle aree interessate dai fenomeni suddetti e risultano perciò estremamente utili nella mappatura del rischio.

Sulla base delle informazioni raccolte a mezzo dell'analisi storica e dell'esperienza operativa della fornitrice, è stato identificato un certo numero di scenari di incidenti, che pur non essendo esaustivo di tutte le situazioni costituisce certamente l'involuppo delle situazioni che comportano i maggiori effetti. I tabulati di calcolo sono riportati, organizzati in accordo alla suddivisione in unità e sottounità d'impianto nelle schede incluse in Allegato C1.6.1, ed in forma grafica nelle planimetrie incluse nello stesso Allegato.

Scenario RT 03: Dispersione in atmosfera ed esplosione di una nube di gas AFO in seguito al cedimento catastrofico del gasometro

Il volume totale utile del gasometro è 43275 m^3 .

Si ipotizza che il 95% del volume del gasometro sia occupato dal gas (soglia oltre la quale si ha chiusura della valvola a tampone con relativa intercettazione del gasometro), il volume di gas presente all'interno dell'apparecchiatura è pari a 41100 m^3

Volume gas tossico nel gasometro $(41100 * 0.23) = 9456 \text{ m}^3$

Volume gas infiammabile nel gasometro $(41100 * 0.25) = 10275 \text{ m}^3$ (si tiene conto dell'idrogeno)

Densità gas monossido di carbonio a 1 atm e 293 K = 1.17 kg/m^3

Massa iniziale monossido di carbonio = $9456 * 1.17 = 11063 \text{ kg}$

La simulazione dello scenario avviene in due momenti:

- a) simulazione del processo di dispersione della nube legato al suo spostamento, con individuazione della massa di gas ancora compresa nell'intervallo di esplosività del monossido di carbonio, nonostante l'effetto di diluizione realizzato dal fenomeno di dispersione atmosferica.
- b) simulazione dell'esplosione della nube, nel caso in cui, spostatasi per effetto del vento dalla verticale del gasometro, questa trovi innesco in altra zona o impianto.

La valutazione delle conseguenze precedentemente effettuata in condizioni D5 e F3 è stata affiancata da una valutazione in condizioni F2 (come indicato nelle Linee Guida ISPEL).

I risultati ottenuti, di seguito riportati in condizioni F2 e D5 sono comunque conservativi in quanto, poiché avendo scelto per le simulazioni come sostanza di riferimento il monossido di carbonio (LEL 12.5% vol., UEL 74% vol.), non si è tenuto conto del fatto che per il gas AFO si ha un campo di esplosività più ristretto (LEL 34% vol. e UEL 75% vol.), la massa esplosiva calcolata è sempre superiore rispetto a quella reale.

Condizioni meteo considerate	Tempo dopo il rilascio [sec]	Massa esplosiva CO [kg]	Max dist. LEL [m]	Min dist. LEL [m]	Max dist. UEL [m]	Min dist. UEL [m]	Danno da esplosione [bar]	Distanza dal centro della nube	
								Min [m]	Max [m]
Velocità del vento: 2 m/s Stabilità classe "F"	10	2328	34	6	21	11	Grave 0.3 bar	//	//
							Moderato 0.1 bar	13	38
							Vetri rotti 0.03 bar	42	126
	60	8415	148	92	0	0	Grave 0.3 bar	//	//
							Moderato 0.1 bar	19	58
							Vetri rotti 0.03 bar	64	193
	120	3779	276	204	0	0	Grave 0.3 bar	//	//
							Moderato 0.1 bar	15	44
							Vetri rotti 0.03 bar	49	148
	180	52	371	348	0	0	Grave 0.3 bar	//	//
							Moderato 0.1 bar	4	11
							Vetri rotti 0.03 bar	12	35
> 180	0	//	//	//	//	//	//	//	
Velocità del vento: 5 m/s Stabilità classe "D"	10	8279	68	32	56	44	Grave 0.3 bar	//	//
							Moderato 0.1 bar	19	58
							Vetri rotti 0.03 bar	64	193
	30	2976	172	128	0	0	Grave 0.3 bar	//	//
							Moderato 0.1 bar	14	41
							Vetri rotti 0.03 bar	45	136
	40	101	209	191	0	0	Grave 0.3 bar	//	//
							Moderato 0.1 bar	4	13
							Vetri rotti 0.03 bar	15	44
	> 40	0	//	//	//	//			

Si riportano i risultati relativi al caso in cui, in condizioni meteorologiche F2, si verifichi un innesco dopo 60 s e dopo 120 s (nell'immediato intorno del gasometro sono presenti la macchina a colare, ed a maggiore distanza l'impianto REDSMELT).

Scenario RT04 Calcolo della dispersione in atmosfera di una nube di gas fuoriuscita in seguito a rottura catastrofica del gasometro gas AFO

Il gas preso come riferimento per la simulazione è il monossido di carbonio, assunto pari al 23% del volume totale di gas AFO nel gasometro. È stata assunta una percentuale di gas nella miscela pari alla percentuale media di CO, in ragione del fatto che il monossido è il solo componente con caratteristiche di tossicità.

Il volume totale utile del gasometro è 43275 m³.

Ipotizzando che il 95% del volume del gasometro sia occupato dal gas (soglia oltre la quale si ha chiusura della valvola a tampone con relativa intercettazione del gasometro), il volume di gas presente all'interno dell'apparecchiatura è pari a 41100 m³

Volume gas tossico nel gasometro (41100*0.23) = 9456 m³

Densità gas monossido di carbonio a 1 atm e 293 K = 1.17 kg/ m³

Massa iniziale monossido di carbonio = 9456*1.17= 11063 kg

Nel rapporto di sicurezza (dicembre 2003) e nel documento di integrazioni NT AT 249(05) (settembre 2005), per i valori di dose soglia cui si associano i diversi effetti sui soggetti eventualmente esposti a concentrazioni rilevanti di monossido di carbonio, sono stati considerati quelli riassunti nella tabella seguente:

Effetti	Dose	
	Tempo	Concentrazione
Letali per il 50% degli esposti (rif. LC ₅₀) [cfr. Zona 1 – Azione]	30 min	4000 ppm
Gravi e reversibili (rif. IDLH) [cfr. Zona 2 – Controllo]	30 min	1000 ppm
Molesti (rif. LOC) [cfr. Zona 3 – Attenzione]	30 min	100 ppm

In relazione ai valori suddetti, è opportuno precisare che:

- 1) il valore limite LC₅₀ a 30 min. considerato è un valore cautelativo desunto dalla raccolta di letteratura dei dati tossicità acuta riportata per il monossido di carbonio dal NIOSH (rif. Lefaux R. "Practical Toxicology of Plastics", Cleveland, OH, 1968), riportante i risultati di varie campagne di studi. Altra letteratura specializzata considera tale valore come LC_{LO};
- 2) il valore limite IDLH a 30 min. considerato (1000 ppm = 1170 mg/m³, tale valore è anche considerato come limite a cui, per esposizione di 1 h, si possono verificare "effetti di fastidio ma non sintomi pericolosi") è, a fronte di un approccio puramente conservativo, inferiore rispetto al valore IDLH a 30 min. per il monossido di carbonio, pari a 1200 ppm (rif. NTIS Publication N. PB-94-195047: "Documentation for Immediately Dangerous to Life or Health Concentrations (IDLH): NIOSH Chemical Listing and Documentation of Revised IDLH Values (as of 01/03/95)").

Il Decreto Ministeriale del 09/05/2001, in Allegato (*Criteria guida per l'applicazione del Decreto del Ministro dei lavori pubblici ai sensi dell'articolo 14 del decreto legislativo 17 agosto 1999, n. 334, relativo all'Attuazione della direttiva 96/82/CE, relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose*), al §6.2.1, richiede che, "Nel caso siano disponibili valori di LC50 per specie non umana e/o per tempi di esposizione diversi da 30 minuti, deve essere effettuata una trasposizione di detti termini di riferimento mediante il metodo TNO."

Il metodo di cui sopra è documentato nel c.d. "Green Book" CPR 16E "Methods for the determination of possibile damage to people and objects resulting from releases of hazardous

materials”, pubblicato dal TNO nel dicembre 1989, che al capitolo 5 tratta “Damage caused by acute intoxication”.

Il metodo TNO, permette, a partire da dati di tossicità acuta per gli animali, di determinare il valore ragionevolmente atteso per la specie umana, sfruttando da una parte il principio di sovrapposizione degli effetti per tenere conto dei differenti tempi di riferimento dei dati da trattare, e dall'altra valutando dei fattori di sicurezza per l'estrapolazione dei dati ottenuti per le varie specie animali al caso umano, basati sul meccanismo di intossicazione e sulle differenze fisiologiche (masse corporee, volumi inspirati nell'unità di tempo, ecc.).

L'applicazione del metodo TNO per il calcolo del valore limite **LC₅₀(30 minuti, uomo)**, documentato nella stessa pubblicazione, permette di determinare che per il monossido di carbonio, il valore derivato dall'estrapolazione dei dati disponibili da più specie animali è di **7949 mg/m³** (ovvero **6794 ppm**, cfr. Annex 3 Capitolo 5 “Green Book” CPR 16E, TNO, 1989).

In relazione alla soglia **IDLH a 30 minuti**, si fa riferimento al valore NIOSH di **1404 mg/m³** (ovvero **1200 ppm**).

Per esposizioni inferiori a 30 minuti, il “Green Book” introduce l'Analisi di Probit, ovvero un modello che, per varie sostanze tossiche, definisce delle funzioni che permettono di correlare la probabilità di avere un certo tipo di danno e la dose (che a sua volta è funzione della concentrazione e della durata di esposizione). Conseguentemente, una funzione di Probit permette di correlare fra loro concentrazione e durata dell'esposizione, secondo la nota relazione che permette di determinare il c.d. “carico tossico” (toxic load):

$$C(t)^n \times t = \text{cost.} \quad (1)$$

dove:

- C(t) è la concentrazione di sostanza tossica a cui si è stati esposti per un tempo t
- t è il tempo di esposizione
- n è un coefficiente dipendente dalla sostanza tossica considerata (n = 1 per il CO).

Mediante il codice EFFECTS 2.1 è stato calcolato, ad intervalli di 100 m dal punto di rilascio, il valore massimo di concentrazione raggiunto nello stesso, nonché il tempo di “arrivo” della nube ed il tempo di “fine” della nube, entrambi valutati dal modello come l'istante in cui viene raggiunto un valore pari all' 1% del valore max. per il punto in esame. In tali condizioni è quindi possibile calcolare il “tempo di transito” della nube nel punto considerato.

In tali condizioni, è stato valutato, lungo l'asse longitudinale della nube, il carico tossico fino a distanze a cui sono previsti concentrazioni massime che danno luogo a valori del carico tossico sicuramente inferiori a quello associato alla concentrazione IDLH.

Il carico tossico così valutato è stato confrontato con quello derivante dai prodotti:

- a) LC₅₀(hmn, 30 min.) x 30 min.
- b) IDLH x 30 min.

verificando quindi se, nell'evoluzione della nube tossica, si verificano condizioni in cui il prodotto suddetto è uguale o maggiore a quello derivante dal considerare i valori suddetti.

Le analisi di dispersione sono state effettuate utilizzando, come condizioni meteorologiche:

1. Velocità del vento 5 m/s, classe di stabilità D.
2. Velocità del vento 2 m/s, classe di stabilità F.

La valutazione del carico tossico è stata effettuata prendendo a riferimento la condizione peggiore, ovvero quella in classe F con velocità del vento di 2 m/s, e calcolando in ogni punto la concentrazione massima della nube a quota +1,5 m. I risultati sono riportati nella seguente tabella.

Distanza lungo l'asse longitudinale della nube [m]	Concentrazione max. raggiunta C_{MAX} [mg/m ³]	t_{MAX} Istante a cui si ha C_{MAX} [s]	t_A Istante di "arrivo" nube ($C = 1\% C_{MAX}$) [s]	t_F Istante di "fine" nube ($C = 1\% C_{MAX}$) [s]	t_T Tempo di transito ($t_F - t_A$) [s]	Carico tossico $C_{MAX} \times t_T$ [mg/m ³ s]
100	53	50	41	113	72	1908
200	2495	100	74	183	109	135978
300	7385	150	110	258	148	546490
400	11020	200	145	334	189	1041390
500	12700	250	180	411	231	1466850
600	13030	300	215	487	272	1772080
700	12600	350	250	563	313	1971900
800	11800	400	286	639	353	2082700
900	10850	450	321	716	395	2142875
1000	9887	500	356	792	436	2155366
1100	8958	550	391	869	478	2140962
1200	8097	600	426	945	519	2101172
1300	7315	650	461	1020	559	2044543
1400	6612	700	496	1097	601	1986906
1500	5984	750	531	1172	641	1917872
1600	5426	800	566	1249	683	1852979
1700	4929	850	601	1325	724	1784298
1800	4488	900	636	1401	765	1716660
1900	4095	950	671	1478	807	1652333
2000	3746	1000	706	1554	848	1588304
2100	3434	1050	739	1630	891	1529847
2200	3159	1039	775	1706	931	1470515
2300	2915	1086	810	1782	972	1416690
2400	2694	1133	845	1859	1014	1365858
2500	2496	1180	880	1932	1052	1312896
2600	2316	1228	915	2010	1095	1268010
2650	2232	1251	932	2046	1114	1243224
2700	2153	1275	950	2086	1136	1222904
2800	2005	1322	984	2164	1180	1182950
2900	1870	1369	1019	2240	1221	1141635
3000	1748	1416	1054	2314	1260	1101240
3100	1636	1464	1089	2391	1302	1065036
3200	1533	1511	1124	2465	1341	1027877
3300	1439	1558	1159	2541	1382	994349
3400	1353	1605	1194	2618	1424	963336
3500	1273	1653	1229	2691	1462	930563
3600	1200	1700	1264	2770	1506	903600
3700	1132	1745	1298	2846	1548	876168
3800	1069	1794	1333	2919	1586	847717
3900	1011	1841	1368	2998	1630	823965
4000	958	1889	1403	3073	1670	799930

Al fine di valutare, in accordo alla relazione (1), relativa alla funzione di Probit, il verificarsi o meno di condizioni di superamento del carico tossico limite, con riferimento alle due soglie, $LC_{50}(hmn, 30 \text{ min.})$ ed IDLH, si calcola ($n = 1$ per il CO):

$$C(t)^n \times t = LC_{50}(\text{hmn}, 30 \text{ min.}) \times 30 \text{ min.} = 4000 \times 1.17 \times 1800 = 8424000 \text{ mg/m}^3 \text{ s} \quad (2)$$

$$C(t)^n \times t = \text{IDLH} \times 30 \text{ min.} = 1200 \times 1.17 \times 1800 = 2527200 \text{ mg/m}^3 \text{ s} \quad (3)$$

Dall'esame dei valori " $C_{\text{MAX}} \times t_T$ " riportati nella tabella precedente (ultima colonna), si verifica quindi immediatamente che in nessuna condizione si supera il valore del carico tossico limite LC_{50} e IDLH risultante dalla (2) e dalla (3), ovvero che, **durante la dispersione della nube**, nelle condizioni considerate, **non si hanno situazioni con superamento dei valori di LC_{50} e/o IDLH, anche a seguito di esposizione inferiore a 30 min.**, così come determinabili mediante il metodo TNO. Le valutazioni effettuate lungo l'asse longitudinale della nube sono a maggior ragione verificate nei punti rimanenti, poiché lungo l'asse ho i maggiori valori di concentrazione.

In definitiva, l'evoluzione spaziale e temporale della nube è tale da far sì che non sia abbiano mai zone in cui sono previsti valori di concentrazione superiori o uguali né al valore IDLH (esposizione statica a 1200 ppm per almeno 30 minuti) né, a maggior ragione al valore $LC_{50}(\text{hmn}, 30 \text{ min.})$, anche assumendo il valore cautelativo pari a 4000 ppm.

Scenario RT 13: Dispersione ed esplosione di una nube di gas COK in seguito al cedimento catastrofico del gasometro dopo dispersione in atmosfera (punto 9 §14 Prot. 7441)

Il volume totale del gasometro è 20000 m^3 .

Volume gas esplosivo in gasometro (20000×0.75) = 15000 m^3

Densità gas idrogeno a 1 atm e 293 K = 0.08 kg/m^3

Massa iniziale idrogeno = $15000 \times 0.08 = 1200 \text{ kg}$

La simulazione dello scenario avviene in due momenti:

- simulazione del processo di dispersione della nube legato al suo spostamento, con individuazione della massa di gas ancora compresa nell'intervallo di esplosività dell'idrogeno, nonostante l'effetto di diluizione realizzato dal fenomeno di dispersione atmosferica.
- simulazione dell'esplosione della nube, nel caso in cui, spostatasi per effetto del vento dalla verticale del gasometro, questa trovi innesco in altra zona o impianto.

Lo scenario è stato valutato nelle condizioni atmosferiche: velocità del vento 2 m/sec e classe stabilità "F"; velocità 5 e classe stabilità "D". Per ciascun istante temporale considerato è stata valutata l'estensione della nube in termini di distanza dalla sorgente (il gasometro) e i raggi di danno che un'eventuale esplosione della nube stessa genererebbe.

Condizioni atmosferiche	Tempo dopo il rilascio [sec]	Massa esplosiva [kg]	Max dist. LEL [m]	Min dist. LEL [m]	Max dist. UEL [m]	Min dist. UEL [m]	Danno	Distanza dal centro della nube	
								Min [m]	Max [m]
Velocità del vento: 2 m/s Stabilità classe "F"	10	243	37	3	30	10	Grave 0.3 bar	36	98
							Moderato 0.1 bar	107	209
							Vetri rotti 0.03 bar	356	574
	90	1048	232	128	0	0	Grave 0.3 bar	58	160
							Moderato 0.1 bar	174	340
							Vetri rotti 0.03 bar	579	935

	180	745	439	281	0	0	Grave 0.3 bar	52	143
							Moderato 0.1 bar	155	304
							Vetri rotti 0.03 bar	517	834
	360	42	768	671	0	0	Grave 0.3 bar	20	55
							Moderato 0.1 bar	59	117
							Vetri rotti 0.03 bar	198	320
	> 360	//	//	//	//	//			
Velocità del vento: 5 m/s	10	902	74	26	57	43	Grave 0.3 bar	55	153
Stabilità classe "D"							Moderato 0.1 bar	166	326
							Vetri rotti 0.03 bar	554	894
	30	948	191	109	0	0	Grave 0.3 bar	56	155
							Moderato 0.1 bar	331	331
							Vetri rotti 0.03 bar	909	909
	60	423	346	253	0	0	Grave 0.3 bar	43	119
							Moderato 0.1 bar	129	253
							Vetri rotti 0.03 bar	430	695
	> 60	//	//	//	//	//			

I risultati ottenuti sono conservativi in quanto, poiché avendo scelto per le simulazioni come sostanza di riferimento l'idrogeno (LEL 4.1% vol., UEL 75% vol.), tenendo conto del fatto che per il gas COK si ha un campo di esplosività più ristretto (LEL 4.1% vol. e UEL 33% vol.), la massa esplosiva calcolata in tali condizioni è sempre superiore rispetto a quella reale.

Scenario RT 22: Innesco ed Esplosione di una nube di gas LD in seguito al cedimento catastrofico del gasometro dopo dispersione in atmosfera (punto 9 §14 Prot. 7441)

Il volume totale del gasometro è 36.000 m³.

Volume gas esplosivo in gasometro (36.000*0.60) = 21600 m³

Densità gas monossido di carbonio a 1 atm e 293 K = 1.17 kg/ m³

Massa iniziale monossido di carbonio = 21600*1.17= 25272 kg

Condizioni atmosferiche	Tempo dopo il rilascio [sec]	Massa esplosiv a [kg]	Max dist. LEL [m]	Min dist. LEL [m]	Max dist. UEL [m]	Min dist. UEL [m]	Danno	Dist. Dal centro della Nube	
								Min [m]	Max
Velocità del vento: 2 m/s Stabilità classe "F"	10	4122	37	3	32	8	Grave 0.3 bar	//	//
							Moderato 0.1 bar	15	46
							Vetri rotti 0.03 bar	51	152
	90	17680	220	140	0	0	Grave 0.3 bar	//	//
							Moderato 0.1 bar	25	74
							Vetri rotti 0.03 bar	82	247

	180	6125	407	313	0	0	Grave 0.3 bar	//	//
							Moderato 0.1 bar	17	52
							Vetri rotti 0.03 bar	58	173
	240	300	502	458	0	0	Grave 0.3 bar	//	//
							Moderato 0.1 bar	6	19
							Vetri rotti 0.03 bar	21	63
	> 240	0	0	0	0	0	//	//	//
Velocità del vento: 5 m/s Stabilità classe "D"	10	14780	71.5	28.5	40	28	Grave 0.3 bar	//	//
							Moderato 0.1 bar	23	70
							Vetri rotti 0.03 bar	78	233
	30	12930	181	119	0	0	Grave 0.3 bar	//	//
							Moderato 0.1 bar	22	67
							Vetri rotti 0.03 bar	74	223
	50	1011	272	227	0	0	Grave 0.3 bar	//	//
							Moderato 0.1 bar	12	35
							Vetri rotti 0.03 bar	39	118
	> 50	0	0	0	0	0	//	//	//

Tabella: Riepilogo delle risultati di simulazione di dispersione e esplosione della nube.

Lo scenario è stato valutato nelle condizioni atmosferiche: velocità del vento 2 m/sec e stabilità "F"; velocità 5 e stabilità "D". Per ciascun istante temporale considerato è stata valutata l'estensione della nube in termini di distanza dalla sorgente (il gasometro) e i raggi di danno che un'eventuale esplosione della nube stessa genererebbero.

La simulazione dello scenario è stata fatta in due fasi:

- simulazione del processo di dispersione della nube legato al suo spostamento, con individuazione della massa di gas ancora compresa nell'intervallo di esplosività del monossido di carbonio, nonostante l'effetto di diluizione realizzato dal fenomeno di dispersione atmosferica.
- simulazione dell'esplosione della nube, nel caso in cui, spostatasi per effetto del vento dalla verticale del gasometro, questa trovi innesco in altra zona o impianto.

I risultati ottenuti sono conservativi in quanto, poiché essendo stato necessario per le simulazioni scegliere come sostanza di riferimento il monossido di carbonio (LEL 12.5% vol., UEL 74% vol.), tenendo conto del fatto che per il gas LD si ha un campo di esplosività più ristretto (LEL 18% vol. e UEL 74% vol.), la massa esplosiva calcolata è sempre superiore rispetto a quella reale.

Scenario RT 23: Calcolo della dispersione in atmosfera di una nube di gas CO fuoriuscita in seguito a rottura catastrofica del gasometro LDG

Il gas preso come riferimento per la simulazione, in virtù della elevata tossicità, è il monossido di carbonio puro, assunto pari al 57% del volume totale di gas LDG nel gasometro. In questo caso,

pertanto, la percentuale di CO è stata assunta pari a quella presente nella composizione media del gas LDG, in quanto tale sostanza risulta la sola caratterizzata da problemi di tossicità.

Ipotizzando che tutto il volume del gasometro sia occupato dal gas (ipotesi conservativa), il volume di gas presente all'interno dell'apparecchiatura è pari a 36000 m^3

Volume gas tossico nel gasometro ($36000 \cdot 0.57$) = 20520 m^3

Densità gas CO a 1 atm e 293 K = 1.17 kg/ m^3

Massa iniziale CO = $20520 \cdot 1.17 = 24009 \text{ kg}$

Per la valutazione dei valori limite presi a riferimento, si rimanda a quanto già illustrato per lo scenario RT04 (dispersione nube gas AFO).

Condizioni meteorologiche delle simulazioni:

1. Velocità del vento 5 m/s, stabilità D.
2. Velocità del vento 2 m/s, stabilità F.

La valutazione del carico tossico è stata effettuata prendendo a riferimento la condizione peggiore, ovvero quella in classe F con velocità del vento di 2 m/s, e calcolando in ogni punto la concentrazione massima della nube a quota +1,5 m. I risultati sono riportati nella seguente tabella.

Distanza lungo l'asse longitudinale della nube [m]	Concentrazione max. raggiunta C_{MAX} [mg/m ³]	t_{MAX} Istante a cui si ha C_{MAX} [s]	t_A Istante di "arrivo" nube ($C = 1\% C_{MAX}$) [s]	t_F Istante di "fine" nube ($C = 1\% C_{MAX}$) [s]	t_T Tempo di transito ($t_F - t_A$) [s]	Carico tossico $C_{MAX} \times t_T$ [mg/m ³ s]
100	64	50	41	116	75	2400
200	3178	100	74	185	111	176379
300	9883	150	109	261	152	751108
400	15570	200	145	337	192	1494720
500	18740	250	180	414	234	2192580
550	19510	275	198	452	254	2477770
600	19870	300	216	491	275	2732125 (*)
700	19750	350	251	567	316	3120500 (*)
800	18940	400	286	643	357	3380790 (*)
900	17800	450	321	719	398	3542200 (*)
1000	16520	500	356	796	440	3634400 (*)
1100	15220	550	391	873	482	3668020 (*)
1200	13970	600	426	949	523	3653155 (*)
1300	12800	650	461	1025	564	3609600 (*)
1400	11720	700	497	1101	604	3539440 (*)
1500	10730	750	532	1179	647	3471155 (*)
1600	9831	800	567	1255	688	3381864 (*)
1700	9018	850	602	1330	728	3282552 (*)
1800	8283	900	637	1406	769	3184814 (*)
1900	7621	950	672	1483	811	3090316 (*)
2000	7022	1000	707	1560	853	2994883 (*)
2100	6482	1050	742	1635	893	2894213 (*)
2200	5994	1100	777	1713	936	2805192 (*)
2300	5552	1150	812	1789	977	2712152 (*)
2400	5151	1200	845	1862	1017	2619284 (*)
2500	4788	1250	880	1941	1061	2540034 (*)

2600	4463	1228	916	2017	1101	2456882
2700	4168	1275	951	2092	1141	2377844
2800	3899	1322	986	2169	1183	2306259
2900	3652	1369	1021	2243	1222	2231372
3000	3425	1416	1056	2321	1265	2166313
3100	3217	1464	1090	2398	1308	2103918
3200	3025	1511	1125	2471	1346	2035825
3300	2848	1558	1160	2547	1387	1975088
3400	2685	1605	1195	2624	1429	1918433
3500	2535	1653	1230	2702	1472	1865760
3600	2395	1700	1265	2782	1517	1816608
3700	2266	1747	1300	2853	1553	1759549
3800	2145	1794	1335	2926	1591	1706348
3900	2034	1841	1370	3004	1634	1661778
4000	1930	1889	1404	3079	1675	1616375
4100	1834	1936	1439	3153	1714	1571738
4200	1743	1983	1474	3229	1755	1529483
4300	1659	2030	1509	3311	1802	1494759
4400	1580	2078	1544	3385	1841	1454390
4500	1506	2124	1579	3458	1879	1414887
4600	1437	2172	1614	3538	1924	1382394
4700	1372	2219	1649	3611	1962	1345932
4800	1311	2266	1684	3690	2006	1314933
4900	1254	2314	1718	3768	2050	1285350
5000	1200	2361	1753	3840	2087	1252200
5100	1149	2408	1788	3918	2130	1223685
5200	1101	2455	1823	3993	2170	1194585
5300	1056	2502	1858	4072	2214	1168992
5400	1013	2550	1893	4144	2251	1140132
5500	973	2597	1928	4220	2292	1115058

(*): Superamento carico tossico per soglia IDLH.

Dall'esame dei valori " $C_{MAX} \times t_T$ " riportati nella tabella precedente (ultima colonna), si verifica quindi immediatamente che in nessuna condizione si supera il valore del carico tossico limite LC_{50} risultante dalla relazione (2), mentre si ha il superamento del limite IDLH espresso dalla relazione (3), fra 600 e 2500 m.

In altre parole, **durante la dispersione della nube**, nelle condizioni considerate, **non si hanno situazioni con superamento della soglia LC_{50} , anche a seguito di esposizione inferiore a 30 min.**, così come determinabili mediante il metodo TNO.

In relazione alla soglia IDLH, si può avere il superamento a distanze fino a 2500 m dal punto di rilascio nelle zone investite dalla nube. Infatti, tale superamento, calcolato per i punti lungo l'asse longitudinale della nube, dove si ha la massima concentrazione della nube, si riduce man mano che ci sia allontana dall'asse della nube stessa in direzione trasversale, a parità di distanza dal punto di rilascio.

L'area che può essere interessata da valori maggiori della soglia IDLH è riportata graficamente nella Tavola 4 in Allegato C1.6.1 (che sostituisce l'omonima Tavola 4 inserita nel documento (NT AT 240(05), settembre 2005).

Scenario RT 29: Fuoriuscita di gas LD da pipeline/raffreddatore e conseguente esplosione della nube

E' stato simulato uno scenario di fuoriuscita gas ed esplosione tale da ipotizzare:

- perdita di gas da un foro pari a circa 5 cm;
- tempo di intervento dell'operatore pari a 15 e 30 minuti;
- massa esplosiva equivalente di sostanza di riferimento (CO puro)

Dai calcoli effettuati è risultato una rateo di emissione di gas LD pari 0.35 kg/sec e, considerando condizioni di dispersione in classe F e velocità del vento pari a 2 m/s, si valuta una massa all'interno dell'intervallo LIE-LSE di ~0,864 kg.

CLASSE DI DANNO sostanza di riferimento CO				
Catastrofico (0.3 bar)	Grave (0.1 bar)		Rottura vetri (0.03 bar)	
//	Distanza MIN dal centro della nube e durata della fase	Distanza MAX dal centro della nube e durata della fase	Distanza MIN dal centro della nube e durata della fase	Distanza MAX dal centro della nube e durata della fase
//	1	3	3	9

Scenario RT 30: Fuoriuscita di gas LD da pipeline e conseguente esplosione della nube

Si vedano i risultati delle simulazioni per lo scenario RT 29.

Scenario RT 31: Dispersione stoccaggio ossigeno zona Cotone

Si considera lo scenario incidentale associato all'ipotesi di rilascio catastrofico di ossigeno da tutti i 14 serbatoi di stoccaggio presenti nell'area (associabile solo ad un atto di sabotaggio, poiché non ci sono condizioni impiantistiche dirette e/o indirette che possano dar luogo a tale scenario).

In caso di rilascio istantaneo della massa totale di O₂ dello stoccaggio, facendo riferimento al valore del 4% di arricchimento della concentrazione di ossigeno nell'aria, oltre la quale si ha rischio sostanziale di incendio, dopo 140 s (in condizioni di velocità del vento pari a 5 m/s e stabilità D) e 510 s (in condizioni di velocità del vento pari a 2 m/s e stabilità F) non si hanno zone con concentrazioni superiori alla soglia considerata.

Il calcolo della dispersione della nube, effettuato con velocità del vento di 5 m/s, dopo 60 s dall'evento, prevede una nube con concentrazione max. a 300 m dal punto di emissione lunghezza di ~140 m e larghezza di ~55 m, mentre con velocità del vento 2 m/s la zona più distante raggiunta dalla nube è a circa 1 km dalla sorgente, con larghezza pari a ~40 m.

In definitiva, nel caso di condizioni meteorologiche con velocità del vento 5 m/sec e classe di stabilità D, le ultime condizioni di pericolo prima della diluizione della nube a valore tale da non comportare alcun rischio, configurano una geometria della nube stessa pari a 32x9 m a distanza

massima pari a 692 m. Nell'analogo caso in condizioni meteorologiche caratterizzate da velocità del vento 2 m/s e classe di stabilità F, la nube ha dimensioni 40x2 m.

Scenario RT 32: Rilascio di ossigeno gassoso, con arricchimento in atmosfera tale da provocare rischio di incendio.

Allo scopo di valutare la distanza a cui, in caso di rilascio di ossigeno gassoso, si possa avere rischio di incendio di materiale combustibile in aree prossime a quella di rilascio, sono state effettuate delle simulazioni per la definizione della portata di efflusso dalla rete e dell'effetto di dispersione e diluizione della nube.

I risultati hanno evidenziato che per un rilascio a 7 m di quota, la nube dispersa non arriva mai a condizioni di arricchimento dell'atmosfera del 4% di ossigeno (valore considerato soglia per l'insorgere del rischio) in nessuna condizione meteorologica simulata (stabilità "F" e velocità del vento 2 m/s, stabilità "D" e velocità a 5 m/s).

La valutazione dell'arricchimento del 1% (pari a 0.014 kg/m³), in condizioni meteorologiche di stabilità "F" e velocità del vento 2 m/sec si realizza all'interno di una zona con contorno di dimensioni pari 380 x 7 m.

Riepilogo ipotesi considerate e conseguenze per gli scenari incidentali

Si riporta di seguito, al fine di fornire una chiave di lettura immediata per l'attività di analisi delle conseguenze incidentali, una tabella riassuntiva che, per ciascun scenario incidentale analizzato, riassume le ipotesi di calcolo utilizzate per la simulazione, le conseguenze in termini di distanze di danneggiamento e gli eventuali effetti domino.

La valutazione degli effetti domino presumibili a partire dal verificarsi di uno degli scenari incidentali analizzati è stata effettuata a partire dalle considerazioni di seguito riportate. La problematica di base, nella possibile evoluzione dello scenario è legata alla probabilità di aversi un innesco immediato o ritardato della nube.

Per le rotture di tubazioni, la probabilità di innesco immediata (presenza di punti caldi e/o altre sorgenti di innesco legate all'evento primario) o ritardata viene valutata sulla base della portata rilasciata, come dalla seguente Tabella 1.

Tabella 1: valutazione delle probabilità di innesco di miscele infiammabili (E&P FORUM)

EVENTO	Probabilità per un rilascio di portata	
	< 2 kg/s	> 2 kg/s
Ignizione immediata	0.005	0.05
Ignizione ritardata	0.005	0.15

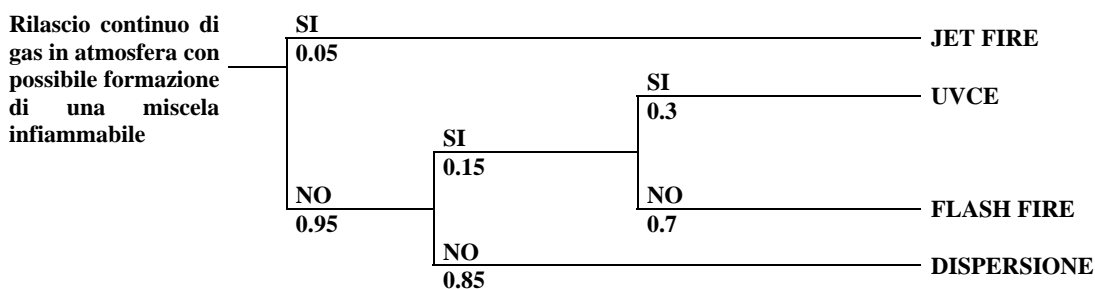
Inoltre, in letteratura, la probabilità di accadimento di esplosione non confinata (UVCE), viene trattata come di seguito riportato:

- ✓ Per quantitativi di gas infiammabile all'interno del campo di infiammabilità < 500 kg, la probabilità è nulla (Arthur D. Little, solo nel caso di H₂ si ha il limite di 200 kg)
- ✓ Per quantitativi superiori di gas o vapori, la probabilità di evoluzione del fenomeno come UVCE è pari al 30% (i.e. ~1 volta su 3), come da evidenze sperimentali (Arthur D. Little).

Il rilascio in oggetto può quindi evolversi secondo uno degli scenari di seguito elencati, e con probabilità valutabili come dal seguente albero degli eventi (non sono considerati scenari di tipo BLEEVE, in quanto situazione non ricorrente nello stabilimento):

- ☞ JET FIRE
- ☞ UVCE
- ☞ FLASH FIRE
- ☞ DISPERSIONE (senza innesco)

Tabella 2: schema probabilità di evoluzione di scenari legati al rilascio di gas e formazione di miscele infiammabili



In generale, gli effetti di dispersione senza innesco sono, da un punto di vista probabilistico, predominanti. Dal punto di vista dei danni conseguenti, si valutano le conseguenze di esplosioni non confinate (UVCE) e di irraggiamento legate a eventi tipo jet fire che possono mettere in crisi le strutture adiacenti.

Nella Tabella 3 di seguito riportata, vengono sintetizzate le informazioni salienti delle analisi effettuate ai fini della valutazione delle conseguenze per gli scenari incidentali individuati ed analizzati nella sezione §1.C.1.6.1 del Rapporto di Sicurezza trasmesso in dicembre 2003.

Dal punto di vista della valutazione delle conseguenze legate a possibili scenari domino, le conseguenze sono in generale collegate al verificarsi, in cascata, di altri scenari già analizzati, riportati nella stessa Tabella in termini di riferimenti incrociati.

Nella stessa tabella sono riportate le probabilità di accadimento degli scenari considerati.

In relazione alla probabilità di accadimento di alcuni scenari legati ai gasometri si chiarisce che a partire dalla probabilità dell'evento "cedimento catastrofico gasometro" (P_{CEDCAT}), sono state valutate le probabilità di accadimento di eventi correlati come di seguito sintetizzato:

- 1) UVCE immediata: $1/3 \times P_{CEDCAT}$
- 2) DISPERSIONE nube gas: $P_{CEDCAT} \times 0.95 \times 0.85$ (cfr. Tabella 2)
- 3) DISPERSIONE + UVCE (innesco ritardato): $P_{CEDCAT} \times 0.95 \times 0.15$ (cfr. Tabella 2).

Note testo per scenari incidentali calcolati nuovamente, che hanno generato modifiche nella tabella riassuntiva (cfr. Tabella 3) delle conseguenze.

RT03, RT04, RT13, RT22, RT23, RT29, RT30, RT31, RT32: gli scenari reti distribuzione gas e gasometri in cui è prevista la valutazione della dispersione di una nube sono stati calcolati nuovamente nella condizione meteorologica F2 (velocità vento 2 m/s, classe di stabilità F) in accordo a quanto previsto dalle Linee Guida ISPESL.

La scelta iniziale era stata quella di F3, tenendo conto che nel sito si hanno caratteristiche di ventosità con velocità medie superiori al valore di riferimento di 2 m/s considerato nella Linea Guida, in modo tale da mantenere un maggiore realismo delle simulazioni.

RT34: le conseguenze riportate nella Tavola 2 trascurano il lay-out effettivo, poiché la tubazione metano che passa in prossimità del confine di stabilimento, in realtà si trova a quota inferiore di ~4 m rispetto al piano stradale.

AC07: calcolata la dispersione della nube in condizioni meteorologiche F2 (classe di stabilità F di Pasquill, stabilità moderata, velocità del vento di 2 m/s) in aggiunta al calcolo in condizioni D5 (ovvero in condizioni di stabilità neutra) riportato nel Rapporto di Sicurezza.

AC08: effettuate le valutazioni nel caso di perdita di gas dalla tubazione di alimentazione dei piloti (da 1"), considerando condizioni di dispersione atmosferica F2 (in aggiunta al calcolo in condizioni D5 riportato nel Rapporto di Sicurezza), e nel caso ipotetico di rottura della tubazione di alimentazione del sistema di supporto (da 4"). In questo ultimo caso è stata valutata la portata in caso di rilascio continuo e la massa di gas nei limiti di infiammabilità sempre in condizioni meteorologiche "F2".

Tale scenario incidentale in realtà non ricorre, poiché a valle della messa a punto ed ottimizzazione della modalità di recupero del gas di acciaieria LD e delle verifiche di infiammabilità del gas di testa e di coda durante il processo batch di soffiaggio, è stato verificato che i fumi hanno composizione tale da consentire sempre la combustione in atmosfera, senza necessità di ulteriore gas di supporto, opzione prevista dal fornitore dell'impianto.

Conseguentemente, l'utilizzazione del metano come gas di supporto è stata esclusa come modalità di funzionamento, e la suddetta tubazione è stata intercettata a monte (base camino fiaccola), il sistema non viene utilizzato e lo scenario incidentale è da escludere a priori.

CK 11: effettuata nuova valutazione conseguenze, poiché nel calcolo precedente era stato preso a riferimento l'idrogeno puro come reagente nella formazione della miscela esplosiva all'interno del forno di ossidazione termica, laddove si ritiene che sarebbe più corretto considerare l'ammoniaca, essendo il forno di combustione dei vapori ammoniacali.

Nella Tabella 3 seguente, le conseguenze stimate sono riportate in funzione dei valori di soglia previsti dal DPCM 25/02/2005 e dalle Linee Guida ISPESL.

TABELLA 3		PROSPETTO RIASSUNTIVO DEI TOP			EVENT	
TOP EVENT	Identificativo unità / zona stabilimento	Descrizione sintetica dell'evento Ipotesi di calcolo	Conseguenze stimate	Frequenza di accadimento (occ./anno)	Misure di mitigazione attuabili Scenari domino – altre osservazioni	
ALTOFORNO						
AF 01	1.1 Altoforno	<p><i>Esplosione di nube gas AFO fuoriuscita da bocca AFO</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Portata rilascio: 200.000 m³/h - Durata rilascio fino a innesco: 1 min. - Calcolo: CO, massa 25% volume gas AFO fuoriuscito - Innesco quasi immediato legato a condizioni impiantistiche in zona bocca 	<p>---</p> <p>10 m</p> <p>19 m</p> <p>53 m</p>	5.0E-3	<p>Non applicabile</p> <p>Non ricorre (domino)</p>	
AF 02	1.1 Altoforno	<p><i>Rilascio e successiva esplosione di nube gas AFO fuoriuscita da bleeder</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Portata rilascio: 50.000 m³/h - Rilascio fino a innesco : ~1 min. - Calcolo: CO, massa 25% volume gas AFO fuoriuscito - Innesco da fiamma pilota torcia gas AFO, legato a condizioni atmosferiche con vento da NE e velocità 5 m/s, classe di stabilità D 	<p>---</p> <p>104 m</p> <p>180 m</p> <p>418 m</p>	2.0E-2	<p>L'apertura di una valvola bleeder a quota 97 m comporta rilasci a quota così elevata con effetti di diluizione che, da vari calcoli di dispersione, anche dopo diversi minuti di rilascio, non si hanno soglie di pericolosità per tossicità a quote inferiori oltre 30 m, e quindi a maggior ragione a quote inferiori (operatori) o a maggiore distanza (esterno)</p>	
AF 03	1.2 Sacca a polvere	<p><i>Esplosione di nube gas AFO fuoriuscita da sacca a polvere (piccola perdita)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Rilascio da tronchetto da 1" - Durata rilascio fino a innesco: 30 min. - Massa di gas totale 18 kg, 50% grado di confinamento - Calcolo: CO, massa 25% volume gas AFO fuoriuscito - Innesco legato a condizioni impiantistiche non ben precisate 	<p>7 m</p> <p>16 m</p> <p>29 m</p> <p>69 m</p>	1.0E-1	<p>L'esplosione porterebbe a significativi danni alla struttura ma senza implicazione di eventuali scenari domino.</p> <p>Calcoli di riferimento sono quelli dello scenario RT 06</p>	

TABELLA 3		PROSPETTO RIASSUNTIVO DEI TOP			EVENT
TOP EVENT	Identificativo unità / zona stabilimento	Descrizione sintetica dell'evento Ipotesi di calcolo	Conseguenze stimate	Frequenza di accadimento (occ./anno)	Misure di mitigazione attuabili Scenari domino – altre osservazioni
AF 04	1.3 Torre a umido	<p><i>Esplosione di nube gas AFO fuoriuscita da torre a umido (piccola perdita)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Rilascio da tronchetto da 1" - Durata rilascio fino a innesco: 30 min. - Massa di gas totale 18 kg, 50% grado di confinamento - Calcolo: CO, massa 25% volume gas AFO fuoriuscito - Innesco legato a condizioni impiantistiche non ben precisate 	<p>7 m 16 m 29 m 69 m</p>	1.0E-1	<p>L'esplosione porterebbe a significativi danni alla struttura ma senza implicazione di eventuali scenari domino</p> <p>Calcoli di riferimento sono quelli dello scenario RT 06</p>
AF 05	1.4 Turbo-espansore	<p><i>Esplosione di nube gas AFO fuoriuscita da turbo-espansore (piccola perdita)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Rilascio da tronchetto da 1" - Durata rilascio fino a innesco: 30 min. - Massa di gas totale 18 kg, 50% grado di confinamento - Calcolo: CO, massa 25% volume gas AFO fuoriuscito - Innesco legato a condizioni impiantistiche non ben precisate 	<p>7 m 16 m 29 m 69 m</p>	1.0E-4	<p>L'esplosione porterebbe a significativi danni alla struttura ma senza implicazione di eventuali scenari domino</p> <p>Calcoli di riferimento sono quelli dello scenario RT 06</p>
AF 06	1.5 Cowpers	<p><i>Formazione di un dardo per fuoriuscita di vento caldo da cowper</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Calcolo effetti irraggiamento legati ad un getto incendiato di metano, per simulare gli effetti di alta T del vento caldo (dardo ~2 x 45 m) - Calcolo con portata 20 kg/s metano - Angolo 90°, altezza rilascio 10 m 	<p>50 m 55 m 58 m 63 m</p>	1.0E-4	<p>Messa fuori servizio del cowper interessato, ed eventualmente fermata d'emergenza altoforno</p> <p>Il dardo, in base alla direzione, potrebbe investire un altro cowper danneggiandolo con conseguente probabile scenario:</p> <p>AF 07: esplosione non confinata di nube di gas di alimentazione fuoriuscita dal cowper</p>

TABELLA 3		PROSPETTO RIASSUNTIVO DEI TOP EVENT			
TOP EVENT	Identificativo unità / zona stabilimento	Descrizione sintetica dell'evento Ipotesi di calcolo	Conseguenze stimate	Frequenza di accadimento (occ./anno)	Misure di mitigazione attuabili Scenari domino – altre osservazioni
AF 07	1.5 Cowpers	<p><i>Esplosione di nube gas di riscaldamento fuoriuscita dal cowper (piccola perdita, domino da scenario precedente)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Rilascio da tronchetto da 1" - Massa di gas totale 18 kg, 50% grado di confinamento - Calcolo: CO, massa 25% volume gas AFO fuoriuscito - Innesco legato a condizioni incidentali precedenti, con getto vento caldo che a valle danneggiamento strutturale può dare condizioni di innesco nube 	<p>7 m 16 m 29 m 69 m</p>	5.0E-5	<p>Fermata d'emergenza altoforno.</p> <p>L'esplosione di un cowper potrebbe portare alla conseguente esplosione dei restanti due. In base all'analisi fatta non si creerebbero comunque le condizioni per ulteriori conseguenze incidentali.</p> <p>Calcoli di riferimento sono quelli dello scenario RT 06, con massa di gas assunta conservativamente come quella che si avrebbe a valle di una piccola perdita non rilevata per 30 minuti.</p>
RETI GAS					
RT 01	2.1.1 Gasometro AFO	<p><i>Esplosione istantanea di nube gas AFO fuoriuscita dal gasometro AFO (cedimento catastrofico)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Massa di gas: 95% volume totale gasometro AFO - Calcolo: CO, massa 25% volume gas AFO fuoriuscito (9760 m³) - Innesco immediato legato a condizioni impiantistiche 	<p>--- 53 m 90 m 212 m</p>	4.81E-5	<p>Non applicabile Non ricorre (domino)</p>
RT 02	2.1.1 Gasometro AFO	<p><i>Esplosione di nube gas AFO fuoriuscita dal gasometro (rilascio da caminelle)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Valutato caso rilascio di 5000 m³, 10000 m³, 20000 m³ - Calcolo: CO, massa 25% volume gas AFO fuoriuscito - Innesco ritardato legato a operatività macchina a colare, si trascurano gli effetti di diluizione della nube 	<p>--- 68 m 115 m 170 m</p>	1.2E-4	<p>Non applicabile Non ricorre (domino)</p>

TABELLA 3		PROSPETTO RIASSUNTIVO DEI TOP EVENT			
TOP EVENT	Identificativo unità / zona stabilimento	Descrizione sintetica dell'evento Ipotesi di calcolo	Conseguenze stimate	Frequenza di accadimento (occ./anno)	Misure di mitigazione attuabili Scenari domino – altre osservazioni
RT 03	2.1.1 Gasometro AFO	<p><i>Dispersione di nube gas AFO fuoriuscita dal gasometro e successiva esplosione (cedimento catastrofico)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Massa di gas: 95% volume totale gasometro AFO - Calcolo: CO, massa 25% volume gas AFO fuoriuscito (9760 m³) - Innesco ritardato legato a funzionamento (risultati riportati caso macchina a colare, F2 a 60 s, o impianto REDSMELT, F2 a 120 s) 	<p>---</p> <p>---</p> <p>148+58 m</p> <p>148+193 m (F2 a 60 s)</p> <p>---</p> <p>---</p> <p>276+44 m</p> <p>276+148 m (F2 a 120 s)</p>	2.78E-5	<p>Non applicabile</p> <p>Non ricorre (domino)</p>
RT 04	2.1.1 Gasometro AFO	<p><i>Dispersione di nube gas AFO fuoriuscita dal gasometro (cedimento catastrofico)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Massa di gas: 95% volume totale gasometro AFO (intervento sistema di sicurezza) - Calcolo: CO, massa 23% volume gas AFO fuoriuscito (9760 m³) - Calcoli effettuati in condizioni meteorologiche D5 e F2 (risultati in planimetria) 	<p>---</p> <p>---</p>	2.0E-4	<p>Confinamento in luoghi chiusi della popolazione nelle zone sottovento immediatamente vicine allo stabilimento, eventuale evacuazione zone più distanti.</p> <p>Combustione gas AFO in torcia AFO.</p> <p>Non applicabile (domino)</p>
RT 05	2.1.2 Rete AFO	<p><i>Dispersione ed incendio di gas AFO fuoriuscito da tronchetto da 1" (piccola perdita, scenario mutuato da precedente Rapporto di Sicurezza)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Portata di gas: 0,03 kg/s - Sostanza: gas AFO - Calcolo getto e massa all'interno dell'intervallo LIE-LSE - Calcolo irraggiamento a 1,7 m per jet fire a 5 m e a 10 m di quota (rack) 	<p>---</p> <p>---</p> <p>---</p> <p>---</p>	9.0E-3	<p>Intervento VVF di stabilimento, intercettazione e riparazione perdita.</p> <p>Non ricorre (domino)</p>

TABELLA 3		PROSPETTO RIASSUNTIVO DEI TOP EVENT			
TOP EVENT	Identificativo unità / zona stabilimento	Descrizione sintetica dell'evento Ipotesi di calcolo	Conseguenze stimate	Frequenza di accadimento (occ./anno)	Misure di mitigazione attuabili Scenari domino – altre osservazioni
RT 06	2.1.2 Rete AFO	<p><i>Esplosione non confinata in seguito a rilascio di gas AFO (scenario mutuato da precedente Rapporto di Sicurezza)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Durata e massa rilascio: 10 min. 6 kg e 30 min. 18 kg (riportati risultati caso 30 min. sostanza di riferimento) - Sostanza: gas AFO - Calcolo fatto con miscela di gas e sostanza di riferimento (CO 25% volume totale fuoriuscito) - Non si considera l'effetto di diluizione e trasporto dovuto a eventuale dispersione atmosferica 	--- 26 m 44 m 84 m	2.0E-6	<p>Coinvolgimento di altre tubazioni gas passanti sullo stesso pipe rack. Probabile dispersione o possibile formazione di jet-fire, ovvero esplosione secondaria della nube formatasi a seguito dell'evento iniziale. Scenario domino: cedimento della tubazione gas COK, con fuoriuscita ed innesco immediato o ritardato gas infiammabile. Si ipotizza il cedimento tubazione di collegamento con CET/2 e sul pipe rack principale che collega la cokeria e l'altoforno.</p> <p>Non si considera dispersione e diluizione: nel caso F2, già dopo 10 s la massa all'interno dell'intervallo di infiammabilità è 9 kg, con distanza massima del LIE di 23 m, quindi con danni inferiori al caso di innesco immediato. Dopo 15 s si hanno solo 2 kg con distanza massima del LIE di 33 m dalla sorgente.</p>
RT 07	2.1.2 Rete AFO	<i>Depressione nelle tubazioni gas AFO (modellistica non disponibile)</i>	---	---	---

TABELLA 3		PROSPETTO RIASSUNTIVO DEI TOP			EVENT	
TOP EVENT	Identificativo unità / zona stabilimento	Descrizione sintetica dell'evento Ipotesi di calcolo	Conseguenze stimate	Frequenza di accadimento (occ./anno)	Misure di mitigazione attuabili Scenari domino – altre osservazioni	
RT 08	2.1.3 Torcia AFO	<p><i>Esplosione non confinata in seguito a rilascio da torcia gas AFO (scenario mutuato da precedente Rapporto di Sicurezza)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Valutato caso rilascio di 5000 m³, 10000 m³, 20000 m³ - Calcolo: CO, massa 25% volume gas AFO fuoriuscito - Innesco ritardato legato presenza a circa 200 m dell'elettrodotto 132 kV - Trascurato effetto diluizione, riportati risultati caso 20000 m³ 	<p>---</p> <p>68 m</p> <p>115 m</p> <p>170 m</p>	3.3E-2	<p>Non applicabile</p> <p>Non ricorre (domino)</p>	
RT 09	2.1.3 Torcia AFO	<p><i>Rilascio da candela con irraggiamento da torcia gas AFO</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Non ricorrono condizioni di rischio, essendo la normale operatività della candela 	<p>---</p> <p>---</p> <p>---</p> <p>---</p>	---	<p>Non applicabile</p> <p>Non ricorre (domino)</p>	
RT 10	2.1.3 Torcia AFO	<p><i>Dispersione tossica in seguito a rilascio da torcia gas AFO</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Valutato caso rilascio di 200000 m³ a circa 75 m di quota - Calcolo: CO, massa 23% volume gas AFO fuoriuscito - Dispersione in condizioni F2 e D5 da quella quota non danno mai al suolo concentrazioni pericolose 	<p>---</p> <p>---</p>	1.0E-3	<p>Non applicabile</p> <p>Non ricorre (domino)</p>	

TABELLA 3		PROSPETTO RIASSUNTIVO DEI TOP EVENT			
TOP EVENT	Identificativo unità / zona stabilimento	Descrizione sintetica dell'evento Ipotesi di calcolo	Conseguenze stimate	Frequenza di accadimento (occ./anno)	Misure di mitigazione attuabili Scenari domino – altre osservazioni
RT 11	2.2.1 Gasometro COK	<p><i>Esplosione istantanea di nube gas COK fuoriuscita dal gasometro COK (cedimento catastrofico)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Massa di gas: 100% volume totale gasometro COK - Calcolo: H₂, massa 75% volume gas COK fuoriuscito (15000 m³) - Innescio immediato legato a condizioni impiantistiche 	169 m 280 m 740 m 989 m	5.8E-5	<p>Per effetto dell'esplosione della nube, nell'area circostante al gasometro sono da attendersi danni molto gravi alla batteria 27 F e al forno di ossidazione termica in area sottoprodotti, nonché la distruzione del pipe rack delle tubazioni gas AFO, COK, CH₄, LD, O₂</p> <p>Probabili scenari conseguenti: CK 01: Esplosione batteria 27F CK 08: Fuoriuscita ed esplosione gas dal bariletto RT 06/ RT 16 /RT 30 / RT 32: Esplosione a seguito rottura delle tubazioni gas AFO, COK, LD, CH₄ RT 35: Rilascio di O₂ da cedimento tubazione.</p> <p>La gravità e l'estrema ramificazione di impianti e reti dello stabilimento, rendono tale scenario domino difficile da definire in modo più dettagliato.</p>
RT 12	2.2.1 Gasometro COK	<p><i>Esplosione di nube gas COK fuoriuscita in atmosfera (rilascio da caminelle)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Valutato caso 500 m³, 1000 m³, 5000 m³ - Calcolo: H₂, massa 75% volume gas COK fuoriuscito - Innescio quasi immediato da condizioni impiantistiche (sforamento coke) 	105 m 175 m 460 m 616 m	1.0E-4	<p>Lo scenario si configura simile a quanto visto in RT 11. Nel caso specifico, le quantità di gas esploso si riducono in funzione della entità del rilascio. Nelle condizioni conservative assunte per simulare lo scenario, l'esplosione del gas potrebbe portare al danneggiamento della batteria 27 F con conseguenze viste in RT 11.</p>

TABELLA 3		PROSPETTO RIASSUNTIVO DEI TOP EVENT			
TOP EVENT	Identificativo unità / zona stabilimento	Descrizione sintetica dell'evento Ipotesi di calcolo	Conseguenze stimate	Frequenza di accadimento (occ./anno)	Misure di mitigazione attuabili Scenari domino – altre osservazioni
RT 13	2.2.1 Gasometro COK	<p><i>Dispersione di nube gas COK fuoriuscita dal gasometro e successiva esplosione (cedimento catastrofico)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Massa di gas: 100% volume totale gasometro COK - Calcolo: H₂, massa 75% volume gas COK fuoriuscito (15000 m³) - Dispersione atmosferica e calcolo massa esplosiva in condizioni meteorologiche D5 e F2, e successiva esplosione - Riportati risultati caso condizioni F2, innesco dopo 90 s (caso maggiore massa coinvolta), significativo caso condizioni F2 a 360 s (danni a maggiore distanza) 	<p>(F2 a 360 s): 768+55 m 768+90 m 768+240 m 768+320 m</p> <p>(F2 a 90 s): 232+160 m 232+270 m 232+680 m 232+935 m</p>	3.35E-5	<p>Lo scenario si configura in modo simile a quanto già analizzato in RT 11. Le quantità di gas si riducono in funzione del tempo intercorso tra il rilascio stesso e l'innesco. Infatti un ritardo di innesco provoca una maggiore dispersione della nube con diminuzione della massa esplosiva e delle dimensioni delle aree di danno. Tuttavia, lo stesso ritardo, implica la possibilità di "migrazione" della nube a maggiore distanza.</p> <p>Nelle simulazioni, conservative, data la distanza raggiunta dalla nube e le condizioni di diluizione ottenute, a seconda della direzione del vento, l'incidente potrebbe investire l'area cokeria, l'acciaieria, i treni, gli stoccaggi di O₂ e di catrame e potrebbe arrivare a lambire l'area altoforno.</p>
RT 14	2.2.2 Stazione ex Boldrocchi	<p><i>Incendio gas COK fuoriuscito da stazione ex BOLDROCCHI (piccola perdita)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Conseguenze non significative in termini di dimensioni jet fire e conseguente irraggiamento 	---	1.0E-2	<p>Intercettazione valvole su collettori a monte e valle stazione ex BOLDROCCHI, intervento VVF di stabilimento</p> <p>Non ricorre (domino)</p>

TABELLA 3		PROSPETTO RIASSUNTIVO DEI TOP			EVENT
TOP EVENT	Identificativo unità / zona stabilimento	Descrizione sintetica dell'evento Ipotesi di calcolo	Conseguenze stimate	Frequenza di accadimento (occ./anno)	Misure di mitigazione attuabili Scenari domino – altre osservazioni
RT 15	2.2.3 Rete gas COK	<p><i>Dispersione ed incendio di gas COK fuoriuscito da tronchetto da 1” (piccola perdita, scenario mutuato da precedente Rapporto di Sicurezza)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Portata di gas: 0,02 kg/s - Sostanza: gas COK, e/o sostanza di riferimento H₂ al 75% volume gas - Calcolo getto e massa all'interno dell'intervallo LIE-LSE - Calcolo irraggiamento a 1,7 m per jet fire a 5 m e a 10 m di quota (rack) 	<p>---</p> <p>---</p> <p>---</p> <p>---</p>	9.0E-3	<p>Intervento VVF di stabilimento, intercettazione e riparazione perdita.</p> <p>Non ricorre (domino)</p>
RT 16	2.2.3 Rete gas COK	<p><i>Esplosione non confinata in seguito a rilascio di gas COK (scenario mutuato da precedente Rapporto di Sicurezza)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Durata e massa rilascio: 10 min. 8 kg e 30 min. 24 kg (riportati risultati caso 30 min. e sostanza di riferimento) - Sostanza: gas COK - Calcolo con miscela di gas e sostanza di riferimento (H₂ 75% volume totale uscito) - Non si considera l'effetto di diluizione e trasporto dovuto a dispersione atmosferica 	<p>20 m</p> <p>40 m</p> <p>93 m</p> <p>180 m</p>	2.0E-6	<p>Coinvolgimento di tutte le tubazioni gas sul pipe rack. Probabile esplosione secondaria della nube di gas formatasi di conseguenza.</p>
RT 17	2.2.3 Rete gas COK	<p><i>Depressione nelle tubazioni gas COK (modellistica non disponibile)</i></p>	---	---	---

TABELLA 3		PROSPETTO RIASSUNTIVO DEI TOP			EVENT
TOP EVENT	Identificativo unità / zona stabilimento	Descrizione sintetica dell'evento Ipotesi di calcolo	Conseguenze stimate	Frequenza di accadimento (occ./anno)	Misure di mitigazione attuabili Scenari domino – altre osservazioni
RT 18	2.2.4 Torcia COK	<p><i>Esplosione non confinata in seguito a rilascio da torcia gas COK</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Valutato caso rilascio continuo 30000 m³/h per circa 15 min. - Calcolo: H₂, massa 75% volume gas COK fuoriuscito - Innesco ritardato, condizioni impiantistiche non precisate - Calcolata dispersione in condizioni D5 e F2, valutata massa nell'intervallo LIE-LSE e esplosione in caso di innesco (riportati risultati caso F2) 	200+49 m 200+80 m 200+219 m 200+286 m	3.3E-2	<p>L'esplosione ritardata della nube di gas COK rilasciato in quota dalla torcia potrebbe provocare conseguenze differenti a seconda delle condizioni di trasporto e di dispersione presenti al momento dell'incidente. In base all'analisi, le conseguenze domino di tale scenario potrebbero interessare il gasometro COK, la batteria 27 F oltre che le reti gas su pipe rack.</p> <p>Le condizioni di trasporto sono determinanti anche nella possibilità che l'esplosione avvenga a quote tali da provocare realmente danni agli impianti. Probabili scenari conseguenti:</p> <p>CK 01: Esplosione batteria 27F</p> <p>CK 12: Mix esplosivo nel forno ossidazione</p> <p>CK 08: Fuoriuscita ed esplosione gas da bariletto</p> <p>RT 11/ RT 12/ RT 13: Scenari di dispersione ed esplosione del gasometro COK</p> <p>RT 06/ RT 16/ RT 30/ RT 32: Esplosione da rottura delle tubazioni gas AFO, COK, LD, CH₄</p> <p>RT 35: Rilascio di O₂ x cedimento tubazione</p>
RT 19	2.2.4 Torcia COK	<p><i>Rilascio da candela con irraggiamento da torcia gas COK</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Non ricorrono condizioni di rischio, essendo la normale operatività della candela 	--- --- --- ---	---	<p>Non applicabile</p> <p>Non ricorre (domino)</p>

TABELLA 3		PROSPETTO RIASSUNTIVO DEI TOP			EVENT
TOP EVENT	Identificativo unità / zona stabilimento	Descrizione sintetica dell'evento Ipotesi di calcolo	Conseguenze stimate	Frequenza di accadimento (occ./anno)	Misure di mitigazione attuabili Scenari domino – altre osservazioni
RT 20	2.3.1 Gasometro gas LD	<i>Esplosione istantanea di nube gas LD fuoriuscita dal gasometro LDG (cedimento catastrofico)</i> - Massa di gas: 100% volume totale gasometro LDG - Calcolo: CO, massa 60% volume gas LD fuoriuscito (21600 m ³) - Innesco immediato legato a condizioni impiantistiche	--- 69 m 120 m 277 m	5.85E-5	Non applicabile Non ricorre (domino)
RT 21	2.3.1 Gasometro gas LD	<i>Esplosione di nube gas LD fuoriuscita in atmosfera dal gasometro LDG (rilascio da caminelle)</i> - Calcolo rilascio di 1000 m ³ e 5000 m ³ - Calcolo: CO, massa 60% volume gas LD fuoriuscito - Innesco immediato legato a condizioni impiantistiche	--- 37 m 60 m 143 m	1.0E-4	Non applicabile Non ricorre (domino)
RT 22	2.3.1 Gasometro gas LD	<i>Dispersione di nube gas LD fuoriuscita dal gasometro e successiva esplosione (cedimento catastrofico)</i> - Massa di gas: 100% volume totale gasometro LDG - Calcolo: CO, massa 60% volume gas LD fuoriuscito (21600 m ³) - Dispersione atmosferica e calcolo massa esplosiva in condizioni meteorologiche D5 e F2, e successiva esplosione - Risultati riportati caso condizioni F2, innesco dopo 180 s	--- 407+41 m 407+75 m 407+173 m	3.38E-5	Non applicabile Non ricorre (domino)

TABELLA 3		PROSPETTO RIASSUNTIVO DEI TOP EVENT			
TOP EVENT	Identificativo unità / zona stabilimento	Descrizione sintetica dell'evento Ipotesi di calcolo	Conseguenze stimate	Frequenza di accadimento (occ./anno)	Misure di mitigazione attuabili Scenari domino – altre osservazioni
RT 23	2.3.1 Gasometro gas LD	<p><i>Dispersione di nube gas LD fuoriuscita dal gasometro LDG (cedimento catastrofico)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Massa di gas: 100% volume totale gasometro LDG - Calcolo: CO, massa 57% volume gas AFO fuoriuscito (20520 m³) - Calcoli effettuati in condizioni meteorologiche D5 e F2 	<p>---</p> <p>2500 m</p>	1.42E-4	<p>Confinamento in luoghi chiusi della popolazione nelle zone sottovento immediatamente vicine allo stabilimento, eventuale evacuazione zone più distanti.</p> <p>Arresto recupero gas LD e combustione in torcia (impianto aspirazione e trattamento fumi primari acciaieria).</p> <p>Non ricorre (domino)</p>
RT 24	2.3.2 Stazione di rilancio e gas cooler (gas LD)	<p><i>Perdita di gas LD dalla stazione di rilancio e successiva esplosione (piccola perdita da presa I")</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Portata di gas: 0,0001 kg/s - Calcolo: CO, massa 60% volume gas LD fuoriuscito - Innesco immediato senza effetto di dispersione e diluizione 	<p>---</p> <p>---</p> <p>3 m</p> <p>6 m</p>	1.9E-5	<p>Non applicabile</p> <p>Non ricorre (domino)</p>
RT 25	2.3.2 Stazione di rilancio e gas cooler (gas LD)	<p><i>Perdita di gas LD dalla stazione di rilancio e successiva esplosione (piccola perdita da tenuta o-ring)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Portata di gas: 0,0002 kg/s - Calcolo: CO, massa 60% volume gas LD fuoriuscito - Innesco immediato senza effetto di dispersione e diluizione 	<p>---</p> <p>---</p> <p>4 m</p> <p>8 m</p>	1.9E-5	<p>Non applicabile</p> <p>Non ricorre (domino)</p>
RT 26	2.3.2 Stazione di rilancio e gas cooler (gas LD)	<p><i>Perdita di gas LD dalla stazione di rilancio e successiva esplosione (piccola perdita da tenuta premistoppa)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Portata di gas: 0,0017 kg/s - Calcolo: CO, massa 60% volume gas LD fuoriuscito - Innesco immediato senza effetto di dispersione e diluizione 	<p>---</p> <p>---</p> <p>7 m</p> <p>16 m</p>	1.9E-5	<p>Non applicabile</p> <p>Non ricorre (domino)</p>

TABELLA 3		PROSPETTO RIASSUNTIVO DEI TOP			EVENT	
TOP EVENT	Identificativo unità / zona stabilimento	Descrizione sintetica dell'evento Ipotesi di calcolo	Conseguenze stimate	Frequenza di accadimento (occ./anno)	Misure di mitigazione attuabili Scenari domino – altre osservazioni	
RT 27	2.3.2 Stazione di rilancio e gas cooler (gas LD)	<p><i>Perdita di gas LD dalla stazione di rilancio e successiva esplosione (piccola perdita da tappo filettato)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Portata di gas: 0,0002 kg/s - Calcolo: CO, massa 60% volume gas LD fuoriuscito - Innesco immediato senza effetto di dispersione e diluizione 	<p>---</p> <p>---</p> <p>4 m</p> <p>8 m</p>	1.9E-5	<p>Non applicabile</p> <p>Non ricorre (domino)</p>	
RT 28	2.3.3 Rete gas a valle del gasometro LDG	<p><i>Depressione nelle tubazioni gas LD (modellistica non disponibile)</i></p>	---	---	---	
RT 29	2.3.3 Rete gas a valle del gasometro LDG	<p><i>Perdita da tubazione di gas LD e successiva esplosione (perdita da tubazione raffreddatore)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Diametro perdita 2" - Portata di gas: 0,35 kg/s - Calcolo: CO, massa 60% volume gas LD fuoriuscito - Calcolo massa nell'intervallo LIE-LSE, dispersione in condizioni F2 - Esplosione da innesco non ben precisato 	<p>---</p> <p>---</p> <p>5 m</p> <p>9 m</p>	9.0E-3	<p>Non applicabile</p> <p>Non ricorre (domino)</p>	
RT 30	2.3.4 Rete a valle del rilancio gas LD	<p><i>Perdita da tubazione di gas LD e successiva esplosione (perdita da tubazione a valle stazione rilancio)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Diametro perdita 2" - Portata di gas: 0,35 kg/s - Calcolo: CO, massa 60% volume gas LD fuoriuscito - Calcolo massa nell'intervallo LIE-LSE, dispersione in condizioni F2 - Esplosione da innesco non ben precisato 	<p>---</p> <p>---</p> <p>5 m</p> <p>9 m</p>	9.0E-3	<p>Non applicabile</p> <p>Non ricorre (domino)</p>	

TABELLA 3		PROSPETTO RIASSUNTIVO DEI TOP EVENT			
TOP EVENT	Identificativo unità / zona stabilimento	Descrizione sintetica dell'evento Ipotesi di calcolo	Conseguenze stimate	Frequenza di accadimento (occ./anno)	Misure di mitigazione attuabili Scenari domino – altre osservazioni
RT 31	2.4.1 Sigari ossigeno	<i>Cedimento catastrofico serbatoio ossigeno (sigari stoccaggio Cotone)</i> - Calcolo: O ₂ , massa intero parco serbatoi - Calcolo concentrazioni arricchimento > 4%, dispersione in condizioni F2	---	5.0E-5	L'aumento del rischio da incendio legato alla maggiore concentrazione in aria di ossigeno comporterebbe una maggiore incidenza di potenziali incendi, che di fatto costituiscono l'evoluzione naturale di questo scenario.
RT 32	2.4.2 Rete ossigeno	<i>Cedimento catastrofico sigari ossigeno Cotone (perdita totale parco serbatoi)</i> - Calcolo: O ₂ , massa intero parco serbatoi - Calcolo concentrazioni arricchimento > 4%, dispersione in condizioni F2	---	1.0E-5	L'aumento del rischio da incendio legato alla maggiore concentrazione in aria di ossigeno comporterebbe una maggiore incidenza di potenziali incendi, che di fatto costituiscono l'evoluzione naturale di questo scenario.
RT 33	2.4.4 Stoccaggio ossigeno in acciaieria	<i>Perdita su tubazione ossigeno</i> - Calcolo portata O ₂ , 12 kg/s - Calcolo concentrazioni arricchimento > 4%, dispersione in condizioni F2	---	1.0E-3	L'aumento del rischio da incendio legato alla maggiore concentrazione in aria di ossigeno comporterebbe una maggiore incidenza di potenziali incendi, che di fatto costituiscono l'evoluzione naturale di questo scenario.
RT 34	2.5.2 Rete metano	<i>Dispersione ed incendio di gas CH₄ fuoriuscito da tronchetto da 1" (piccola perdita, scenario mutuato da precedente Rapporto di Sicurezza)</i> - Sostanza: gas CH ₄ - Calcolo getto e massa all'interno dell'intervallo LIE-LSE - Calcolo irraggiamento a 1,7 m per jet fire a 5 m e a 10 m di quota (risultati in caso 10 m))	2 m 3 m 4 m 8 m	9.0E-3	Intercettazione della tubazione a monte della perdita, intervento VVF di stabilimento. L'irraggiamento potrebbe interessare le tubazioni adiacenti sul pipe rack con probabile dispersione, formazione di jet-fire ovvero esplosione secondaria della nube formatasi a seguito dell'evento iniziale.

TABELLA 3		PROSPETTO RIASSUNTIVO DEI TOP			EVENT	
TOP EVENT	Identificativo unità / zona stabilimento	Descrizione sintetica dell'evento Ipotesi di calcolo	Conseguenze stimate	Frequenza di accadimento (occ./anno)	Misure di mitigazione attuabili Scenari domino – altre osservazioni	
RT 35	2.5.2 Rete metano	<p><i>Esplosione di sacca gas CH₄ fuoriuscita in atmosfera (scenario mutuato da precedente Rapporto di Sicurezza)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Calcolo rilascio di 10min. e 30 min., si trascurano effetti di diluizione della nube, tutta la massa efficace sul posto - Sostanza: CH₄ - Innesco ritardato legato a condizioni impiantistiche non precisate 	3 m 5 m 13 m 28 m	1.0E-3	<p>Coinvolgimento di tutte le tubazioni gas sul rack se in zona “vecchi impianti”.</p> <p>Coinvolgimento tubazione adduzione metano a CET ISE e tubazione adduzione metano CET/PIO ELETTRA, se in zona confine DALMINE.</p> <p>Probabile formazione di jet fire da tubazioni tranciate e/o esplosione secondaria della nube di gas formatasi di conseguenza.</p>	
ACCIAIERIA						
AC 01	3.1.2.2 Tratto in pressione gas LD	<p><i>Esplosione di nube gas di acciaieria fuoriuscita da tubazione gas LD (piccola perdita da tronchetto)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Rilascio da tronchetto da 1” - Durata rilascio fino a innesco: 45 min. - Massa di gas totale 0,18 kg - Calcolo: CO, massa 60% volume gas LD fuoriuscito - Innesco legato a condizioni impiantistiche non precisate 	--- --- 2 m 6 m	1.9E-5	<p>Non applicabile Non ricorre (domino)</p>	
AC 02	3.1.2.2 Tratto in pressione gas LD	<p><i>Esplosione di nube gas di acciaieria fuoriuscita da tubazione gas LD (piccola perdita da o-ring tenuta valvola di intercettazione)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Rilascio da sezione trafilamento - Durata rilascio fino a innesco: 45 min. - Massa di gas totale 0,36 kg - Calcolo: CO, massa 60% volume gas LD fuoriuscito - Innesco legato a condizioni impiantistiche non precisate 	--- --- 4 m 8 m	1.9E-5	<p>Non applicabile Non ricorre (domino)</p>	

TABELLA 3		PROSPETTO RIASSUNTIVO DEI TOP EVENT			
TOP EVENT	Identificativo unità / zona stabilimento	Descrizione sintetica dell'evento Ipotesi di calcolo	Conseguenze stimate	Frequenza di accadimento (occ./anno)	Misure di mitigazione attuabili Scenari domino – altre osservazioni
AC 03	3.1.2.2 Tratto in pressione gas LD	<p><i>Esplosione di nube gas di acciaieria fuoriuscita da tubazione gas LD (piccola perdita da premistoppa tenuta valvola di intercettazione)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Rilascio da sezione trafilamento - Durata rilascio fino a innesco: 45 min. - Massa di gas totale 3 kg - Calcolo: CO, massa 60% volume gas LD - Innesco legato a condizioni impiantistiche non precisate 	<p>---</p> <p>---</p> <p>7 m</p> <p>16 m</p>	1.9E-5	<p>Non applicabile</p> <p>Non ricorre (domino)</p>
AC 04	3.1.2.2 Tratto in pressione gas LD	<p><i>Esplosione di nube gas di acciaieria fuoriuscita da tubazione gas LD (piccola perdita da valvola con tappo filettato)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Rilascio da sezione trafilamento - Durata rilascio fino a innesco: 45 min. - Massa di gas totale 0,36 kg - Calcolo: CO, massa 60% volume gas LD - Innesco legato a condizioni impiantistiche non precisate 	<p>---</p> <p>---</p> <p>4 m</p> <p>8 m</p>	1.9E-5	<p>Non applicabile</p> <p>Non ricorre (domino)</p>
AC 05	3.13 Elettrofiltro	<p><i>Esplosione di nube gas di acciaieria fuoriuscita da elettrofiltro</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Cedimento catastrofico elettrofiltro - Temperatura gas 200 °C - Volume totale elettrofiltro 1383 m³ - Calcolo: CO, massa 60% volume E/F - Innesco legato a campi elettrostatici E/F 	<p>---</p> <p>---</p> <p>40 m</p> <p>94 m</p>	1.9E-6	<p>Non applicabile</p> <p>Non ricorre (domino)</p>

TABELLA 3		PROSPETTO RIASSUNTIVO DEI TOP			EVENT
TOP EVENT	Identificativo unità / zona stabilimento	Descrizione sintetica dell'evento Ipotesi di calcolo	Conseguenze stimate	Frequenza di accadimento (occ./anno)	Misure di mitigazione attuabili Scenari domino – altre osservazioni
AC 06	3.1.4 Ventilatore	<p><i>Esplosione di nube gas di acciaieria fuoriuscita da ventilatore (piccola perdita da tenuta meccanica)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Rilascio da sezione trafilamento - Durata rilascio fino a innesco: 45 min. - Massa di gas totale 0,36 kg - Calcolo: CO, massa 60% volume gas LD - Innesco da condizioni impiantistiche non precisate 	<p>---</p> <p>---</p> <p>4 m</p> <p>8 m</p>	2.1E-3	<p>Non applicabile</p> <p>Non ricorre (domino)</p>
AC 07	3.1.5 Torcia	<p><i>Esplosione di nube gas di acciaieria fuoriuscita da guardia idraulica torcia (piccola perdita)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Rilascio da sezione diametro 0,15 m - Velocità efflusso gas 0,5 m/s - Portata gas (valutata da fornitore) 0,011 kg/s - Calcolo: CO, massa 60% volume gas LD - Valutata dispersione in condizioni D5 e F2, quantità di gas all'interno dell'intervallo LIE÷LSE e successiva esplosione (massa nel caso F2) 	<p>---</p> <p>---</p> <p>---</p> <p>1 m</p>	4.0E-6	<p>Non applicabile</p> <p>Non ricorre (domino)</p>

TABELLA 3		PROSPETTO RIASSUNTIVO DEI TOP			EVENT
TOP EVENT	Identificativo unità / zona stabilimento	Descrizione sintetica dell'evento Ipotesi di calcolo	Conseguenze stimate	Frequenza di accadimento (occ./anno)	Misure di mitigazione attuabili Scenari domino – altre osservazioni
ACC 08	3.1.5 Torcia	<p><i>Esplosione di nube gas metano fuoriuscita da tubazione alimentazione piloti fiaccola (piccola perdita)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Rilascio da sezione diametro 0,02 m - Velocità efflusso gas 2,0 m/s - Portata di gas (valutata fornitore) 0,02 kg/s - Calcolo: CH₄ - Valutata dispersione in condizioni D5 e F2, quantità di gas all'interno dell'intervallo LIE÷LSE e successiva esplosione (massa nel caso F2) 	<p>---</p> <p>---</p> <p>1 m</p> <p>5 m</p>	8.9E-3	<p>Non applicabile</p> <p>Non ricorre (domino)</p>
		<p><i>Esplosione di nube gas metano fuoriuscita da tubazione alimentazione gas supporto (grossa perdita)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Rilascio da sezione diametro 0,2 m - Velocità efflusso gas 0,75 m/s - Portata di gas 0,99 kg/s - Calcolo: CH₄ - Valutata dispersione in condizioni F2, quantità gas all'interno dell'intervallo LIE÷LSE e successiva esplosione 	<p>---</p> <p>---</p> <p>16 m</p> <p>38 m</p>	---	<p>Il sistema di alimentazione del gas di supporto non è operativo, poiché la composizione dei gas inviati in torcia è tale da consentirne sempre l'accensione e la completa combustione</p>
AC 09	3.1.6 Stazione di commutazione	<p><i>Esplosione di nube gas di acciaieria fuoriuscita da valvola a campana (piccola perdita da tenuta meccanica)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Rilascio da sezione trafilamento - Durata rilascio fino a innesco: 45 min. - Massa di gas totale 0,36 kg - Calcolo: CO, massa 60% volume gas LD fuoriuscito - Innesco legato a condizioni impiantistiche non precisate 	<p>---</p> <p>---</p> <p>4 m</p> <p>8 m</p>	2.1E-3	<p>Non applicabile</p> <p>Non ricorre (domino)</p>

TABELLA 3		PROSPETTO RIASSUNTIVO DEI TOP EVENT			
TOP EVENT	Identificativo unità / zona stabilimento	Descrizione sintetica dell'evento Ipotesi di calcolo	Conseguenze stimate	Frequenza di accadimento (occ./anno)	Misure di mitigazione attuabili Scenari domino – altre osservazioni
COKERIA					
CK 01	4.4.1 Batteria 27 forni	<p><i>Esplosione in ambiente esterno di nube gas di cokeria grezzo (scenario mutuato da precedente Rapporto di Sicurezza)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Rilascio di 100 m³, 500 m³, 1000 m³ - Grado di confinamento: ipotesi di 75% massa nel campo di infiammabilità - Calcolo: H₂ puro, no effetti di diluizione per dispersione atmosferica - Innesco da una delle sorgenti ad alta T esistenti in prossimità della batteria 	13 m 29 m 56 m 131 m	9.6E-3	<p>Danneggiamento localizzato batteria (tubazioni gas COK, gas grezzo e porte forni), con possibile ulteriore fuoriuscita di gas ad alta temperatura che si incendia in aria.</p> <p>Verificarsi di ulteriori esplosioni secondarie o formazione di jet fire per cedimento tubazioni, connessioni, tenute, con tipologia di estensione di conseguenze analoghe all'evento primario, confinate essenzialmente al piano batteria.</p> <p>Scenari domino ipotizzabili sono: CK 08 esplosione nel bariletto CK 04 esplosione linee di adduzione gas</p>
CK 02	4.4.2 Batteria 45 forni	<p><i>Esplosione in ambiente esterno di nube gas di cokeria grezzo (scenario mutuato da precedente Rapporto di Sicurezza)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Rilascio di 100 m³, 500 m³, 1000 m³ - Grado di confinamento: ipotesi di 75% massa nel campo di infiammabilità - Calcolo: H₂ puro, no effetti di diluizione per dispersione atmosferica - Innesco da una delle sorgenti ad alta T esistenti in prossimità della batteria 	13 m 29 m 56 m 131 m	9.6E-3	<p>Danneggiamento localizzato batteria (tubazioni gas COK, gas grezzo e porte forni), con possibile ulteriore fuoriuscita di gas ad alta temperatura che si incendia in aria.</p> <p>Verificarsi di ulteriori esplosioni secondarie o formazione di jet fire per cedimento tubazioni, connessioni, tenute, con tipologia di estensione di conseguenze analoghe all'evento primario, confinate essenzialmente al piano batteria.</p> <p>Scenari domino ipotizzabili sono: CK 04 esplosione linee di adduzione gas CK 08 esplosione nel bariletto</p>

TABELLA 3		PROSPETTO RIASSUNTIVO DEI TOP EVENT			
TOP EVENT	Identificativo unità / zona stabilimento	Descrizione sintetica dell'evento Ipotesi di calcolo	Conseguenze stimate	Frequenza di accadimento (occ./anno)	Misure di mitigazione attuabili Scenari domino – altre osservazioni
CK 03	4.4.3 Sistema di riscaldamento e alimentazione batterie	<i>Esplosione interna alla linea di adduzione gas COK alle batterie (scenario mutuato da precedente Rapporto di Sicurezza) (modellistica non disponibile)</i>	---	---	---
CK 04	4.4.3 Sistema di riscaldamento e alimentazione batterie	<i>Esplosione in ambiente esterno di nube gas di cokeria fuoriuscita da linea adduzione gas COK alle batterie (perdita da tronchetto da ¾", mutuato da precedente Rapporto di Sicurezza)</i> - Rilascio continuo di gas con durata 5 o 10 min. da intercettazione - Massa nel campo di infiammabilità di 9 kg (5 min.) o 17 kg (10 min.) - Calcolo: "gas coke" - Innesco legato a condizioni impiantistiche non precisate	7 m 14 m 29 m 66 m	4.2E-3	Conseguenze di questo scenario sarebbero possibili danneggiamenti delle strutture di tenuta dei forni, con fuoriuscita e combustione di gas grezzo nella zona alta dei forni, senza particolari conseguenze di irraggiamento già a pochi metri di distanza dalla batteria.
CK 05	4.4.3 Sistema di riscaldamento e alimentazione batterie	<i>Formazione di jet fire su linea adduzione gas di cokeria alle batterie (perdita da tronchetto da ¾", mutuato da precedente Rapporto di Sicurezza)</i> - Portata di gas 0,01 kg/s - Velocità jet 91 m/s - Calcolo: "gas coke", valutazione distanze massa di gas nel campo di infiammabilità e irraggiamento - Innesco legato a condizioni impiantistiche non precisate	--- --- --- ---	2.1E-3	Intercettazione tubazione a monte perdita, eventuale intervento VVF di stabilimento Non ricorre (domino)
CK 06	4.4.3 Sistema di riscaldamento e alimentazione batterie	<i>Formazione di miscela esplosiva nei condotti fumi e nei rigeneratori (alimentazione gas COK) (modellistica non disponibile)</i>	---	4.2E-4	---

TABELLA 3		PROSPETTO RIASSUNTIVO DEI TOP			EVENT
TOP EVENT	Identificativo unità / zona stabilimento	Descrizione sintetica dell'evento Ipotesi di calcolo	Conseguenze stimate	Frequenza di accadimento (occ./anno)	Misure di mitigazione attuabili Scenari domino – altre osservazioni
CK 07	4.4.3 Sistema di riscaldamento e alimentazione batterie	<i>Formazione di miscela esplosiva nel locale inversione batterie (alimentazione gas COK)</i> (modellistica non disponibile)	---	5.0E-3	---
CK 08	4.5.1 Bariletto	<i>Esplosione in ambiente esterno di nube gas di cokeria fuoriuscita da bariletto (perdita a causa di cedimento bariletto per surriscaldamento strutturale)</i> - Rilascio di 1000 m ³ di gas - Grado di confinamento: ipotesi di 75% massa nel campo di infiammabilità - Calcolo: H ₂ puro, no effetti di diluizione per dispersione atmosferica - Innesco da una delle sorgenti ad alta T esistenti in prossimità della batteria	13 m 29 m 56 m 131 m	4.3E-3	L'eventuale esplosione per fuoriuscita di gas COK porterebbe al danneggiamento strutturale della batteria e alla probabile formazione di jet fire. Scenari conseguenti potrebbero essere l'esplosione di gas COK in ambiente esterno delle due batterie (CK 01 e CK 02)
CK 09	4.5.1 Bariletto	<i>Esplosione interna al bariletto</i> (modellistica non disponibile)	---	1.0E-3	---

TABELLA 3		PROSPETTO RIASSUNTIVO DEI TOP EVENT			
TOP EVENT	Identificativo unità / zona stabilimento	Descrizione sintetica dell'evento Ipotesi di calcolo	Conseguenze stimate	Frequenza di accadimento (occ./anno)	Misure di mitigazione attuabili Scenari domino – altre osservazioni
CK 10	4.5.3 Decatramatore	<p><i>Formazione di miscela esplosiva di gas di cokeria nel decatramatore (cedimento catastrofico)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Massa di gas 10 kg - Grado di confinamento: 70%, 350 kg di gas nel campo di infiammabilità - Calcolo: H₂ puro, no effetti di diluizione per dispersione atmosferica - Innesco immediato da campo elettrico decatramatore 	111 m 180 m 480 m 649 m	5.0E-3	<p>Lo scenario valutato come esplosione UVCE è da considerarsi veramente conservativo, poiché è improbabile il cedimento catastrofico del decatramatore con formazione di una siffatta massa esplosiva. Per ingressi d'aria da manovre errate, si può prevedere la formazione di miscele esplosive di minore entità. In aggiunta a ciò, i decatramatori sono all'interno di un locale che smorzerebbe gli effetti dell'esplosione così come simulata (che non tiene conto di alcun contenimento, né venting).</p> <p>Si possono prevedere danneggiamenti strutturali alle porte della batteria 45 F, dei decantatori/polmoni catrame.</p> <p>Probabili scenari conseguenti: CK 02: esplosione gas batteria 45 forni CK 04 esplosione linee di adduzione gas CK 08 esplosione nel bariletto</p>
CK 11	4.5.5.2 Ossidazione termica	<p><i>Formazione di miscela esplosiva nel forno di ossidazione termica (vapori ammoniacali)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Massa di gas 10 kg - Grado di confinamento: 100% - Calcolo: NH₃ - Innesco immediato da alta T 	--- --- 16 m 39 m	1.0E-5	<p>Non ricorre (domino)</p> <p>Lo scenario valutato come esplosione UVCE è da considerarsi come estremamente conservativo, poiché il forno eserciterebbe una sicura azione smorzante.</p>

TABELLA 3	PROSPETTO RIASSUNTIVO DEI TOP EVENT				
TOP EVENT	Identificativo unità / zona stabilimento	Descrizione sintetica dell'evento Ipotesi di calcolo	Conseguenze stimate	Frequenza di accadimento (occ./anno)	Misure di mitigazione attuabili Scenari domino – altre osservazioni
CK 12	4.5.6.2 Polmone catrame	<i>Irraggiamento da incendio catrame (polmone cokeria)</i> - Diametro pozza 8 m - Incendio di idrocarburi - Calcolo irraggiamento a 1,7 m - Calcoli fatti con velocità del vento pari a: 2 m/s, 4 m/s, 6 m/s (caso di rif.)	19 m 23 m 25 m 29 m	3.0E-3	In caso di evento verificatosi in area trattamento, si avrebbe il coinvolgimento dei serbatoi adiacenti ed eventualmente della tubazione gas LD, passante a circa 20 m (tratto a valle gasometro LDG). Jet fire senza conseguenze particolari a soglie di interesse. Possibile evoluzione dello scenario e scenario conseguente: 1. Cedimento della tubazione gas LD, con fuoriuscita ed incendio immediato gas infiammabile stante l'elevata temperatura (formazione jet fire) 2. Cedimento tubazione e formazione flash fire o UVCE per innesco ritardato dalla nube di gas formatasi in seguito al cedimento della tubazione 3. Cedimento tubazione e dispersione nube
CK 13	4.5.2.4 Serbatoio stoccaggio catrame darsena	<i>Irraggiamento da incendio catrame (serbatoio stoccaggio darsena)</i> - Diametro pozza 12 m - Incendio di idrocarburi - Calcolo irraggiamento a 1,7 m - Calcoli fatti con velocità del vento pari a: 2 m/s, 4 m/s, 6 m/s (caso di rif.)	26 m 31 m 35 m 41 m	3.0E-3	In caso di evento verificatosi in area stoccaggio, si avrebbe il cedimento del serbatoio con possibile progressivo allagamento del bacino. Probabile scenario conseguente: CK 14: dispersione nube combust.
CK 14	4.5.2.4 Serbatoio stoccaggio catrame darsena	<i>Formazione di nube a seguito di incendio di catrame</i> Il catrame, non tossico, formerebbe una nube densa con polveri ed incombusti, con potenziale tossicità dei prodotti di combustione non documentata in letteratura.	---	3.0E-3	Non applicabile Non ricorre (domino)

Allegato C1.6.1: Planimetrie con estensione aree di danno

Tavola 1: scenari altoforno, cokeria, acciaieria

Tavola 2: scenari reti distribuzione gas

Tavola 3: scenari reti distribuzione gas con dispersione

Tavola 4: scenari reti distribuzione gas con dispersione nube tossica (dicembre 2005)