

LUCCHINI S.p.A.

Stabilimento di Piombino

**Analisi e Valutazione Relative alla
Sicurezza di Attività Industriali**

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

VOLUME N

STUDIO SANITAS S.r.l.

Piombino, Dicembre 2003

NT AT 056(03)

PREMESSA

Il presente documento è stato redatto in ottemperanza alle richieste di integrazioni e chiarimenti formulate dal Comitato Tecnico Regionale (Ispettorato Regionale Toscana prot. 7441, giugno 2003) a conclusione dell'istruttoria preliminare del rapporto di sicurezza trasmesso nel mese di ottobre 2001. 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 D. Lgs. n. 334/99; la configurazione impiantistica di riferimento per le varie attività è quella rilevata a settembre 2003, ed include le informazioni e le valutazioni relative agli interventi che sono stati oggetto, da parte dell'Azienda, di invio di "dichiarazione di non aggravio del preesistente livello di rischio", ai sensi di quanto previsto dall'art. 2 del DM 09/08/00.

Il documento, redatto secondo lo schema di cui al DPCM 31/03/89 (emanato in applicazione dell'art. 12 del DPR n. 175 del 17/05/88 concernente i rischi di incidente rilevante connessi a determinate attività industriali), è costituito da un corpo principale e da una serie di allegati, la cui consultazione non è strettamente necessaria alla lettura della relazione principale, sebbene risulti essenziale per una più approfondita e completa conoscenza. Le planimetrie inserite negli allegati sono state fornite dall'Azienda e rappresentano il livello di aggiornamento a disposizione alla data di stesura e revisione del presente documento. In alcuni casi, laddove necessario, sono state inserite note e correzioni.

Allo studio coordinato dall'Ing. Mario LEONARDI (iscritto al n. 1424 dell'Albo degli ingegneri della Provincia di Pisa e negli elenchi del Ministero dell'Interno di cui al D.M. 25/03/85 dei professionisti previsti dall'art. 1 Legge n. 818/84 al n. **PI 01424 I 00206**), hanno collaborato, l'Ing. Francesco BIANCHI (iscritto al n. 1770A dell'Albo degli ingegneri della Provincia di Livorno) che si è occupato dell'analisi preliminare delle aree secondo il "metodo ad indici", e l'Ing. Emanuela DE BLASI (iscritta al n. 2058 dell'Albo degli ingegneri della Provincia di Lecce) che si è occupata delle valutazioni affidabilistiche e delle stime degli effetti associati agli scenari incidentali.

Pisa, Dicembre 2003.

Dr. Ing. Mario LEONARDI

Dr. Ing. Francesco BIANCHI

Dr. Ing. Emanuela DE BLASI

INDICE

| | |
|---|-----|
| PREMESSA..... | 1 |
| INDICE..... | 2 |
| 1.A.1 Dati identificativi e ubicazione dell'impianto | 9 |
| 1.A.1.1 <i>Dati generali</i> | 9 |
| 1.A.1.1.1 Ragione sociale e indirizzo del fabbricante (sede sociale) | 9 |
| 1.A.1.1.2 Denominazione ed ubicazione dell'impianto | 9 |
| 1.A.1.1.3 Responsabile della progettazione esecutiva dell'impianto, tipo di qualificazione professionale ed esperienze nel campo. | 9 |
| 1.A.1.1.4 Responsabile dell'esecuzione del rapporto di sicurezza. Tipo di qualificazione professionale ed esperienze nel campo. | 10 |
| 1.A.1.2 <i>Localizzazione e identificazione dell'impianto</i> | 10 |
| 1.A.1.2.1 Corografia della zona in scala 1: 25.000 | 10 |
| 1.A.1.2.2 Localizzazione dell'impianto in scala 1:2000 ed area circostante nel raggio di 500 m. | 10 |
| 1.A.1.2.3 Piante e sezioni dell'impianto in scala 1: 500 | 11 |
| 1.B.1 Informazioni relative all'impianto | 11 |
| 1.B.1.1 <i>Struttura organizzativa</i> | 11 |
| 1.B.1.1.1 Grafico dell'organizzazione | 11 |
| 1.B.1.1.2 Personale e numero di persone normalmente presenti | 12 |
| 1.B.1.1.3 Requisiti minimi di addestramento da dare al personale direttivo e alle maestranze addette al funzionamento ed alla manutenzione. | 12 |
| 1.B.1.2 <i>Descrizione delle attività</i> | 13 |
| 1.B.1.2.1 Descrizione delle attività soggette a notifica | 16 |
| 1.B.1.2.1.1 Impianti Marittimi (IMA) | 16 |
| 1.B.1.2.1.2 Preparazione Minerale (PRE) | 16 |
| 1.B.1.2.1.3 Cokeria (COK)..... | 18 |
| 1.B.1.2.1.4 Altoforno (AFO)..... | 37 |
| 1.B.1.2.1.5 Acciaieria (ACC) | 55 |
| 1.B.1.2.1.6 Area di laminazione (LAM)..... | 81 |
| 1.B.1.2.1.7 Reti distribuzione di stabilimento (ENE)..... | 94 |
| 1.B.1.2.1.8 Magazzini generali..... | 110 |
| 1.B.1.2.1.9 Impianto REDSMELT NST | 111 |
| 1.B.1.2.2 Codice di attività (allegato IV O.M. 21/02/85 Ministero Sanità) | 117 |
| 1.B.1.2.3 Tecnologia di base adottata nella progettazione del processo | 117 |
| 1.B.1.2.4 Schema a blocchi per le materie prime ed i prodotti, con regimi di temperatura, pressione e portata. | 117 |
| 1.B.1.2.5 Capacità produttiva dell'impianto | 118 |
| 1.B.1.2.6 Informazioni relative alle sostanze adoperate, immagazzinate o prodotte in condizioni normali o che possono svilupparsi in circostanze anomale prevedibili. .. | 118 |
| 1.B.1.2.6.1 Dati e informazioni sostanze | 119 |
| 1.B.1.2.6.2 Fase dell'attività in cui esse intervengono o possono intervenire. | 147 |
| 1.B.1.2.6.3 Quantità effettiva massima prevista | 147 |
| 1.B.1.2.6.4 Comportamento chimico e/o fisico nelle condizioni normali di utilizzazione, suscettibilità a dare origine a fenomeni di instabilità nelle condizioni normali di temperatura e pressione di processo. | 152 |
| 1.B.1.2.6.5 Sostanze che possono originarsi per modificazione o trasformazione della sostanza considerata a causa di anomalie prevedibili nell'esercizio dell'impianto, quali ad esempio delle variazioni di condizioni di processo. | 152 |
| 1.B.1.2.6.6 Situazioni di contemporanea presenza di sostanze che risultano incompatibili tra loro in quanto possono dare origine o a violente reazioni o a prodotti di reazione pericolosi o, se coinvolte in un'emergenza, possono influire sul rischio potenziale dell'attività. | 153 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| 1.B.1.3 | Analisi preliminare per individuazione aree critiche di attività..... | 153 |
| 1.C.1 | Sicurezza dell'impianto | 170 |
| 1.C.1.1 | Sanità e sicurezza dell'impianto | 170 |
| 1.C.1.1.1 | Problemi noti di sanità e sicurezza generalmente connesso con questo tipo di impianti. | 171 |
| 1.C.1.1.2 | Esperienza storica e fonti di informazione relative alla sicurezza di impianti simili, con riferimento alla possibilità di insorgere di incendi, esplosioni ed emissioni di sostanze tossiche ed inquinanti. | 171 |
| 1.C.1.2 | Reazioni incontrollate..... | 188 |
| 1.C.1.2.1 | Reazioni fortemente esotermiche e/o difficili da controllare a causa dell'elevata velocità di reazione specificando le condizioni alle quali esse si verificano, nonché i sistemi predisposti per controllarle. | 188 |
| 1.C.1.3 | Dati meteorologici e perturbazioni geofisiche, meteo-marine e cerauniche | 189 |
| 1.C.1.3.1 | Dati sulle condizioni meteorologiche prevalenti per la zona con particolare riferimento alla velocità e alla direzione dei venti e alle condizioni di stabilità. | 189 |
| 1.C.1.3.2 | Cronologia perturbazioni geofisiche, meteomarine e cerauniche del luogo quali terremoti, inondazioni, trombe d'aria, fulmini..... | 190 |
| 1.C.1.4 | Interazioni con altri impianti..... | 191 |
| 1.C.1.4.1 | Effetti che altre attività industriali nell'area possano avere sull'impianto nell'eventualità di un incidente che si verifichi nelle stesse installazioni. Azioni da eseguire..... | 191 |
| 1.C.1.5 | Analisi della sequenza degli eventi incidentali..... | 193 |
| 1.C.1.5.1 | Identificazione degli eventi incidentali. | 193 |
| 1.C.1.5.2 | Ubicazione dei punti critici dell'impianto. | 258 |
| 1.C.1.5.3 | Comportamento dell'impianto in caso di indisponibilità reti di servizio. | 259 |
| 1.C.1.6 | Stima delle conseguenze degli eventi incidentali..... | 266 |
| 1.C.1.6.1 | Stima delle conseguenze incidentali..... | 266 |
| 1.C.1.7 | Descrizione delle precauzioni assunte per prevenire gli incidenti..... | 303 |
| 1.C.1.7.1 | Precauzioni ritenute sufficienti ad evitare gli eventi o quanto meno a minimizzarli | 304 |
| 1.C.1.7.2 | Accorgimenti previsti per prevenire i rischi dovuti ad errore umano in aree critiche. | 305 |
| 1.C.1.7.3 | Precauzioni e i coefficienti di sicurezza assunti nella progettazione delle strutture con riferimento alla ventosità ed eventuale sismicità, nonché i criteri di progettazione assunti per i componenti critici dell'impianto e delle sale di controllo..... | 305 |
| 1.C.1.7.4 | Condizioni di funzionamento considerate per la valutazione della sicurezza dell'impianto. | 306 |
| 1.C.1.8 | Precauzioni progettuali e costruttive..... | 306 |
| 1.C.1.8.1 | Norme e/o i criteri usati per la progettazione di impianti elettrici, sistemi di strumentazione di controllo ed impianti di protezione contro le scariche atmosferiche e le cariche elettrostatiche. | 306 |
| 1.C.1.8.2 | Norme e/o i criteri utilizzati per la progettazione dei sistemi di scarico della pressione (valvole di sicurezza, dischi di rottura), per recipienti di processo, serbatoi e tubazioni..... | 307 |
| 1.C.1.8.3 | Posizione di tutti gli scarichi funzionali all'atmosfera di prodotti tossici e/o infiammabili..... | 307 |
| 1.C.1.8.4 | Possibilità di controllo del funzionamento delle valvole di sicurezza e dei sistemi di blocco con l'impianto in marcia senza compromettere la sicurezza dell'impianto stesso..... | 308 |
| 1.C.1.8.5 | Norme e/o i criteri utilizzati per il progetto dei recipienti, dei serbatoi e delle tubazioni..... | 308 |
| 1.C.1.8.6 | Criteri di protezione dei contenitori delle sostanze pericolose dalla possibile azione di sostanze corrosive..... | 308 |
| 1.C.1.8.7 | Zone in cui sono immagazzinate le sostanze corrosive. | 309 |

| | | |
|------------|--|-----|
| 1.C.1.8.8 | Per sostanze con note proprietà corrosive, specificare gli elementi in base ai quali sono stati determinati i sovra spessori di corrosione per le apparecchiature potenzialmente interessate..... | 309 |
| 1.C.1.8.9 | Organizzazione e procedure di controllo qualità adottate per la fabbricazione e l'installazione delle suddette apparecchiature con particolare riferimento a quelle critiche per l'impianto..... | 309 |
| 1.C.1.8.10 | Sistemi di blocco di sicurezza dell'impianto, criteri seguiti nella determinazione delle frequenze di prova previste..... | 309 |
| 1.C.1.8.11 | Provvedimenti adottati nei luoghi chiusi per evitare la formazione e la persistenza di miscele infiammabili e/o esplosive e di sostanze comunque pericolose. | 320 |
| 1.C.1.8.12 | Ventilazione di aree interne ai fabbricati allo scopo di prevenire l'accumulo di vapori tossici o infiammabili. | 321 |
| 1.C.1.8.13 | Precauzioni prese per evitare che i serbatoi e le condotte contenenti materie tossiche o infiammabili possano essere danneggiate da collisione con veicoli o macchine di sollevamento. | 321 |
| 1.C.1.9 | <i>Sistemi di rilevamento</i> | 321 |
| 1.C.1.9.1 | Sistemi per l'accertamento della presenza di gas infiammabili e/o rilevazione di incendi e/o rilevazione della presenza di prodotti tossici interessanti l'attività..... | 321 |
| 1.D.1 | Situazioni Critiche. Condizioni di emergenza e relativi apprestamenti..... | 323 |
| 1.D.1.1 | <i>Sostanze emesse</i> | 323 |
| 1.D.1.2 | <i>Effetti indotti su impianti ad alto rischio d'incendio o esplosione</i> | 323 |
| 1.D.1.2.1 | Interazioni dirette tra gli effetti di incendio o esplosione con parti di impianto ove vengano processate sostanze pericolose in quantità superiore ai limiti di soglia precisati nell'allegato III o stoccate separatamente secondo l'allegato II del DPR 175/88..... | 323 |
| 1.D.1.3 | <i>Sistemi di contenimento</i> | 334 |
| 1.D.1.3.1 | Sistemi previsti per contenere una fuoriuscita di sostanze infiammabili, al fine di contenere, in caso di spandimento e successivo incendio, l'estensione della superficie incendiata..... | 334 |
| 1.D.1.3.2 | Sistemi progettati per il contenimento di fuoriuscite massive di liquidi tossici o infiammabili..... | 334 |
| 1.D.1.4 | <i>Manuale operativo</i> | 334 |
| 1.D.1.4.1 | Manuale operativo per tutte le fasi di attività dell'impianto..... | 334 |
| 1.D.1.5 | <i>Segnaletica di emergenza</i> | 335 |
| 1.D.1.5.1 | Indicazioni impiegate per segnalare sorgenti potenziali di eventi pericolosi..... | 335 |
| 1.D.1.6 | <i>Fonti di rischio mobili</i> | 335 |
| 1.D.1.6.1 | Fonti di rischio mobili utilizzate per il trasporto interno di sostanze pericolose, pensiline di carico e scarico. | 335 |
| 1.D.1.7 | <i>Misure per evitare cedimenti catastrofici</i> | 336 |
| 1.D.1.7.1 | Misure previste per evitare, in caso di incendio e/o esplosione, il cedimento catastrofico delle strutture dei serbatoi e delle condotte contenenti sostanze infiammabili e/o tossiche..... | 336 |
| 1.D.1.8 | <i>Sistemi di prevenzione ed evacuazione in caso di incidente</i> | 336 |
| 1.D.1.8.1 | Sistemi di prevenzione e interventi previsti in caso di incidente, comprese le misure per lo sfollamento. | 336 |
| 1.D.1.9 | <i>Restrizioni per l'accesso agli impianti</i> | 337 |
| 1.D.1.9.1 | Dispositivi, sistemi e/o procedure finalizzati ad impedire l'accesso all'interno delle aree di attività alle persone non autorizzate. | 337 |
| 1.D.1.10 | <i>Misure contro l'incendio</i> | 337 |
| 1.D.1.10.1 | Impianti, attrezzature ed organizzazione per la prevenzione e l'estinzione degli incendi. | 337 |
| 1.D.1.10.2 | Dimensionamento sistema di drenaggio per aumentato flusso d'acqua durante la lotta contro il fuoco. | 339 |

| | | |
|------------|---|-----|
| 1.D.1.10.3 | Fonti ed entità approvvigionamento idrico da utilizzare in caso di incendio ed altri estinguenti..... | 339 |
| 1.D.1.10.4 | Autorizzazioni controllo di prevenzione incendi, CPI..... | 340 |
| 1.D.1.10.5 | Estinzione con gas inerte o spegnimento con vapore..... | 341 |
| 1.D.1.11 | Situazioni di emergenza e relativi piani..... | 341 |
| 1.D.1.11.1 | Dislocazione di sale di controllo, uffici, laboratori, apparecchiature principali..... | 341 |
| 1.D.1.11.2 | Mezzi di comunicazione all'interno dello stabilimento e con l'esterno..... | 342 |
| 1.D.1.11.3 | Ubicazione dei servizi di emergenza e degli eventuali presidi sanitari previsti..... | 342 |
| 1.D.1.11.4 | Programma di addestramento per gli operatori e gli addetti all'attuazione dei piani di emergenza interni..... | 342 |
| 1.D.1.11.5 | Vie di fuga ed uscite di sicurezza in caso di emergenza..... | 342 |
| 1.D.1.11.6 | Piano di emergenza interno ed informazioni necessarie per l'approntamento dei piani di emergenza esterni..... | 342 |
| 1.D.1.11.7 | Responsabile per la sicurezza, personale abilitato ad attuare i piani di emergenza interni e ad avvertire le autorità competenti per l'attuazione dei piani di emergenza esterni..... | 343 |
| 1.E.1 | Impianti di trattamento, smaltimento e abbattimento..... | 343 |
| 1.E.1.1 | Trattamento e depurazione reflui..... | 343 |
| 1.E.1.1.1 | Impianti di trattamento e depurazione dei reflui installati..... | 343 |
| 1.E.1.1.2 | Planimetria della rete fognaria e relazione con i corsi d'acqua, indicando se tale rete è separata da quella di evacuazione delle acque piovane..... | 345 |
| 1.E.1.2 | Smaltimento e stoccaggio rifiuti..... | 345 |
| 1.E.1.2.2 | Autorizzazioni per l'eventuale stoccaggio provvisorio di rifiuti tossici e nocivi..... | 345 |
| 1.E.1.3 | Abbattimento effluenti gassosi..... | 347 |
| 1.E.1.3.1 | Impianti di abbattimento degli effluenti gassosi eventualmente installati..... | 347 |
| 1.F.1 | Misure Assicurative e di garanzia per i rischi..... | 349 |

ALLEGATI

Allegato A1.2.1

Tavola 1: Corografia della zona in scala 1:25.000

Allegato A1.2.2

Tavola 1 Planimetria generale stabilimento (1:5000).

Tavola 2 Planimetria generale stabilimento (1:5000).

Tavola 3: Planimetria stabilimento (1:2000): acciaieria, altoforno e cokeria

Tavola 4: Planimetria stabilimento (1:2000): area laminazione e magazzino generale

Tavola 5: Planimetria generale (1:1000): rete di distribuzione gas AFO e gas COK

Tavola 6: Planimetria (1:1000): rete gas metano area “vecchi impianti”

Tavola 7: Planimetria (1:1000): rete gas metano area “nuovi impianti”

Tavola 8: Planimetria generale (1:1000): rete distribuzione ossigeno

Tavola 9: Planimetria (1:2000): rete gas LD

Tavola 10: Planimetria (1:2000): area ghisa con altoforno AFO/4 e macchina a colare

Tavola 11: Rete infrastrutture: linea ferroviaria

Allegato A1.2.3

Tavola 1: Planimetria generale della cokeria

Tavola 2: Planimetria generale area batteria 45 forni

Tavola 3: Planimetria area sottoprodotti (unità rimozione naftalina)

Tavola 4: Planimetria area sottoprodotti (unità DeSOx e DeNOx)

Tavola 5: Sezione della batteria 27 forni

Tavola 6: Sezione della batteria 45 forni

Tavola 7: Pianta e sezione del gasometro di polmonazione della rete gas COK

Tavola 8: Pianta e sezione del gasometro di polmonazione della rete gas AFO
Tavola 9: Pianta e sezione del gasometro di polmonazione della rete gas LD
Tavola 10: Planimetria dell'altoforno AFO/4 e dei suoi ausiliari
Tavola 11: Sezione trasversale dell'altoforno AFO/4 e dei suoi ausiliari
Tavola 12: Planimetria generale dell'Acciaieria
Tavola 13: Planimetria generale impianto REDSMELT NST
Tavola 14: Planimetria generale turbo espansore
Tavola 15: Planimetria zona torcia gas COK

Allegato B1.1.1

Organigramma LUCCHINI

Allegato B1.2.1.3

Tavola 1: P&I generale impianto sottoprodotti di cokeria
Tavola 2: Refrigerazione primaria gas di cokeria
Tavola 3: P&I sottoprodotti di cokeria. Lavaggio ammoniacca
Tavola 4: P&I sottoprodotti di cokeria. Distillatori ammoniacca
Tavola 5: P&I batteria 45F
Tavola 6: P&I impianto REDSMELT

Allegato B1.2.1.4

Tavola 1: Planimetria generale
Tavola 2: Layout impianto. Percorsi tubazioni
Tavola 3: Materie prime. Fabbricato vagliatura coke
Tavola 4: Materie prime. Edificio sili e vagliatura
Tavola 5: Tramogge pesatrici e taratura.
Tavola 6: Macinazione: sez. AA
Tavola 7: Macinazione: sez. BB-CC-DD
Tavola 8: P&I impianto iniezione fossile
Tavola 9: Schema di principio per circuito acqua chiuso
Tavola 10: Altoforno
Tavola 11: Altoforno
Tavola 12: Altoforno
Tavola 13: Torre di depurazione gas AFO4: pianta
Tavola 14: Torre di depurazione gas AFO4: vista
Tavola 15: Torre di depurazione gas AFO4: schema funzionale
Tavola 16: Impianto aspirazione fumi secondari da macchina a colare

Allegato B1.2.1.5

Tavola 1: Tubazione gas CO - Percorso raffreddatore/gasometro
Tavola 2: Linea gas CO al gasometro. Schema di processo strumentato
Tavola 3: Area raffreddatore Lurgi
Tavola 4: Colata continua 1
Tavola 5: Colata continua 2
Tavola 6: Colata continua 3
Tavola 7: Colata continua 4

Allegato B1.2.1.6

Tavola 1: Treno medio piccolo
Tavola 2: Treno vergella
Tavola 3: Treno rotaie ed angolari

Allegato B1.2.1.7

Tavola 1: Rete distribuzione energia elettrica
Tavola 2: P&I torcia gas di cokeria
Tavola 3: Planimetria di stabilimento. Metano e acqua industriale.
Tavola 4: Planimetria generale. Acqua di mare
Tavola 5: Tracciato linea LDG: area 1
Tavola 6: Tracciato linea LDG: area 2
Tavola 7: Tracciato linea LDG: area 3
Tavola 8: Tracciato linea LDG: area 4
Tavola 9: Tracciato linea LDG: area 5
Tavola 10: Linea AFO
Tavola 11: Layout generale nuova stazione “ex Boldrocchi”

Allegato B1.2.1.8

Tavola 1: Magazzino centralizzato

Allegato B1.2.6

Scheda di sicurezza gas di cokeria (COK)
Scheda di sicurezza gas d’altoforno (AFO)
Scheda di sicurezza gas d’acciaieria (LD)
Scheda di sicurezza catrame
Scheda di sicurezza ossigeno
Scheda di sicurezza metano
Scheda di sicurezza benzina senza piombo
Scheda di sicurezza gasolio
Scheda di sicurezza acetilene

Allegato B1.2.6.1

Informazioni aggiuntive e classificazione sostanze e preparati pericolosi prodotti nello stabilimento

Allegato B1.2.6.3

Elenco apparecchi con PCB nello stabilimento (Dicembre 2002)

Allegato B1.3

Schema suddivisione unità

Allegato B1.3.1

Schede metodo ad indici

Allegato C1.1.2

Schede di sintesi consultazione banche dati incidenti

Allegato C1.3.1

Dati meteorologici area di Piombino

Allegato C1.3.2

Dati perturbazioni geofisiche

Allegato C1.5.1

Analisi dei rischi: Identificazione degli eventi incidentali

Allegato C1.5.3

Bilancio energetico

Allegato C1.6

Analisi dei rischi: Stima delle conseguenze degli incidenti

Allegato C1.6.1

Planimetrie con estensione aree di danno

Allegato C1.8.3

Planimetria scarichi funzionali, ubicazione sale di controllo e strutture di emergenza

Allegato C1.8.10

Pagine dei principali sinottici di impianto

1. Area altoforno
2. Schema di alimentazione sistema inversione 27F
3. Allarmi gasometro AFO/ISE
4. Area convertitori

Allegato C1.9

Elenco impianti di rivelazione fumi e/o spegnimento ad acqua

Allegato D1.10.1

Tavola 1: Planimetria ubicazione idranti vecchi impianti

Tavola 2: Planimetria ubicazione idranti nuovi impianti

Allegato D1.11.6

Planimetrie PEI di stabilimento

Allegato E1.1.2

Tavola 1: Planimetria rete fognaria

Allegato E1.3

Quadro riassuntivo emissioni gassose di stabilimento

Allegato E2.1

Politica di prevenzione rischi di incidenti rilevanti

1.A.1 Dati identificativi e ubicazione dell'impianto

1.A.1.1 Dati generali

La LUCCHINI S.p.A. gestisce all'interno del proprio sito di Piombino il complesso di attività industriali che caratterizzano tutte le fasi tipiche di uno stabilimento siderurgico a ciclo integrale, dalla distillazione di carbone fossile per la produzione di coke metallurgico, alla produzione di ghisa in altoforno, che alimenta essenzialmente l'acciaieria di stabilimento, dove, a valle della conversione in acciaio e successiva affinazione, viene utilizzato nelle colate continue per la produzione di billette e bramme. Le billette così prodotte vengono a loro volta utilizzate nei treni di laminazione per la produzione di rotaie, barre e vergella.

1.A.1.1.1 Ragione sociale e indirizzo del fabbricante (sede sociale).

Il complesso siderurgico, oggetto del presente rapporto di sicurezza, è di proprietà della LUCCHINI S.p.A., società del Gruppo LUCCHINI, Codice Fiscale e Partita IVA 01730680152, con sede legale in Piazza Meda, 3/5, 20121 – Milano.

1.A.1.1.2 Denominazione ed ubicazione dell'impianto.

Lo stabilimento di Piombino della LUCCHINI S.p.A., è ubicato in Viale della Resistenza, 2, 57025 – Piombino (LI), in prossimità del centro abitato e della zona portuale di Piombino. Si sviluppa su un'area di circa 10.000.000 mq, di cui circa 350.000 mq sono aree coperte.

Le coordinate del baricentro dello stabilimento sono:

EST: 1.625.950 NORD: 4.754.090 (fuso: GMT+1)

Responsabile del complesso siderurgico, che costituisce Unità di Business del Gruppo LUCCHINI, e Gestore dello stabilimento è l'Ing. **Giuseppe MANCANO** (Direttore di Stabilimento con procura institoria).

1.A.1.1.3 Responsabile della progettazione esecutiva dell'impianto, tipo di qualificazione professionale ed esperienze nel campo.

Il centro siderurgico ha iniziato la sua attività a cavallo del XIX secolo, ed è stato oggetto di sostanziali ristrutturazioni impiantistiche intorno agli anni 1950-1960 ad opera dell'ITALSIDER, proseguite nei decenni successivi fino all'assetto attuale (AFO/4 e macchina a colare, n. 3 convertitori LD, n. 4 colate continue, treno rotaie, treno medio piccolo, treno vergella).

Dal punto di vista dell'assetto proprietario, negli anni 1960 il complesso siderurgico era della "Acciaierie e Ferriere di Piombino S.p.A.", negli anni 1970, la proprietà era passata dalla "DELTASIDER S.p.A." alla "ILVA S.p.A." e, dopo ulteriori cessioni ed acquisizioni, all'inizio del 1996 è entrato a far parte del Gruppo LUCCHINI, che costituisce l'attuale Proprietà.

Sin dall'acquisizione da parte dell'attuale Proprietà, è stato avviato un piano di ristrutturazione tecnologica degli impianti, mirato alla modifica ed all'adeguamento degli stessi coerentemente con il progresso tecnologico e l'evoluzione normativa in materia di sicurezza ed ambiente. Gli interventi sono stati realizzati da ditte specializzate nel settore della siderurgia quali ITALIMPIANTI, KRUPP UHDE, SMS DEMAG, LURGI BISCHOFF, sotto la supervisione dell'attuale **Area Tecnica** di stabilimento (ex LUCCHINI IMPIANTI, società del Gruppo LUCCHINI).

La responsabilità della progettazione, realizzazione, supervisione dei lavori di costruzione, modifica e di rewamping degli impianti è affidata alla stessa **Area Tecnica** di Stabilimento, il cui responsabile è il **Sig. Leonardo MEZZACAPO** (già responsabile LUCCHINI IMPIANTI di

Piombino, con esperienza pluri-decennale di attività di coordinamento e supervisione di progettazione, modifica e realizzazione di impianti tipicamente utilizzati nel settore siderurgico).

Il personale in forza alla suddetta Area Tecnica di stabilimento ha il compito di definire le specifiche tecniche relative a ciascun intervento di modifica d'impianto, di progettazione di dettaglio di piccoli interventi, e di seguire le attività di realizzazione degli stessi fino al loro completamento, prima della consegna definitiva al personale dell'esercizio. Nel caso di interventi relativi a realizzazioni complesse con progettazione direttamente ad opera del fornitore, il personale dell'Area Tecnica verifica preventivamente la progettazione in collaborazione con il personale specialistico di stabilimento, verificandone la rispondenza alle specifiche tecniche.

1.A.1.1.4 Responsabile dell'esecuzione del rapporto di sicurezza. Tipo di qualificazione professionale ed esperienze nel campo.

Il presente Rapporto di Sicurezza è stato predisposto in ottemperanza alle richieste di integrazioni e chiarimenti formulate dal Comitato Tecnico Regionale (prot. 7441 Ispettorato Regionale Toscana, giugno 2003) a conclusione dell'istruttoria preliminare del rapporto di sicurezza trasmesso nel mese di ottobre 2001.

Il documento è stato elaborato nell'ambito di quanto previsto dal Sistema di Gestione della Sicurezza in essere nello Stabilimento, ricadente negli obblighi ex art. 8 D. Lgs. 334/99, secondo la procedura prevista all'art. 9, all'art. 10 ed all'art. 21 c. 3 dello stesso Decreto, ed in applicazione ai disposti ex DM 09/08/00, secondo lo schema di cui al DPCM 31/03/89.

Responsabile del presente rapporto di sicurezza è l'Ing. **Giuseppe Mancano**, avente esperienza nel settore siderurgico più che decennale, con esperienza operativa maturata anche presso il complesso siderurgico ILVA di Taranto, già Direttore dell'Acciaieria dello Stabilimento Lucchini.

1.A.1.2 Localizzazione e identificazione dell'impianto

1.A.1.2.1 Corografia della zona in scala 1: 25.000.

In Allegato A1.2.1, Tavola 1, è riportata la corografia della zona, in scala 1:25.000, con indicazione dei principali edifici esistenti, altri siti industriali, strade, porti, linee ferroviarie.

Stante la collocazione sul territorio dello stabilimento LUCCHINI e l'ubicazione dell'impianto, nel raggio di 5 km è incluso l'abitato del comune di Piombino, incluse le frazioni di Gagno, Poggetto, Cotone, Fiorentina e Montegemoli.

In tale contesto è compresa la viabilità di accesso a Piombino, il porto turistico (partenza traghetti per l'isola d'Elba) e la linea ferroviaria FS Piombino – Campiglia, che attraversa anche il complesso industriale della LUCCHINI.

Dal punto di vista degli insediamenti industriali già esistenti nell'area considerata si segnalano i principali stabilimenti:

ELETTRA GLL (centrale CET/PIO all'interno del complesso industriale LUCCHINI),
ISE/EDISON (centrali CET/2 CET/3 all'interno del complesso industriale LUCCHINI),
LA MAGONA D'ITALIA (produzione di coils verniciati),
SOL (produzione e stoccaggio gas tecnici),
DALMINE (produzione tubi in acciaio),
ENEL (centrale di Torre del Sale).

1.A.1.2.2 Localizzazione dell'impianto in scala 1:2000 ed area circostante nel raggio di 500 m.

Nell'Allegato A1.2.2, Tavola 1 e Tavola 2, sono riportate, in scala 1:5.000, le planimetrie generali dello stabilimento. È inclusa l'area circostante in un raggio di circa 500 m, significativo rispetto al lay-out della zona.

Nello stesso Allegato 1.2.2 sono altresì incluse le planimetrie dei principali impianti dello stabilimento:

- Tavola 3: Planimetria stabilimento (1:2000): acciaieria, altoforno e cokeria
- Tavola 4: Planimetria stabilimento (1:2000): area laminazione e magazzino generale
- Tavola 5: Planimetria generale (1:1000): rete di distribuzione gas AFO e gas COK
- Tavola 6: Planimetria (1:1000): rete gas metano area “vecchi impianti”
- Tavola 7: Planimetria (1:1000): rete gas metano area “nuovi impianti”
- Tavola 8: Planimetria generale (1:1000): rete distribuzione ossigeno
- Tavola 9: Planimetria (1:2000): rete gas LD
- Tavola 10: Planimetria (1:2000): area ghisa con altoforno AFO/4 e macchina a colare
- Tavola 11: Rete infrastrutture: linea ferroviaria.

1.A.1.2.3 Piante e sezioni dell'impianto in scala 1: 500.

In Allegato A1.2.3 sono riportate, in scala 1:500 o in quella superiore di maggior dettaglio disponibile, le seguenti planimetrie relative alle principali aree del complesso siderurgico che vedono la presenza di impianti in cui sono prodotte, utilizzate e/o detenute sostanze pericolose fra quelle considerate negli Allegati A e B, ed Allegato I ex D. Lgs. 334/99 e successive modifiche:

- Tavola 1: Planimetria generale della cokeria
- Tavola 2: Planimetria generale area batteria 45 forni
- Tavola 3: Planimetria area sottoprodotti (unità rimozione naftalina)
- Tavola 4: Planimetria area sottoprodotti (unità DeSOx e DeNOx)
- Tavola 5: Sezione della batteria 27 forni
- Tavola 6: Sezione della batteria 45 forni
- Tavola 7: Pianta e sezione del gasometro di polmonazione della rete gas COK
- Tavola 8: Pianta e sezione del gasometro di polmonazione della rete gas AFO
- Tavola 9: Pianta e sezione del gasometro di polmonazione della rete gas LD
- Tavola 10: Planimetria dell'altoforno AFO/4 e dei suoi ausiliari
- Tavola 11: Sezione trasversale dell'altoforno AFO/4 e dei suoi ausiliari
- Tavola 12: Planimetria generale dell'Acciaieria
- Tavola 13: Planimetria generale impianto REDSMELT NST
- Tavola 14: Planimetria generale turbo espansore.

1.B.1 Informazioni relative all'impianto

1.B.1.1 Struttura organizzativa

1.B.1.1.1 Grafico dell'organizzazione

La struttura organizzativa dello stabilimento è illustrata sotto forma di diagramma a blocchi nell'Allegato B1.1.1. Tale struttura, a livello di reparto, prevede quattro livelli di responsabilità in cascata:

- Direzione generale di Stabilimento
- Unità Produttiva Elementare (UPE)
- Capo Impianto
- Capo Turno.

In staff alla Direzione di stabilimento operano, oltre al **Servizio di Prevenzione e Protezione** (requisito normativo), l'**Area Tecnica** (progettazione, coordinamento e supervisione interventi di modifica e/o realizzazione nuovi impianti), e le **Tecnologie di Altoforno e Cokeria** (controllo e gestione impianti alla luce dell'innovazione tecnologica). Un ruolo particolare riveste l'Ingegneria

di Processo dell'UPE Ghisa che assume il coordinamento funzionale anche dell'Ingegneria di Processo dell'UPE Cokeria per garantire la corretta gestione dell'intero processo produttivo (dai minerali/coke alla ghisa liquida/solida), accorpando altresì la sezione "Ingegneria Materie Prime".

1.B.1.1.2 Personale e numero di persone normalmente presenti.

L'attuale organico di stabilimento vede la presenza di 1963 addetti (al 31/08/2003), la maggior parte dei quali è operante su tre turni giornalieri (addetti esercizio e manutenzione), mentre gli impiegati e parte del personale di alcuni servizi opera in turno giornaliero (08.00÷17.00). Conseguentemente, il numero di dipendenti LUCCHINI operante su tre turni giornalieri è di ~600 addetti, a cui si devono aggiungere ~200 impiegati ed addetti con presenza giornaliera in stabilimento.

La distribuzione del personale suddetto, per reparto, è riportata di seguito, in forma riassuntiva:

| | |
|---------------------------------|-----|
| ➤ COKERIA: | 142 |
| ➤ GHISA: | 190 |
| ➤ ACCIAIERIA: | 470 |
| ➤ SERVIZI TECNICI STABILIMENTO: | 87 |
| ➤ TRENO PROFILATI PRIMARI: | 244 |
| ➤ TRENO VERGELLA: | 145 |
| ➤ AREA TRENO MEDIO PICCOLO: | 246 |
| ➤ LOGISTICA: | 214 |
| ➤ QUALITÀ: | 122 |
| ➤ SERVIZI: | 56 |
| ➤ VIGILANZA: | 47 |

Oltre a tale personale, deve essere incluso il personale di altre ditte aventi il proprio insediamento produttivo nell'area del complesso industriale, quali AGROITTICA, BICOMET, BI-MEC, ELETTRA GLL, FERRARI, GALLETTI, GSI LUCCHINI, ISE, LAMEC, NUOVA SIFI, SIDERCO, TOSCANA ECO FANGHI, VERTEK, che giornalmente comporta una presenza max. di ~150 addetti (punto 25 §14 nota prot. 7441).

In aggiunta alle presenze stabili, è da considerare la presenza di personale delle ditte esterne incaricate dell'esecuzione di interventi di manutenzione sugli impianti. Il numero di addetti è chiaramente variabile, con numero maggiore nei periodi di fermata. Il relativo contributo alle presenze giornaliera è da considerare dell'ordine di alcune decine di unità.

Conseguentemente, durante le ore giornaliera (di massima affluenza) il numero medio di persone presenti nell'area del complesso industriale è di ~1000 persone, mentre al di fuori dalle ore di turno giornaliero, il numero medio di presenze è di ~750 addetti.

1.B.1.1.3 Requisiti minimi di addestramento da dare al personale direttivo e alle maestranze addette al funzionamento ed alla manutenzione.

L'organizzazione operante nello stabilimento, vede a capo di ciascuna UPE (Unità Produttiva Elementare, o Reparto) un responsabile di reparto, ed un capo impianto alla direzione di ciascuno dei principali impianti di reparto, da cui dipendono i capi turno (preposti per esercizio e manutenzione impianti). Il personale direttivo, con livello di formazione generalmente superiore (laurea in ingegneria), ha conoscenza specifica ed esperienza pluriennale sulla conduzione degli impianti di pertinenza. Tale personale è parte di iniziative di confronto e condivisione di esperienza e problematiche, promosse a livello di Gruppo Lucchini, con personale omologo di altri stabilimenti, e partecipa a convegni e giornate di studio promosse per la diffusione delle nuove tecnologie correlate a tali impianti (Associazione Industriali, Asso-Acciai, CECA, ecc.).

I preposti e gli addetti alla conduzione sono parte di programmi specifici di addestramento organizzati a partire da quanto previsto dai manuali di esercizio degli stessi impianti, nonché, in occasione della realizzazione di nuovi impianti o di modifiche significative di impianti esistenti, di

addestramento mediante affiancamento di tecnici esperti delle ditte fornitrici. In alcuni casi, sono organizzati viaggi per scambio di conoscenze presso altri stabilimenti aventi impianti analoghi (non comportanti comunque aspetti di know-how).

In merito all'addestramento del personale manutentivo, va evidenziato che gli interventi di manutenzione straordinaria sono effettuati da personale specialistico, solitamente della fornitrice dell'impianto in questione, mentre la manutenzione di routine è di spettanza del personale Lucchini, specificamente formato ed informato sulle modalità di intervento in aree con rischi particolari, e operante sulla base di quanto previsto sui manuali di uso e manutenzione degli impianti.

1.B.1.2 Descrizione delle attività

Il ciclo siderurgico di Piombino è del tipo "integrale" in quanto consente di ottenere il prodotto finito, acciaio, a partire dalla materia prima costituita dal minerale mediante un processo di riduzione sostenuto energeticamente dal coke. Il coke, detto anche carbone siderurgico, viene parzialmente acquistato e parte prodotto internamente per distillazione in cokeria del carbon fossile. La produzione dello stabilimento è diversificata a seconda delle aree: dall'altoforno provengono i pani di ghisa, dall'acciaieria si hanno billette, bramme e blumi, dai laminatoi si ottengono rotaie, vergelle, laminati tondi e quadri.

Accanto alla produzione vera e propria esistono anche alcuni sottoprodotti che residuano dal ciclo siderurgico e che sono comunque venduti all'esterno per essere utilizzati come materia prima in altri cicli produttivi; tra i principali sottoprodotti si ricordano il catrame proveniente dalla cokeria e la loppa dell'altoforno.

Oltre a quanto sopra, i gas siderurgici (gas d'altoforno c.d. "gas AFO", gas di cokeria c.d. "gas COK", gas di acciaieria c.d. "gas LD") prodotti nelle varie fasi del ciclo sono essi stessi oggetto di recupero energetico, essendo utilizzati nel mix di combustibili che alimenta le centrali termoelettriche operanti all'interno del complesso siderurgico (CET PIO della ELETTRA GLL, E CET/2 e CET/3 della ISE).

Il complesso siderurgico della LUCCHINI S.p.A. di Piombino era soggetto ad obbligo di "dichiarazione" ai sensi dell'art. n. 6 del DPR n. 175/88 per la produzione e l'utilizzo di gas infiammabili di cui alla voce 124 dell'Allegato III del DPR n. 175/88 e rientrante nelle attività elencate nell'Allegato I al punto 5.

Il recepimento della Direttiva 96/82/CE, relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose, avvenuto con il Decreto Legislativo n. 334 del 17/08/99, ha comportato una nuova classificazione degli stabilimenti già soggetti agli obblighi ex DPR n. 175/88.

In particolare, fra le attività dello stabilimento è presente una di quelle riportate nell'Allegato A del D. Lgs. n. 334/99 (punto 5, cokeria), e con riferimento all'elenco delle sostanze, miscele e preparati pericolosi incluso nell'Allegato I al D. Lgs. n. 334/99, ed alle relative "quantità limite" per l'applicazione dei disposti dello stesso, lo stabilimento di Piombino della LUCCHINI S.p.A. ha inviato "notifica" e predisposto il rapporto di sicurezza previsto all'art. 8 D. Lgs. 334/99 in ottobre 2001. A seguito dell'istruttoria tecnica effettuata dal CTR dell'Ispettorato Regionale VVF Toscana, sono stati richiesti chiarimenti ed integrazioni, nell'occasione dei quali si è proceduto alla revisione complessiva del rapporto di sicurezza, tenendo conto, nella valutazione delle sostanze pericolose, di quanto previsto dal 28° adeguamento alla Direttiva 67/548/CE relativamente a sostanze e preparati pericolosi presenti in stabilimento e commercializzati dall'Azienda.

Conseguentemente, nell’inventario delle sostanze e preparati pericolosi sono annoverabili: gas AFO, gas COK, gas LD, metano, ossigeno, catrame, oltre che per benzina e gasolio per autotrazione, propano in bombole, acetilene, e GPL in bombole.

La Figura 1 riproduce sinteticamente uno schema a blocchi delle principali linee di produzione dello stabilimento di Piombino.

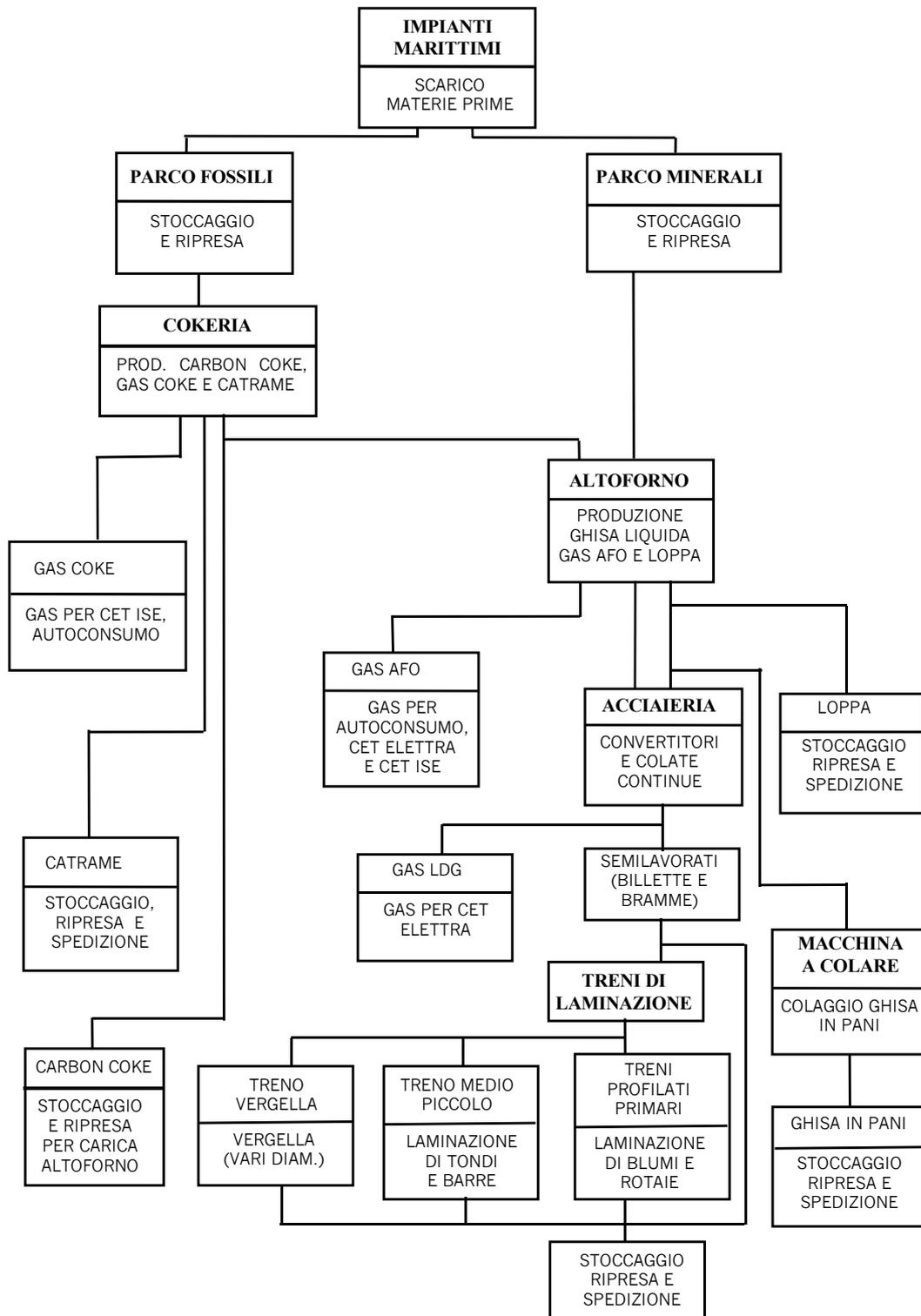


Figura 1 Schema a blocchi principali linee di produzione dello stabilimento

Gli impianti interessati alla produzione, stoccaggio e/o utilizzo dei gas siderurgici infiammabili e/o esplosivi sopra citati, nonché alle altre sostanze e/o preparati pericolosi di stabilimento sono:

- L'altoforno;
- La cokeria;
- L'acciaiera;
- Le aree di laminazione;
- Le reti distribuzione gas ed i gasometri.

Rispetto a quanto riportato nell'edizione dell'Ottobre 2001 del Rapporto di Sicurezza, per esigenze legate al miglioramento tecnologico e/o manutentivo sono state effettuate una serie di modifiche, trattate in conformità a quanto previsto dal DM 09/08/2000, per le quali lo stabilimento ha seguito procedura ex art. 2 del citato decreto, con dichiarazione di "non aggravio di rischio".

In relazione alla realizzazione di uno stoccaggio LOX, a servizio esclusivo dell'impianto REDSMELT NST, che invece ha comportato un aggravio di rischio ai sensi di quanto previsto dall'art. 1 del citato decreto, è invece in corso una procedura NOF, per cui tale modifica d'impianto non viene trattata nella seguente descrizione delle attività dello stabilimento soggette a notifica.

I dati salienti per ciascuna procedura di non aggravio di rischio espletata nel periodo Ottobre 2001 ÷ Ottobre 2003 sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 1: Sintesi procedure di "non aggravio di rischio" stabilimento di Piombino LUCCHINI S.p.A. (periodo ottobre 2001 ÷ ottobre 2003).

| Protocollo comunicazione Data invio | Oggetto | Incremento inventario sostanze | Verbali di istruttoria | Esito procedura |
|---|---|--|---|--|
| SPP/125/02 05.07.2002 | Messa in funzione della nuova torcia gas Coke | + 18kg gas Coke + quantità trascurabile CH ₄ | Verbale di Sorveglianza ex D.Lgs. 334/99 del: 29.05.2002 | Comunicazione Ministero dell'Interno Prot. n. 8913 del 18.07.2002 |
| SPP/144/02 22.08.2002 | Realizzazione nuovo impianto dimostrativo Redsmelt NST | + 20kg gas Metano + 20kg Ossigeno + quantità trasc. di CO | Verbali di Sorveglianza ex D.Lgs. 334/99 del: 30.04.2002 e del 23.05.2002 | Comunicazione Ministero dell'Interno Prot. n. 11017 del 05.09.2002 |
| SPP/195/02 06.12.2002 SPP/001/03 02.01.2003 | Ristrutturazione interna del gasometro gas AFO, di proprietà ISE, installato in connessione con la rete gas AFO di Stabilimento | L'intervento comporta la diminuzione del volume max. totale del gas contenuto (- 10000 kg) | Verbali di Sorveglianza ex D.Lgs. 334/99 del: 30.05.2002, del 08.10.2002 e del 06.12.2002 | Comunicazione Ministero dell'Interno Prot. n. 1130 del 24.01.2003 |
| SPP/09/03 22.01.03 | Messa in funzione della nuova stazione di rilancio Gas Coke | + 30 kg di Gas Coke | Verbali di Sorveglianza della Direzione ex D.Lgs. 334/99 del: 09.01.2003 | Comunicazione Ministero dell'Interno Prot. n. 2543 del 21.02.2003 |
| SPP/054/03 01.04.03 | Messa in funzione del nuovo impianto di recupero energia di pressione gas AFO (Turboespansore) | + 100 kg di Gas AFO | Verbali di Sorveglianza della Direzione ex D.Lgs. 334/99 del: 19.02.2003 | Comunicazione Ministero dell'Interno Prot. n. 7990 del 11.06.2003 |
| (Congiunta LUCCHINI / ELETTRA) SPP/059/03 16.04.03 | Fornitura di gas siderurgici LD e AFO per l'alimentazione della centrale CET-PIO della ELETTRA GLL S.p.A. | + 2350 kg di Gas LD + 33 kg di Gas AFO + 550 kg di CH ₄ | Verbali di Sorveglianza della Direzione ex D.Lgs. 334/99 del: 04.03.2003 | Comunicazione Ministero dell'Interno Prot. n. 7991 del 11.06.2003 |

1.B.1.2.1 Descrizione delle attività soggette a notifica

Per una più agevole comprensione delle attività dello stabilimento, si riporta nelle sezioni successive, la descrizione dell'intero ciclo produttivo dello stabilimento, inclusivo delle principali attività svolte, organizzato per UPE / reparto. Laddove applicabile, è evidenziata la presenza delle sostanze e/o preparati soggetti a notifica, trattati per gli aspetti di sicurezza e salute nei paragrafi successivi.

1.B.1.2.1.1 Impianti Marittimi (IMA)

La maggior parte delle materie prime arriva allo stabilimento di Piombino via nave: il materiale scaricato viene trasportato attraverso una serie di nastri fino ai parchi di stoccaggio, organizzati per tipologia di materiale ed impianto di destinazione (altoforno o cokeria).

La zona nord del molo LUCCHINI è detta "Pontile" ed è utilizzata per la discarica delle materie prime per l'approvvigionamento della Cokeria e dell'Altoforno. A sud si trova la "Banchina" e la "Darsena", che sono destinate alla spedizione dei prodotti finiti e per altre attività portuali.

La zona di approdo del lato nord del pontile è denominata "Piazza 4" su di essa possono approdare solamente navi mineraliere/carboniere, aventi lunghezza massima 255 m con massimo pescaggio di 39 piedi (11,88 m). Uno scaricatore a benna da 30 ton serve la Piazza di ormeggio 4.

La gru a benna riversa le materie scaricate da nave su di un nastro trasportatore. I materiali da qui seguono percorsi differenti a seconda della loro tipologia, fino al rispettivo parco di stoccaggio.

La zona di approdo del lato sud del pontile è suddivisa nelle Piazze di ormeggio 1 e 2. Su di essa possono approdare navi con massimo pescaggio di 30 piedi (9,15 m). In banchina operano due gru a braccio retrattile, da 16 ton e 30 ton. Attrezzature specifiche permettono il carico dei materiali provenienti dalla "colata continua bramme".

Oltre alla banchina suddetta, gli impianti marittimi dispongono di un ulteriore punto di attracco, destinato a navi di dimensioni medio piccole per la spedizione di prodotti finiti e catrame dal vicino serbatoio di stoccaggio, e sbarco ferroleghie, denominata "Darsena" o "Piazza di ormeggio 5". La Darsena ha una lunghezza di 125 m e massimo pescaggio di circa 16 piedi (5 m), ed è asservita da una gru a braccio retrattile, della portata di 16 ton.

1.B.1.2.1.2 Preparazione Minerale (PRE)

L'area "Preparazione (PRE)" afferisce all'UPE Ghisa, ed è costituita da tutti quegli impianti che servono a rendere disponibile i materiali utilizzati dall'altoforno nella giusta quantità e qualità. A tale area non appartiene quindi la Cokeria. Fanno parte della fase di preparazione i parchi materiali, i nastri trasportatori che convogliano i materiali dal Molo ai parchi e dai parchi agli impianti in cui vengono utilizzati, gli impianti di macinazione e vagliatura del coke, l'impianto di bricchettaggio e l'ultimo piano della Stock House.

Le aree di messa a parco di stabilimento sono complessivamente tre e sono riportate di seguito:

- Parchi Fossili 65-80 dedicati al fossile per Cokeria
- Parco Ausiliario dedicato al fossile per Altoforno
- Parchi Pellets dedicati ai minerali ed al Coke acquistato.

Il nastro M0, che parte dalla Banchina, può convogliare i materiali a tre differenti linee a seconda della tipologia:

- Linea DF per i Parchi Fossili 65/80
- Linea M per il Parco Ausiliario
- Linea P per i Parchi Pellets.

I nastri trasportatori sono costituiti da nastri con percorso rettilineo, il cui avanzamento è controllato da rulli. Il passaggio del materiale da un nastro al successivo avviene generalmente in torrette in cui il nastro di arrivo convoglia il materiale trasportato all'interno di tramogge che travasano il tutto sul nastro di uscita posto in basso. Lo sviluppo dei nastri trasportatori è di tipo aereo, con strutture di sostegno di tipo metallico.

I Parchi 65/80 sono dedicati allo stoccaggio del carbon fossile per la Cokeria. In fase di messa a parco sono asserviti da stackers che ricevono il materiale dalla linea nastri DF ed hanno una potenzialità di 1400 ton/h.

La ripresa dei materiali dal parco avviene a mezzo di carri ponte a benna. Il Parco 65 è asservito ad una macchina che ha portata di 20 ton, mentre sul Parco 80 opera una macchina che ha una portata di 10 ton. Il carbon fossile destinato alla Cokeria viene invece trasferito attraverso la linea di nastri "N" fino ai sili che alimentano l'impianto di macinazione fossile della Cokeria.

Il Parco Pellets è dedicato allo stoccaggio dei minerali e del coke acquistato, ed è asservito sia in fase di messa a parco che in fase di ripresa da 3 stackers-reclaimers, ciascuno con potenzialità di 2500 ton/h in fase di scarico e di 1200 ton/h in fase di ripresa. Gli Stackers scorrono lungo l'asse centrale di ciascun parco. Il materiale messo a parco viene ripreso dalle macchine stesse, attraverso la linea dei nastri "P" e trasferito ai sili della Stock House. In aggiunta a quanto sopra, la ripresa può essere effettuata anche con pala meccanica e camion (dumpers).

Il Parco Ausiliario è dedicato allo stoccaggio del fossile utilizzato per l'insufflaggio in altoforno. La fase di messa a parco è attuata da uno stacker di potenzialità di 1600 ton/h, che riceve il materiale dalla linea nastro "M". La fase di ripresa viene gestita, per mezzo di motopale e dumpers che alimentano la tramoggia di carico ed i nastri della linea "BC", che provvedono al trasferimento del fossile dal Parco Ausiliario al silo dell'impianto di macinazione fossile dell'altoforno.

Sia il coke prodotto che quello acquistato devono avere particolari caratteristiche granulometriche per poter essere introdotti nell'altoforno. Il diametro medio delle particelle deve essere compreso tra i 30 ed i 60 mm. Il coke prodotto dalla cokeria viene trasportato dalla linea nastri "KC" nel Silo Polmone e successivamente alla torre di frantumazione e vagliatura.

In uscita dall'impianto di frantumazione e vagliatura si ottengono tre differenti frazioni granulometriche. La frazione 30-60 viene mandata ai silos della Stock-House per poi essere utilizzata nell'altoforno. La frazione con diametro inferiore a 10 mm viene venduta all'esterno. La frazione 10-30, opportunamente dosata, viene utilizzata in altoforno.

La frazione granulometrica 10-30 viene messa a parco. La ripresa di questo materiale avviene con pala meccanica e dumpers tramite una serie di fosse profonde e la linea nastri "A", che convoglia il tutto alla Stock House. Tale linea nastri è anche utilizzata per il caricamento del calcare e degli altri fondenti utilizzati per la carica dell'altoforno.

Fra gli impianti di preparazione della carica va annoverato l'impianto di bricchettaggio, che raccoglie dal ciclone parte del polverino d'altoforno (PAF) oltre ai fini provenienti dalla vagliatura delle pellets. Tali materiali dopo essere stati miscelati con cemento ed acqua vengono compressi in formelle da una pressa e trasformati in cubetti da circa 5 cm di lato, dette "bricchette", aventi la giusta dimensione per essere introdotti nell'altoforno.

Dopo la formatura, le bricchette vengono fatte essiccare naturalmente in una camera per 24 h e successivamente stoccate in cumuli all'aperto. La successiva ripresa non avviene prima di 28 giorni, al fine di consentire la pressoché totale essiccazione ed il ritiro del cemento.

Al fine di minimizzare o evitare i fenomeni di spolveramento, con trasporto e diffusione di polvere a seguito dell'azione del vento, i Parchi Fossile 65-80 ed il Parco Ausiliario (stoccaggio del fossile carica AFO) sono dotati di impianti per l'irroramento con acqua industriale dei cumuli (punto 24 §14 prot. 7441). L'irroramento dei cumuli è gestito attraverso una specifica procedura, sulla base delle rilevazioni di direzione e velocità del vento effettuate da una stazione anemometrica operante in zona pontile IMA. Le caratteristiche fisiche del carbon fossile sono tali da escludere la necessità di irrorazione per riduzione del pericolo d'incendio. Considerando il caso di formazione di una nube di polvere, la temperatura di accensione (p.es. cfr. Manuali L. Corbo) della nube è di 620 °C. Le condizioni di maggiore compattezza riscontrabili per i cumuli portano a temperature superiori, sicuramente da escludere per cause meteorologiche. Non si è d'altra parte a conoscenza di tali eventi verificatisi in impianti di tale tipologia.

1.B.1.2.1.3 Cokeria (COK)

Il processo tecnologico di produzione del carbon coke è un processo consolidato. La trasformazione dei fossili in coke siderurgico viene realizzata nei forni mediante processo di distillazione in ambiente privo di aria. Il riscaldamento è fornito alle celle indirettamente attraverso le pareti delle stesse mediante la combustione di gas. Per ragioni di efficienza e versatilità di gestione degli impianti, il combustibile per l'alimentazione del riscaldamento delle batterie può essere: gas coke, gas mix (o miscelato miscela di gas coke e gas d'altoforno), metano (solo batteria 45F).

Il gas di cokeria prodotto durante la fase di distillazione, necessita di un trattamento di depurazione (area sottoprodotti) prima di poter essere immesso nella rete di distribuzione gas COK di stabilimento. L'UPE cokeria è generalmente suddivisa in aree funzionali:

- 1) preparazione miscela carica
- 2) batterie di distillazione
- 3) trattamento gas e sottoprodotti.

1) PREPARAZIONE MISCELA CARICA

Il fossile che viene ripreso dai parchi viene portato a mezzo dei nastri trasportatori "nastri K" agli impianti di preparazione del fossile. Le differenti qualità di fossile vengono introdotte in silos distinti, ubicati in prossimità dell'impianto di macinazione fossile. Ciascun silo ha alla sua base un dispositivo che ne regola il quantitativo in uscita, sulla base dei dati provenienti dalle sottostanti bilance pesatrici. I vari tipi di carbone vengono dosati con percentuali tali da avere la miscela fossile opportuna e tale da non creare danni all'interno delle celle di distillazione.

La miscela ottenuta viene poi macinata in un mulino a martelli, ubicato all'interno dell'adiacente edificio macinazione, dove da una pezzatura grossolana di alcuni centimetri, si arriva ad ottenere fossile con granulometria compresa tra i 3 ed i 0,5 mm. Successivamente la miscela viene inviata, sempre tramite i nastri, alla torretta K11 per la batteria 45F ed alla torretta K16 per la batteria 27F; dalle torrette altri nastri permettono l'alimentazione delle due torri di carica poste fra le batterie.

2) DISTILLAZIONE CARBON FOSSILE

La distillazione del carbon fossile avviene nelle batterie di forni in cui le celle si alternano ai piedritti (ovvero le camere in cui avviene la combustione del gas di riscaldamento), cosicché ogni cella è collocata fra due piedritti. A valle del progetto di ammodernamento in atto della cokeria, le batterie attualmente operanti sono la nuova batteria 45 forni, oltre alla batteria 27 forni, ultima ancora operativa fra le vecchie batterie.

Le due batterie, dal punto di vista del processo produttivo, operano in maniera del tutto analoga, differenziandosi per la funzionalità e le caratteristiche delle macchine operatrici a servizio delle stesse (di ultima generazione per la batteria 45F). Ulteriori differenze possono essere evidenziate per il sistema di inversione e quant'altro correlato, come di seguito evidenziato.

Il ciclo di distillazione del carbon fossile è contraddistinto dalle seguenti 4 fasi:

- fase di caricamento
- fase di distillazione
- fase di sfornamento
- fase di spegnimento.

Fase di caricamento

La miscela di carbon fossile da caricare nelle celle di distillazione viene prelevata dalle torri di carica, ciascuna delle quali è dotata, nella zona inferiore, di 4 serie di bocchette che scaricano il fossile nelle tramogge di alimentazione della macchina caricatrice. Dopo il caricamento delle tramogge, la macchina caricatrice, operante sul piano batteria, si porta sulla cella da caricare muovendosi su binari.

Il forno interessato dal caricamento viene preparato per ricevere il fossile intercettando il passaggio del gas tra la cella e il collettore di raccolta (bariletto) con apposita valvola, evitando così eventuali ritorni dal bariletto verso il forno ancora vuoto.

I tappi delle 4 bocchette di caricamento vengono aperti con un sistema automatico posto a bordo macchina; successivamente vengono posizionati i bocchettoni di carica che devono combaciare perfettamente con le bocchette (in modo che il passaggio del carbone dalle tramogge al forno avvenga senza perdite).

La cella viene riempita in modo tale che, dopo l'operazione spianante della macchina spianatrice/sfornatrice, rimanga solo il canale gas.

Terminata la manovra, il forno viene rimesso in comunicazione con il collettore (bariletto) e viene aperta una valvola di adduzione forzata di vapore o acqua ammoniacale (per creare una depressione che facilita il deflusso del gas grezzo dalla cella al bariletto durante tutta la fase di caricamento). L'operazione di carico è gestita attraverso una farfalla posta nel bocchettone di carica, con sistema a caduta per gravità, ed è agevolata da vibratori che facilitano la discesa del carbone dalle tramogge. I coperchi dei forni vengono riposizionati automaticamente, e successivamente all'allontanamento della macchina si procede manualmente alla sigillatura dei tappi mediante apposito materiale, onde evitare fuoriuscite di gas grezzo durante la distillazione.

Fase di distillazione

La distillazione del carbon fossile avviene ad elevata temperatura (1200 – 1350 °C), in assenza d'aria, nelle celle, le cui pareti in materiale refrattario sono scaldate dall'esterno, mediante la combustione nei piedritti di gas mix (miscela di cokeria con gas d'altoforno). In alternativa, il combustibile di alimentazione dei bruciatori dei piedritti può essere gas di cokeria. Per la sola batteria 45F, può anche essere utilizzato metano.

L'energia termica dai muri della camera di coke scalda la massa di carbone per conduzione dai lati verso il centro della cella. Durante il riscaldamento la massa del carbone subisce molte reazioni; la reazione fondamentale comporta la pirolisi e la formazione di radicali di peso molecolare inferiore a quello del carbone di origine. Alcuni radicali, ricchi in idrogeno, danno origine a prodotti liquidi e gassosi. In tali condizioni le sostanze volatili che si liberano permettono il progressivo arricchimento del carbon fossile con percentuali in carbonio fino a valori > 90 %, mentre la frazione rimanente è costituita da sostanze inerti. Le sostanze volatili sono asportate dalle celle di distillazione, dando luogo ad un gas con elevato potere calorifico: il gas di cokeria "grezzo", che dopo una prima fase di raffreddamento viene successivamente trattato nell'impianto sottoprodotti.

La durata della fase di distillazione è di ~18 ore; è necessario che tale periodo non venga ridotto per evitare problemi di inquinamento da polveri all'atto dello sfornamento.

Il gas combustibile per il riscaldamento delle celle giunge alle batterie attraverso una rete di collettori che si immettono nel locale inversione: da qui si dipartono tubazioni più piccole che portano il gas fino ai bruciatori, posti alla base dei piedritti.

Sotto i forni si trovano i rigeneratori, ovvero camere contenenti una pila di mattoni refrattari disposti a nido d'ape che immagazzinano calore nella fase a fumi per cederlo all'aria o al gas povero nella fase di alimentazione piedritti.

Tutte le materie volatili di cui si libera il fossile durante il processo di distillazione fuoriescono sotto forma di gas da un quinto foro collocato nella volta delle celle. Il gas fluisce attraverso una particolare tubazione, chiamata "bariletto", per effetto dell'azione degli estrattori, particolari pompe che mantengono i forni e tutto il sistema dei collettori gas coke grezzo in depressione, per poi successivamente convogliarlo nella sezione sottoprodotti, dove viene trattato e depurato delle principali impurezze.

Inversione

Ogni forno è affiancato da due piedritti, la combustione avviene in un piedritto per volta, mentre l'altro è percorso dai fumi che vengono convogliati ai rigeneratori sottostanti prima di essere inviati al camino. Durante il ciclo di distillazione, tale situazione si inverte con periodicità, onde consentire un'adeguata gestione termica della batteria. Conseguentemente, l'esercizio della batteria è caratterizzato dalla necessità, approssimativamente ogni 20 minuti, di effettuare il riposizionamento delle valvole di processo nelle gallerie di servizio, al fine di invertire nei piedritti e nei rigeneratori la direzione del flusso dei prodotti di combustione e l'ingresso dell'aria comburente.

Le valvole di processo sono tra loro collegate (barre, catene, ecc.) e comandate da un gruppo di cilindri oleodinamici, asservito ad una centralina, gestita da un PLC dedicato. I cilindri gestiscono l'apertura e la chiusura delle valvole fumi e delle portelle aria comburente, i rubinetti gas miscelato, i rubinetti gas coke, e le valvole aria degrafittaggio. L'insieme dei sistemi di collegamento delle valvole (barre, catene, ecc.), dei cilindri di comando e della centralina oleodinamica di gestione costituisce l'argano di inversione.

Lo schema oleodinamico della centralina prevede n. 2 pompe, di cui una in stand-by, e di una batteria di accumulatori, sempre in pressione, atti a garantire almeno un'inversione in qualsiasi condizione di emergenza (black-out elettrico, ecc., si veda anche la Figura 3). La pompa della centralina è sempre in marcia per la movimentazione dei cilindri o per il mantenimento degli accumulatori: nei periodi restanti, l'olio viene rimandato in centralina mediante valvola di sfioro (funzionante come valvola di massima e di ricircolo). La ricarica degli accumulatori viene effettuata su richiesta dei pressostati di bassa (80 bar) o bassissima (75 bar) pressione, fino al valore di alta pressione (100 bar). Il serbatoio della centralina è diviso in due metà (ciascuna a sua volta divisa da setti in due settori, aspirazione e ritorno) per ragioni di sicurezza e per consentire la manutenzione senza necessità di fermo impianto.

Le sequenze di inversione possibili per l'impianto sono riassumibili in (si veda anche la Figura 2):

- 1) sequenza 1° inversione con marcia a gas miscelato (da modo M1 a M2)
- 2) sequenza 2° inversione con marcia a gas miscelato (da modo M2 a M1)
- 3) sequenza 1° inversione con marcia a gas coke (da modo C1 a C2)
- 4) sequenza 2° inversione con marcia a gas coke (da modo C2 a C1)
- 5) sequenza inversione da marcia a gas miscelato (M1) a marcia a gas coke (C2)
- 6) sequenza inversione da marcia a gas coke (C2) a marcia a gas miscelato (M1)
- 7) sequenza inversione da marcia a gas miscelato (M2) a marcia a gas coke (C1)
- 8) sequenza inversione da marcia a gas coke (C1) a marcia a gas miscelato (M2)

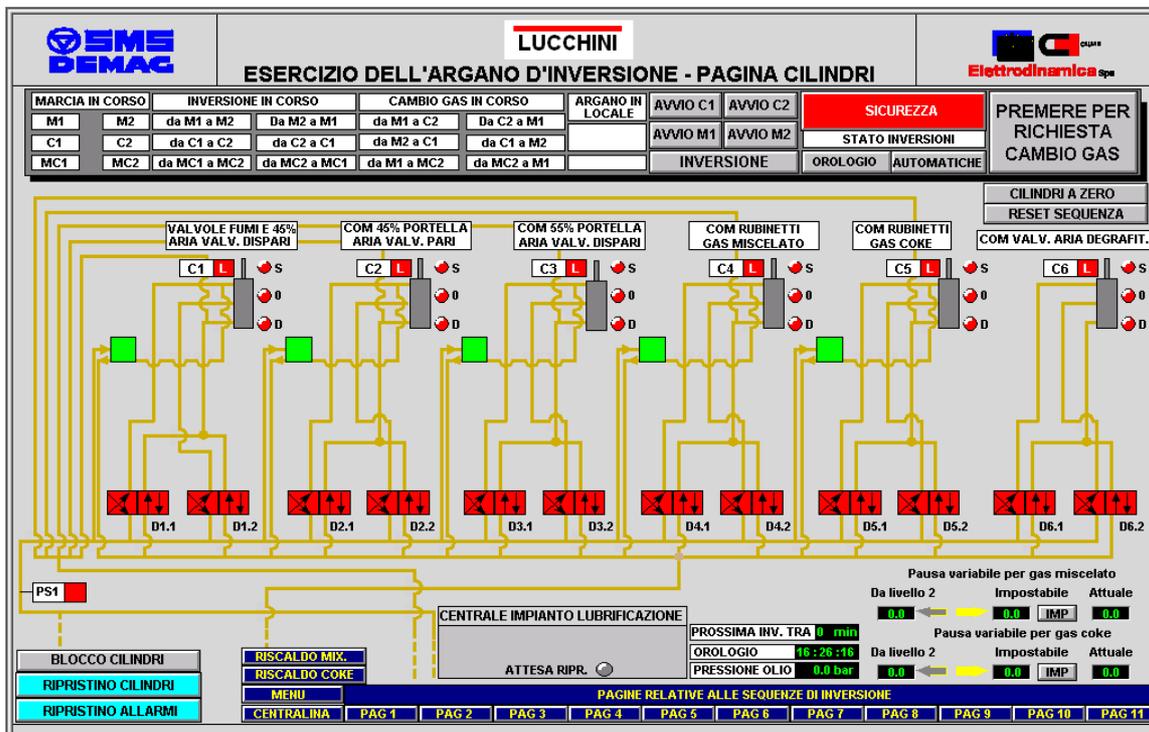
Ciascuna sequenza è caratterizzata da una serie di operazioni in successione predefinita. In particolare nella nuova batteria 45 forni, lo sblocco di cilindri è previsto avvenga mediante eccitazione dei rispettivi solenoidi di comando, posizionamento dei rubinetti gas miscelato e/o gas coke con attesa del consenso dei finecorsa e dei laser di controllo della posizione della valvola, posizionamento delle portelle aria e delle valvole fumi e delle valvole degrafitaggio, blocco cilindri per diseccitazione solenoidi.

Non è possibile effettuare l'inversione da gas miscelato a gas coke dalla configurazione M1 alla configurazione C1 e dalla configurazione M2 alla configurazione C2 e viceversa: ciò per evitare il rischio di formazione di miscele aria-gas potenzialmente esplosive nei rigeneratori.

In tali condizioni, la configurazione della macchina a partire dalla quale verrebbe fatta l'inversione sarebbe tale da non lasciare tempo adeguato per il lavaggio dei rigeneratori e dei piedritti, con pericolo di formazione di miscele aria-gas e combustione non voluta in quella sezione. D'altra parte, entrambe le sequenze darebbero luogo ad una modalità di riscaldamento con raddoppio del tempo di funzionamento delle sezioni interessate, con creazione di scompensi termici sulla batteria. Analogamente, entrambe le sequenze inverse (da C1 a M1 e da C2 a M2) darebbero luogo a scompensi termici, poiché si raddoppierebbe il tempo di lavoro con aria nei rigeneratori.

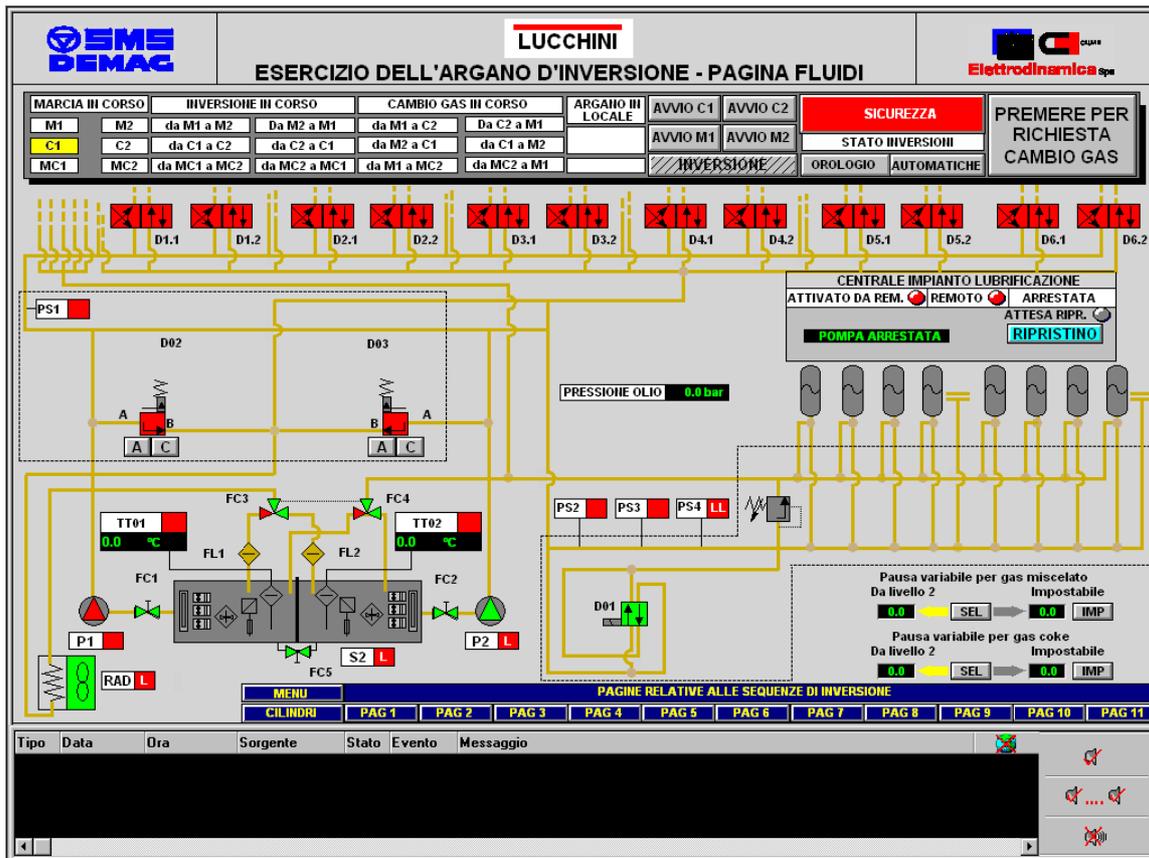
L'inibizione di tali sequenze è impedita via SW dal sinottico di controllo dell'impianto, e non previste né permesse dal relativo PLC di gestione. Nel caso in cui si volessero fare manualmente, la sequenza di azioni necessarie al riposizionamento dei cilindri (chiusura manuale di tutti i rubinetti) e la manovre delle valvole richiederebbe materialmente un tempo tale da consentire di fatto la bonifica dei rigeneratori, senza quindi pericolo di formazione di miscele potenzialmente esplosive nei rigeneratori (punto 12 §14 prot. 7441).

Figura 2: Pagina cilindri di gestione argano inversione 45F.



Un minuto prima dell'inizio dell'inversione è azionata una sirena d'allarme nelle gallerie di servizio. Il suono della sirena è ripetuto immediatamente prima di ogni movimentazione dei cilindri.

Figura 3: Pagina fluidi di gestione argano inversione 45F.



Batteria 27F. Il sistema di inversione della batteria 27F è gestito in automatico da un PLC che controlla i parametri di conduzione e provvede alle attuazioni previste nella sequenza di inversione. Altre condizioni di funzionamento dell'impianto vedono:

- 1) manuale: il sistema controlla parametri di sicurezza quali pressione gas, stato centralina oleodinamica inversione (temperatura e pressione olio, stato serbatoio), segnalando i vari allarmi. Una qualsiasi manovra può essere fatta solo con intervento dell'operatore. In caso di mancanza del gas al collettore, il sistema chiude l'afflusso ai forni;
- 2) manuale con PLC fault: il sistema non controlla alcun parametro, se è presente tensione ausiliaria e la centralina oleodinamica è in pressione, è possibile far eseguire le manovre con intervento sul quadro di controllo manuale (selettore C in manuale, selettore H e pulsante 1);
- 3) emergenza 1° livello: PLC in fault, mancanza tensione ausiliaria, centralina in pressione, se presente tensione di comando delle elettrovalvole, è possibile avere le attuazioni necessarie per intervento manuale operatore (eccitazione teleruttori ausiliari di interfaccia);
- 4) emergenza 2° livello: PLC in fault, mancanza totale tensione, centralina in pressione. Le attuazioni necessarie possono essere fatte solo con intervento manuale operatore (eccitazione elettrovalvole);
- 5) emergenza 3° livello: PLC in fault, mancanza totale tensione, centralina non in pressione. Si procede all'utilizzazione della pompa manuale sulla centralina oleodinamica e/o al polmone di emergenza per la ripressurizzazione del sistema; successivamente si procede, sempre manualmente, all'eccitazione delle elettrovalvole.

In condizioni standard di funzionamento (automatico), il sistema monitora in continuo i parametri di sicurezza e 4 sec. prima dell'inversione segnalazioni acustiche (cicala) in galleria ed in sala controllo (buzzer) indicano l'avvio della sequenza d'inversione. A tal punto, da sequenza viene

chiuso il tampone, memorizzata la richiesta di chiusura gas ed eccitato il teleruttore che comanda l'elettrovalvola di chiusura gas.

Durante la fase di chiusura, il sistema controlla le posizioni assunte dai fine corsa, e se nell'intervallo preimpostato il sistema non raggiunge le posizioni prefissate si ha un allarme sonoro (buzzer) e visivo (led di segnalazioni anomalie). Se non intervengono anomalie, il sistema verifica le esatte posizioni delle barre (fumi e gas) memorizzando l'avvenuta chiusura gas. Si avrà la segnalazione di gas chiuso e macchina in fase "metà inversione", con inizio temporizzazione di pausa prima dell'inversione fumi.

Trascorso tale tempo, il sistema parte con la richiesta di inversione fumi, dopo aver memorizzato tale impulso, verifica la posizione attuale della barra dei fumi. A valle di questa verifica, parte lo scambio dei pistoni fumi, con eccitazione del teleruttore di comando (durata 3 sec.) dell'elettrovalvola interessata. Durante la fase di inversione fumi, il sistema controlla le posizioni assunte dai fine corsa se nell'intervallo preimpostato il sistema non raggiunge le posizioni prefissate si ha un allarme sonoro (buzzer) e visivo (led di segnalazioni anomalie).

Se non intervengono anomalie, il sistema verifica l'esatta posizione della barra (fumi), controllando quanto memorizzato in precedenza per riscontrare se effettivamente si è avuta l'inversione, memorizzando la nuova posizione (sequenza con esito positivo).

Il sistema a questo punto controlla che i parametri necessari per la riapertura gas siano tutti presenti (pressione gas in condotta, pressione olio in centrale, nessuna anomalia registrata su posizioni barre di comando) e, in assenza di anomalie, parte il comando di apertura gas, con eccitazione dei teleruttori di comando delle elettrovalvole interessate.

Durante la fase di apertura, il sistema controlla le posizioni assunte dai fine corsa se nell'intervallo preimpostato il sistema non raggiunge le posizioni prefissate si ha un allarme sonoro (buzzer) e visivo (led di segnalazioni anomalie). In assenza di anomalie, il sistema verifica l'esatta posizione delle barre (fumi e gas) memorizzando l'avvenuta apertura del gas. Si avrà la segnalazione di gas aperto al forno di pertinenza e la riapertura del tampone comandata dal relativo teleruttore.

Il sistema ritorna in stato di attesa di un nuovo comando. La manovra si intende perfettamente speculare per le due fasi di forni a gas.

Il funzionamento del sistema viene posto in manuale quando:

- ✓ vi sono ragioni valide per ritardare l'inversione;
- ✓ si devono fare manovre di inversione ripetute a breve tempo (esecuzione di prove e tarature);
- ✓ si vuole mettere in condizione di sicurezza (gas chiuso) la macchina;
- ✓ si vuole chiudere immediatamente il gas;
- ✓ è necessario eseguire manovre e/o manutenzione a componenti della macchina senza che la stessa esegua nessuna manovra, mantenendo comunque il controllo dei parametri di sicurezza;
- ✓ di devono riprendere le fasi di una sequenza di inversione, interrotte da una mancanza di alimentazione alla macchina;
- ✓ si vogliono effettuare prove di funzionalità e verifiche di funzionamento.

In tali condizioni, il passaggio da una fase alla successiva della sequenza di inversione viene cadenzato dall'azione degli operatori sui corrispondenti pulsanti di comando interfacciati al PLC, di fatto by-passando la temporizzazione in automatico fra le varie operazioni, ovvero riprendendo le operazioni da un preciso istante di una sequenza interrotta in precedenza.

Manuale con PLC in fault

Nel caso in cui il PLC dovesse andare in FAULT (condizione di non operatività) rimanendo comunque perfettamente funzionante tutto il resto dell'apparecchiatura (tensione di alimentazione), si possono eseguire le manovre di inversione in locale, tramite il selettore (H).

Il sistema non controllerà nessun parametro, il tampone risulterà chiuso (non operativo). Il selettore (H) ha sei posizioni precisamente identificate, di seguito descritte.

- Pos.1 = chiude gas alla posizione 106-107
Pos.2 = inverte fumi dalla posizione 107 alla posizione 106
Pos.3 = apre gas alla posizione 107
Pos.I = chiude gas alla posizione 106-107
Pos.II = inverte fumi dalla posizione 106 alla posizione 107
Pos.III = apre gas alla posizione 106

Prima di eseguire una qualunque manovra in condizione di “MANUALE CON PLC IN FAULT” è necessario verificare visivamente la reale posizione delle barre di comando gas e fumi in ogni fase della sequenza di azioni effettuate tramite il selettore H. L’attuazione del comando corrispondente alla posizione del selettore si ha, dopo aver impostato la posizione del selettore stesso, premendo per 2÷3 sec. il pulsante (I). Ogni manovra dovrà essere intervallata da un tempo di attesa di 20 sec.

Funzionamento in “emergenza I, II, III livello”

Il sistema di inversione, sempre con PLC in fault, e vari livelli di indisponibilità tensione alimentazione e pressione centralina, è gestibile in locale manualmente, con intervento degli operatori per l’eccitazione manuale dei teleruttori di comando delle elettrovalvole, attivazione degli accumulatori idraulici, utilizzazione della pompa manuale di pressurizzazione del circuito, ecc. Il completamento di ogni manovra della sequenza dovrà comunque essere controllato visivamente prima dell’effettuazione dell’operazione successiva (posizione barre di comando gas e fumi, ecc.).

L’impianto oleodinamico è asservito a due gruppi motopompa, uno in esercizio e uno in riserva. Se la pompa in esercizio non garantisce più la pressione necessaria al normale funzionamento dell’impianto si dovrà procedere ad inserire la pompa di riserva. La sequenza da adottare per la sostituzione è la seguente:

- 1) fermare la pompa in marcia tramite il pulsante (L);
- 2) aprire la valvola di aspirazione della pompa di riserva;
- 3) Posizionare il selettore di scelta pompa e fare le previste manovre oleodinamiche;
- 4) Mettere in marcia la pompa ex “stand-by”;
- 5) Verificare funzionalità elettriche e oleodinamiche del nuovo gruppo.

Se i fine corsa, posti sotto i contrappesi linea gas mix e gas cok di riscaldamento, non risultano efficienti al controllo, la macchina non esegue la manovra di chiusura gas, sia in modalità operativa manuale che in automatico. L’integrità dei finecorsa e dell’intero sistema di contrappeso ha la priorità sulle manovre. La rottura di una corda verrà segnalata dal lampeggio contemporaneo di una serie di led in sala controllo. Al verificarsi di questa eventualità, è necessario ispezionare i contrappesi o eventualmente i fine corsa interessati.

Dall’esame del PLC del gruppo, è comunque possibile individuare il fine corsa interessato dall’anomalia, da risolvere nel più breve tempo possibile, dato che va a impedire la messa in sicurezza (1/2 inversione) per mancanza gas.

Fluidi di processo sistema di riscaldamento

Gas COK. La linea gas coke parte dalla guardia idraulica esistente di derivazione dalla rete di stabilimento e finisce ai rubinetti comandati dal sistema di inversione.

È costituita da una tubazione DN500 che si sdoppia nelle gallerie di servizio della batteria in due rami DN 400 per alimentare i rubinetti posti nelle gallerie lato coke e lato macchina sfornatrice. La linea ha i seguenti equipaggiamenti:

- n. 1 riscaldatore
- n. 3 valvole motorizzate di by-pass del riscaldatore
- n. 1 valvola di intercettazione a comando oleodinamico
- n. 2 valvole di regolazione a comando oleodinamico

- n. 2 valvole di intercettazione a comando pneumatico
- n. 1 valvola di intercettazione iniezione azoto a comando pneumatico
- n. 1 valvola di intercettazione iniezione vapore a comando pneumatico
- n. 1 valvola di intercettazione vapore al riscaldatore a comando pneumatico.

Su tale collettore è presente uno stacco DN 300 che va fino alla stazione di miscelazione. Tale linea ha valvola di intercettazione a comando oleodinamico (tempo d'intervento 5 sec.) ed una valvola di regolazione sempre a comando oleodinamico.

Gas AFO. La linea parte dalla guardia idraulica esistente di derivazione della rete di stabilimento e va fino alla stazione di miscela: è costituita da una tubazione DN1000 ed è dotata di valvola di regolazione.

Gas miscelato. La linea parte dalla stazione di miscela e finisce ai rubinetti (n. 23 per la batteria 45F) comandati dal sistema di inversione, è costituita da una tubazione DN 1000 e da una DN 900 nel tratto finale. La linea ha i seguenti equipaggiamenti:

- n. 1 riscaldatore
- n. 3 valvole motorizzate di by-pass del riscaldatore
- n. 1 valvola di intercettazione a comando oleodinamico (tempo d'intervento 5 sec.)
- n. 1 valvola di regolazione a comando oleodinamico
- n. 1 valvola di intercettazione a comando pneumatico (tempo d'intervento 2 sec.)
- n. 1 valvola di intercettazione iniezione azoto a comando pneumatico (10 sec.)
- n. 1 valvola di intercettazione iniezione vapore a comando pneumatico
- n. 1 valvola di intercettazione vapore al riscaldatore a comando pneumatico.

Aria comburente. La linea parte dal locale ventilatori e finisce nelle gallerie di servizio. Sia lato macchina che lato coke si ha una canale di ventilazione di dimensioni opportune. Le linee sono equipaggiate con filtri ad olio, serrande ad azionamento elettrico, silenziatori lato aspirazione, ventilatori assiali, silenziatori lato mandata e serrande di regolazione manuali.

Linea fumi. Inizia a valle del valvolone fumi con il tratto di canale fumi interrato, parallelo alla batteria, e termina al camino. È equipaggiata con serrande di regolazione, ventilatore centrifugo a velocità variabile, serranda di intercettazione a comando oleodinamico.

Esercizio sistema di riscaldamento

Sono previsti tre differenti marce per la batteria (punto 60 §14 Prot. 7441):

- 1) marcia a gas miscelato
- 2) marcia a gas coke
- 3) marcia mista (gas miscelato e coke insieme).

Quest'ultima modalità di marcia si utilizza solo in occasione delle manutenzioni dei rigeneratori, e ha come presupposto la predisposizione, effettuata manualmente, della batteria a tale marcia. Stante l'estrema occasionalità di tale tipo di marcia, omette nella successiva descrizione.

Quando programmato, il passaggio a marcia mista viene effettuata durante la 1° inversione con marcia a gas miscelato. La conversione da marcia mista a marcia a gas miscelato viene effettuata durante la 2° inversione con marcia mista.

In fase di riscaldamento, la valvola d'intercettazione della linea gas non utilizzata alla batteria è chiusa. Per prevenire una bassa pressione in tale tubazione, col rischio di ingresso indesiderato d'aria nella stessa, si inietta azoto e si mantiene la pressione nel range previsto d'esercizio. L'iniezione di azoto si effettua nella linea gas COK con marcia a gas miscelato, e nella linea gas miscelato con marcia a

gas COK (punto 13 §14 prot. 7441). L'esercizio delle valvole di pressurizzazione azoto, in fase di cambio gas, permette il mantenimento di un valore di pressione fra 200 e 1500 Pa e prevede:

- 1) passaggio da gas miscelato a gas COK: si chiudono le valvole azoto sulla linea gas COK prima dell'apertura della valvola d'intercettazione gas COK, e si aprono quelle relative alla linea gas miscelato dopo la chiusura della relativa valvola d'intercettazione;
- 2) passaggio da gas COK a gas miscelato: si chiudono le valvole azoto sulla linea gas miscelato prima dell'apertura della valvola d'intercettazione gas miscelato, e si aprono quelle relative alla linea gas COK dopo la chiusura della relativa valvola d'intercettazione.

La linea azoto inizia dallo stacco dalla rete azoto di stabilimento e termina:

- ✓ nel bariletto (n° 2 ingressi in corrispondenza delle testate);
- ✓ nella tubazione gas miscelato a valle della valvola di blocco;
- ✓ nella tubazione gas coke a valle della valvola di blocco.

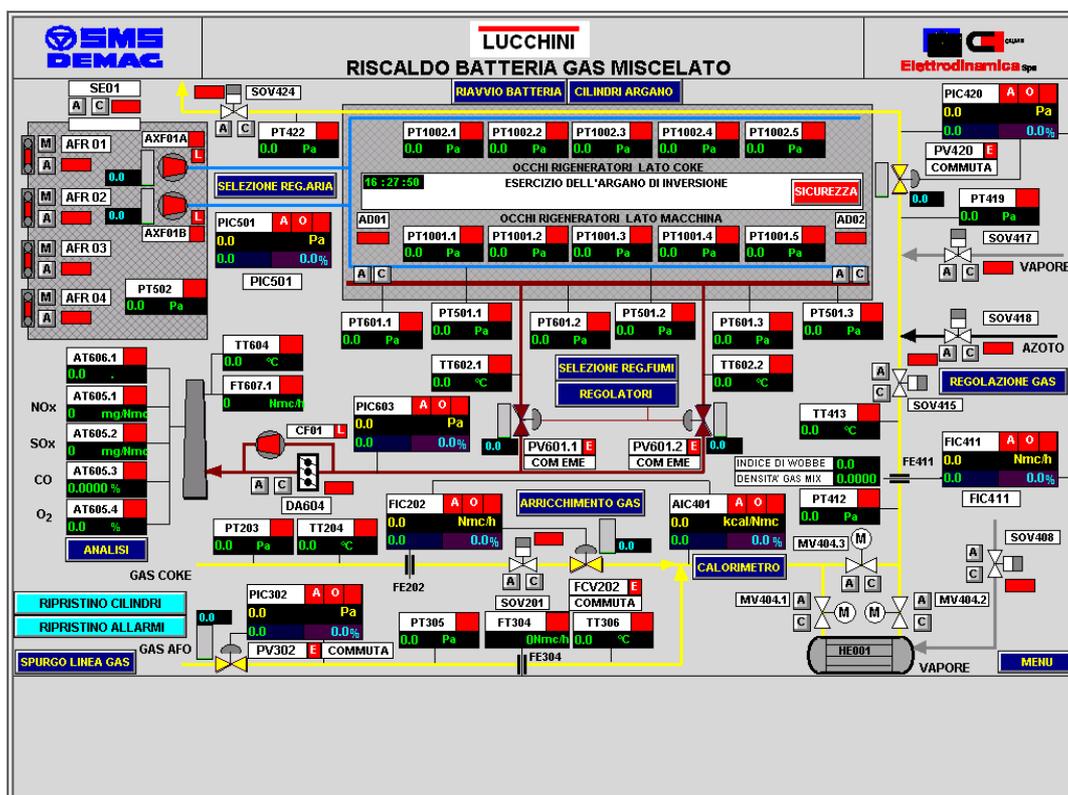
E' costituita da una tubazione DN 50, con pressione di rete di 6 bar.

Marcia a gas miscelato

Durante la fase di riscaldamento (M1 o M2) il gas miscelato viene alimentato ai rigeneratori, a pressione e portata costanti, mantenute mediante valvola regolatrice, previo riscaldamento a 50÷60 °C nello scambiatore di calore, alimentato a vapore e dotato di controllo della temperatura, per evitare formazione di condense.

Il gas miscelato è formato nella stazione di miscela mediante aggiunta di gas COK al gas AFO. Durante la marcia a gas miscelato, la valvola di intercettazione del gas COK è chiusa. La miscelazione si basa sulla differenza di pressione nei collettori gas COK (3.900 ÷ 4.000 Pa) e gas AFO (2500 Pa). La pressione del gas AFO è ridotta dalla pressione di rete (4.000 Pa) alla pressione d'esercizio da una valvola. La portata di gas AFO prevista è di $\cong 37.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$. La portata di gas coke nominale è di $2.800 \text{ Nm}^3/\text{h}$ ed è regolata, in funzione del potere calorifico del gas miscelato, da apposita valvola, sulla base dei parametri di arricchimento impostati (si veda la Figura 4).

Figura 4: Pagina di gestione riscaldamento gas mix batteria 45F.



Durante la marcia a gas miscelato, la valvola d'intercettazione della linea gas COK alla batteria è chiusa. Per prevenire una bassa pressione nella tubazione gas COK, col rischio di ingresso indesiderato d'aria nella stessa tubazione, si inietta azoto e si mantiene la pressione nel range previsto d'esercizio.

L'arricchimento gas viene stabilito percentualmente, sulla base della portata di gas AFO, successivamente corretto in maggiorazione o riduzione mediante un regolatore che si basa sulla misura di PCI inviata dal calorimetro, fornendo un'uscita variabile tra +100% e -100%, che interviene nel calcolo di portata opportunamente ri-scalata.

L'aria comburente è inviata nelle gallerie previa filtrazione: nel caso di intasamento dei filtri ad olio, (con depressione nel locale ventilatori < -1000 Pa), si apre in automatico la serranda di esclusione dei filtri. I fumi sono evacuati mediante aspirazione dal condotto fumi, la cui depressione è regolata dal ventilatore a velocità variabile fumi, e da serrande di regolazione. Il loop di regolazione mantiene una depressione di -300 Pa, con temperatura fumi nel range $220\div 280$ °C.

Un minuto prima dell'inizio e uno dopo la fine dell'inversione è azionata una sirena d'allarme nelle gallerie di servizio. Durante l'inversione, le valvole di regolazione gas miscelato restano bloccate nell'ultima posizione, mentre la valvola intercettazione gas COK resta chiusa per tutta la durata dell'inversione, e viene riaperta ad un tempo prefissato (in funzione dell'avvenuta stabilizzazione delle pressioni) ad inversione terminata, per evitare trafile di gas da una rete all'altra.

Ad inversione ultimata, con ritardi prefissati, la valvola di regolazione gas miscelato viene sbloccata e va in regolazione automatica (tempo prefissato funzione della stabilizzazione delle pressioni), la valvola gas AFO entra in regolazione automatica, e la valvola gas COK entra in regolazione automatica (dopo stabilizzazione pressione gas AFO e riapertura valvola intercettazione gas COK).

La valvola intercettazione vapore resta chiusa per tutta la durata dell'inversione, mentre la portata d'aria comburente è ridotta in automatico dal loop di regolazione. Analogamente la velocità del ventilatore fumi è ridotta ed il loop di regolazione è bloccato; nella prima fase le serrande fumi sono portate ad un valore prefissato in chiusura tale da mantenere una depressione nel canale fumi vicino al set-point, nella seconda fase le serrande sono riportate in apertura alla posizione originaria, e viene sbloccato il loop di regolazione che controlla la depressione a monte.

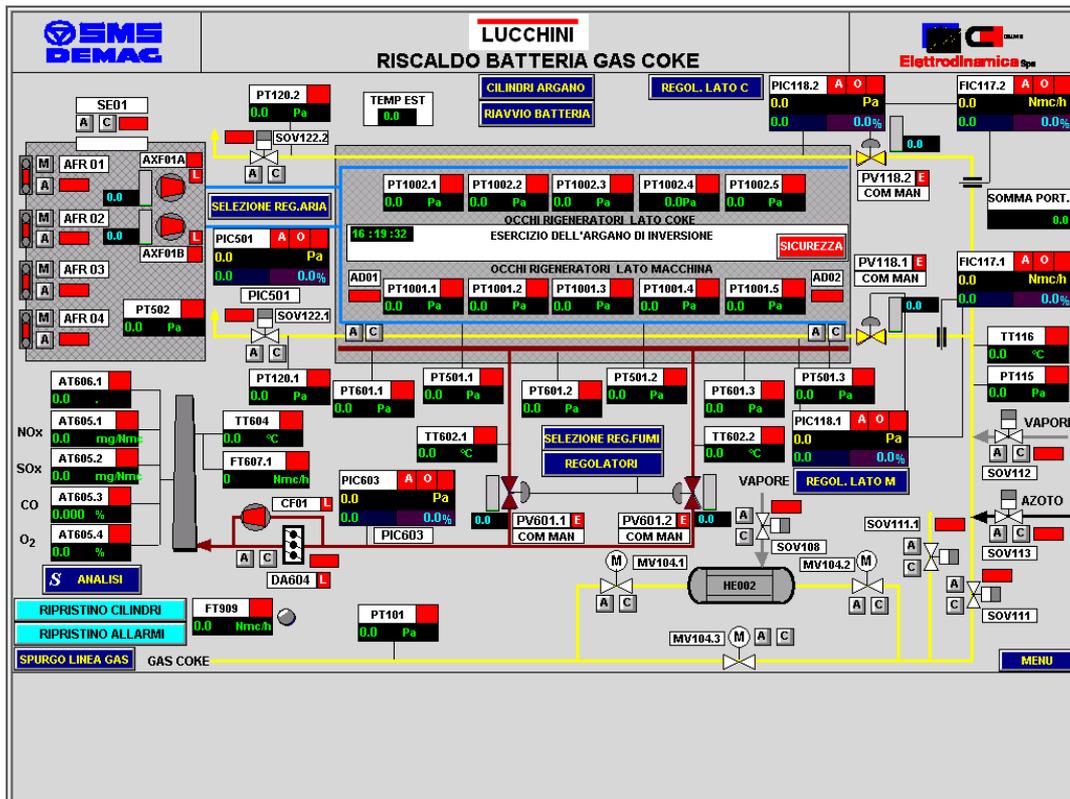
Marcia a gas coke

Durante la fase di riscaldamento (C1 o C2) il gas viene alimentato ai bruciatori, con pressione e portata mantenute costanti nel range d'esercizio tramite valvole regolatrici, con riscaldamento gas a ~ 60 °C nello scambiatore alimentato a vapore, e set di temperatura mantenuto da valvola termoregolatrice.

Durante la marcia a gas COK la valvola di intercettazione del gas miscelato è chiusa. Per evitare ingressi d'aria nella tubazione del gas miscelato, si inietta nella stessa azoto, che provvede a mantenere la tubazione in pressione e a non fare trafile aria. Anche la valvola d'intercettazione dell'alimentazione della stazione di miscela resta sempre chiusa. La gestione dell'aria comburente e dell'evacuazione fumi sono analoghe al caso marcia a gas miscelato, con depressione nel canale fumi di -250 Pa e temperatura fumi nel range $250\div 340$ °C.

Durante l'inversione le valvole di regolazione del gas COK restano bloccate nell'ultima posizione, fino ad un tempo prefissato dalla fine inversione, successivamente sono sbloccate e vanno in regolazione automatica. La valvola intercettazione vapore resta chiusa durante tutta la fase di inversione, mentre la gestione dell'aria comburente e dell'evacuazione fumi sono analoghe al caso marcia con gas miscelato (si veda anche la Figura 5).

Figura 5: Pagina di gestione riscaldamento gas cok batteria 45F.



Fase di sfornamento e di spegnimento

Lo sfornamento del coke distillato avviene con l'ausilio di macchine sfornatrici; queste sono dotate di struttura portante e calcolate per contenere gli sforzi che si generano quando l'asta sfornatrice esercita sul salmone del coke la spinta necessaria alla sua fuoriuscita dalla cella.

La sfornatrice è appoggiata su quattro bilici di traslazione composti ognuno da due ruote a gola, quattro delle quali sono motrici, le macchine sfornatrici scorrono su rotaie.

Queste macchine eseguono l'apertura e la chiusura delle porte dei forni, lo sfornamento del coke distillato fino alla completa fuoriuscita dalla cella e lo spianamento del fossile durante il caricamento. L'operazione di spianamento consiste nel livellare le punte del fossile che si creano durante la caduta del carbone nella cella (questo per garantire il passaggio del gas verso il bariletto evitando che i forni possano andare in pressione). L'asta viene introdotta attraverso una portella detta di spianamento esistente sulla parte alta delle porte stesse.

Contrapposte alla sfornatrice operano le macchine guida coke che eseguono l'apertura e la richiusura delle porte dei forni sull'altro lato della batteria, il posizionamento di una gabbia che viene abboccata sulla base del forno facilitando l'uscita del salmone del coke oltre a guidarlo lateralmente nel carro coke. Le macchine sfornatrici e guida coke sono in parte corredate con attrezzature automatiche per la pulizia delle porte e dei telai dei forni.

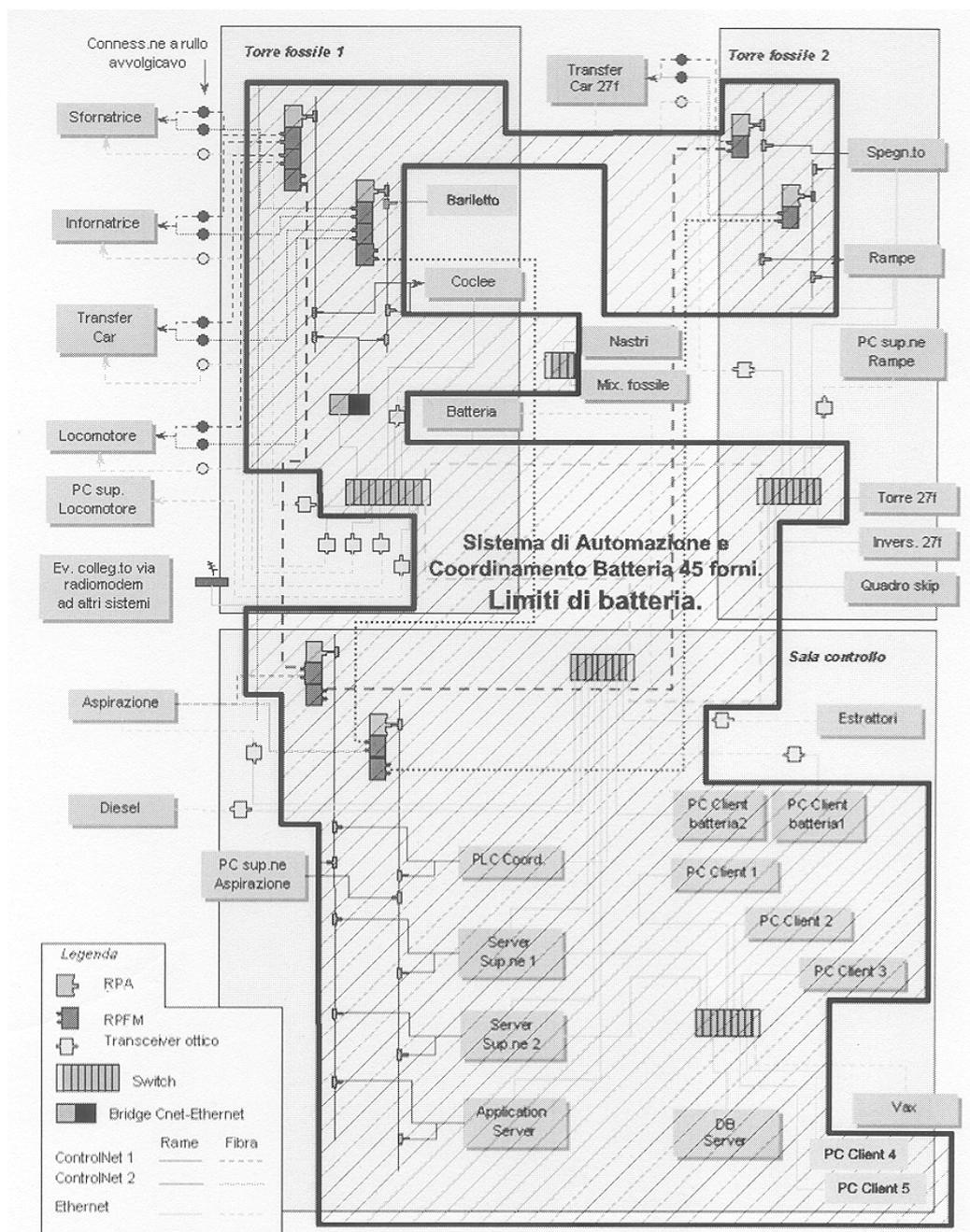
Al momento dello scarico, il coke, entrando in contatto con l'aria e trovandosi ad una temperatura superiore ai 1000°C, inizia a bruciare; il carro ferroviario, mosso da un locomotore elettrico, effettua il trasporto sotto la torre di spegnimento, dove il coke viene investito, per un tempo programmato, da getti di acqua. Successivamente il carro trasporta e scarica il coke, mediante l'apertura di appositi portelli, in uno scivolo predisposto per l'evacuazione dello stesso su nastri trasportatori verso la frantumazione e vagliatura.

Sistema di automazione e coordinamento SW/HW

Il Sistema di Automazione e Coordinamento si collega ai sistemi di automazione della batteria 45F e delle macchine di servizio attraverso una struttura di rete così organizzata (si veda la Figura 6):

- ✓ I PLC della batteria, delle macchine e degli impianti di servizio sono Rockwell Control Logix, eccetto alcuni PLC esistenti (spegnimento, ecc.) che sono GE.
- ✓ Rete ControlNet ridondante di campo e interconnessione tra i PLC, sulla quale sono scambiati i segnali di interblocco necessari ad assicurare la sicurezza delle operazioni.
- ✓ Rete di supervisione Ethernet, a cui sono collegati i PLC (sia Rockwell che GE), i Server di Supervisione Centrale (Simatic IT Management Console and Historian) e i Server di Supervisione locali delle singole macchine.
- ✓ Rete Ethernet di stabilimento, a cui sono collegati i Server di Supervisione Centrale, i Client di Supervisione e il Calcolatore di Area Ghisa (VAX).

Figura 6: Configurazione reti sistema automazione e coordinamento.



Il sistema di Automazione e Coordinamento della batteria 45F è così organizzato:

- ✓ Ogni macchina / impianto di servizio alla batteria ha il proprio PLC e il proprio Server di Supervisione locale.
- ✓ I PLC sono connessi tra loro attraverso una rete ControlNet, attraverso la quale si scambiano gli interblocchi di sicurezza.
- ✓ I PLC e i Server di Supervisione sono connessi tra loro attraverso una rete Ethernet attraverso la quale sono scambiate le informazioni per effettuare la Supervisione.
- ✓ Alla rete ControlNet è inoltre collegato un PLC che effettua il coordinamento delle varie macchine.
- ✓ Alla rete Ethernet sono collegati i Server di Supervisione Centrali (2 Server in backup caldo), che consentono di effettuare la supervisione di tutte le macchine dalla sala di controllo centrale della batteria.

I Server di Supervisione Centrale hanno un Real Time Data Base (RTDB), che è l'unione di tutti i RTDB residenti sui server di supervisione locali delle varie macchine. Lo scambio dati del Sistema di Ottimizzazione e Coordinamento con l'automazione di base è effettuato (lettura e scrittura di tag) attraverso il RTDB installato sul Server di Supervisione Centrale, nel seguito indicato anche come "RTDB centrale".

Produzione gas grezzo

Il gas coke grezzo prodotto nei forni, attraverso “tubi di sviluppo” viene convogliato al “bariletto”. Il bariletto consiste essenzialmente in un cilindro posto sulla sommità della batteria lato macchina e parallelo alla stessa. Esso è composto da una parte cilindrica, la parte superiore piatta ed quella inferiore circolare, e da due testate. Dal bariletto, mediante una tubazione DN 1600 dotata di valvola di regolazione a comando oleodinamico, il gas viene convogliato al “mammellone”, e da questo all’impianto sottoprodotti.

Per la batteria 45F, la larghezza è di 1,76 m e l’altezza di 1,57 m, la lunghezza totale è circa 60,2 m. Lungo il bariletto sono previsti gli stacchi per:

- ✓ n° 45 tubi di sviluppo
- ✓ n° 4 fiaccole d’emergenza
- ✓ n° 1 tubazione di aspirazione del gas coke grezzo
- ✓ n° 23 ugelli per lavaggio bariletto con acqua ammoniacale A.P. (35 bar)
- ✓ n° 11 ugelli per nebulizzazione con acqua ammoniacale B.P. (4 bar)
- ✓ n° 22 fori di ispezione
- ✓ n° 2 ingressi delle condense gas miscelato e coke.

Su ognuna delle due testate sono previsti gli stacchi per:

- ✓ n° 1 ingresso acqua ammoniacale B.P.
- ✓ n° 1 ingresso acqua ammoniacale A.P.
- ✓ n° 1 ingresso vapore
- ✓ n° 1 ingresso azoto.

Su ciascun tubo di sviluppo sono posti:

- ✓ n° 1 valvola di intercettazione a tenuta idraulica (gamella) con comando oleodinamico
- ✓ n° 1 valvola di connessione con l’ambiente esterno a comando oleodinamico
- ✓ n° 1 ugello per iniezione acqua ammoniacale B.P.
- ✓ n° 1 ugello per iniezione acqua ammoniacale A.P. (carica a recupero).

Nella batteria 27F, in maniera del tutto analoga, si hanno gli stessi dispositivi, con (punto 46 §14 Prot. 7441):

- ✓ n° 27 tubi di sviluppo
- ✓ n° 2 fiaccole d'emergenza.

Le fiaccole d'emergenza, per emergenze sul trattamento gas, ovvero in caso di blocco del sistema di estrazione gas, scaricano in atmosfera il gas coke grezzo combusto. Nella batteria 45F, delle quattro fiaccole installate, due sono in grado di smaltire l'intera produzione prevista di gas coke grezzo. Sono costituite da una tubazione DN 820. L'intervento delle fiaccole si ha su allarme di alta pressione bariletto. Gli equipaggiamenti per ogni linea sono:

- ✓ n° 1 valvola di intercettazione (gamella) a tenuta idraulica con comando oleodinamico
- ✓ n° 1 fiamma pilota.

Il carbon fossile non rientra nelle sostanze classificate nell'Allegato I del D. Lgs. n. 334/99, mentre il gas di cokeria rientra nell'elenco delle sostanze considerate (voce 124 dell'Allegato III del DPR n. 175/88, richiamato dalla nota 1 Parte 2 Allegato I del D. Lgs. n. 334/99).

3) TRATTAMENTO GAS E SOTTOPRODOTTI

Il gas coke grezzo proveniente dalle batterie subisce il trattamento per la depurazione delle impurità nell'impianto sottoprodotti di cokeria, costituito da due circuiti di trattamento tra loro fortemente interconnessi, quello relativo al gas e quello relativo ai prodotti condensabili che vengono trascinati dal gas stesso in uscita dai forni di distillazione.

Il P & I generale dell'impianto sottoprodotti è riportato nella Tavola 1 in Allegato B1.2.1.3.

Circuito condensabili

Il gas, in uscita dalla cella di distillazione ad una temperatura di 400÷500°C, e tutti i prodotti della distillazione, sotto forma di vapore, convogliati nel bariletto, sono investiti da spruzzi di acqua ammoniacale a circuito chiuso che li raffreddano sino ad una temperatura di ~80 °C; l'abbassamento di temperatura provoca la condensazione del catrame.

Dal bariletto, i gas e i condensati vengono convogliati, attraverso una tubazione comune, fino ad un piccolo deposito chiamato "mammellone", dove, a causa della notevole differenza di peso specifico tra i fluidi presenti, i condensati si depositano sul fondo, e sono inviati, per gravità, all'impianto di decantazione dove avviene la separazione del catrame dall'acqua. Nella parte esterna si raccoglie l'acqua di ricircolo da inviare ai bariletti.

Fluidi di processo ed esercizio del bariletto

Il sinottico di gestione dei fluidi di processo del bariletto per la batteria 45F è riportato nella seguente Figura 7.

Acqua ammoniacale a bassa pressione

La linea acqua ammoniacale a bassa pressione (BP) inizia dall'anello acqua ammoniacale esistente (con pressione 5 bar) e termina negli appositi ugelli posti sui tubi di sviluppo, al bariletto e alle gamelle delle fiaccole d'emergenza. Parallelamente al bariletto la linea è collegata tramite raccordi alla linea acqua ammoniacale BP d'emergenza, in modo da consentire l'esclusione di tratti di tubazione, per manutenzione, senza interrompere il flusso d'acqua totale. Equipaggiamenti in linea:

- ✓ n° 1 valvola di intercettazione a comando pneumatico
- ✓ n° 1 valvola di intercettazione per ogni tubo di sviluppo a comando meccanico.

Acqua ammoniacale a bassa pressione d'emergenza

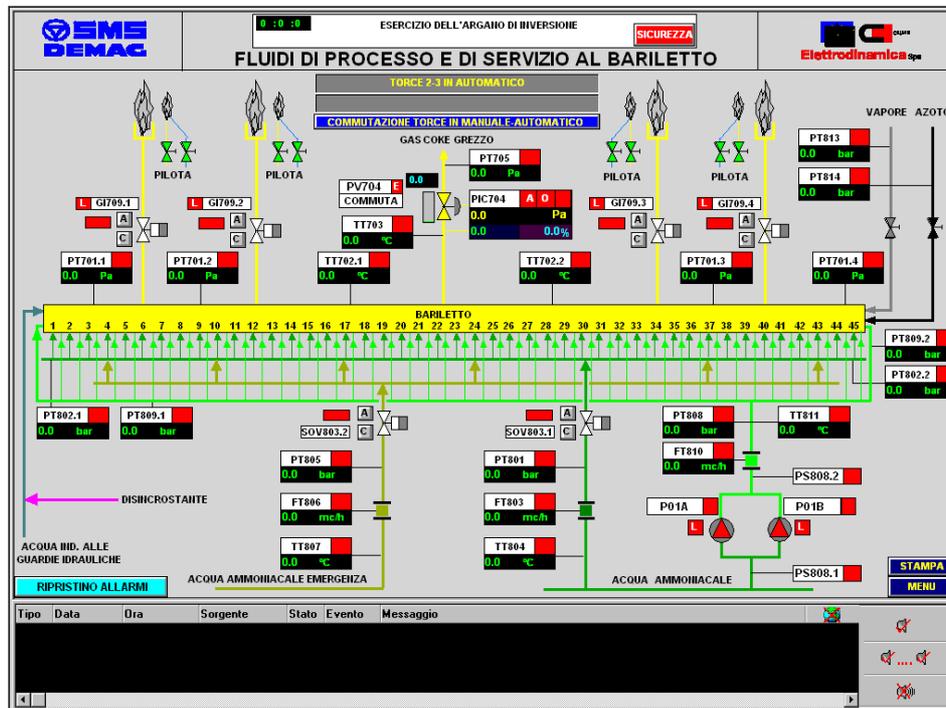
La linea inizia dall'esistente tubazione collegata alla pompa diesel d'emergenza e termina nella tubazione parallela alla tubazione dell'acqua ammoniacale BP, a essa connessa tramite raccordi.

La linea è dotata di n° 1 valvola di intercettazione a comando pneumatico.

Acqua ammoniacale ad alta pressione

La linea acqua ammoniacale ad alta pressione inizia dall'anello acqua ammoniacale a BP esistente e termina negli appositi ugelli posti sui tubi di sviluppo, e tramite due valvole di sfioro sulle testate del bariletto. La linea è equipaggiata con n° 2 elettropompe AP, di cui una in stand-by.

Figura 7: Fluidi di processo e di servizio bariletto 45F.



Esercizio bariletto

La pressione nei forni deve sempre restare a valori positivi ed essere superiore alla pressione esistente nei piedritti. Alla sommità dei piedritti, dove sono posti i fori di ispezione, la pressione del sistema di riscaldamento, deve essere 0 ± 20 Pa. Il gas coke grezzo in uscita dai forni è convogliato al bariletto tramite i tubi di sviluppo. Nei tubi di sviluppo, la temperatura massima del gas è di ~ 800 °C, e la pressione di $140 \div 180$ Pa.

Per garantire i corretti livelli di pressione nei forni, al bariletto la pressione è mantenuta costante tramite un loop di regolazione agente su una valvola regolatrice. Nel mammellone, a valle della suddetta valvola di regolazione, la pressione generata dagli esaustori dell'impianto sottoprodotti deve restare il più possibile costante, con variazioni massime accettabili di non più di ± 500 Pa.

Il gas coke grezzo è raffreddato tramite iniezioni di acqua ammoniacale a bassa pressione (4 bar). La temperatura nel bariletto è mantenuta a $80 \div 85$ °C, max. 100 °C. Nel caso la temperatura nel bariletto tendesse a salire oltre il limite, è prevista la possibilità di iniezione di acqua ammoniacale a BP supplementare, direttamente nel bariletto, tramite l'apertura di valvole manuali.

Durante la fase di riscaldamento il tubo di sviluppo opera con la valvola (*gamella*) di separazione tra forno e bariletto aperta e la valvola di connessione all'atmosfera (*cappello*) chiusa.

Quest'ultima ha una tenuta idraulica garantita da un flusso continuo di acqua industriale, additivata con sostanze disincrostanti. L'overflow della tenuta è raccolto da una apposita canale che lo convoglia alla fogna.

L'afflusso di acqua ammoniacale al tubo di sviluppo, tramite apposito stacco, garantisce la tenuta idraulica del giunto di dilatazione presente sul tubo stesso. Il troppo pieno della tenuta è convogliato al bariletto.

L'acqua ammoniacale per il raffreddamento del gas coke grezzo è iniettata nei tubi di sviluppo tramite un apposito ugello. La portata complessiva dell'acqua BP è di ~260 m³/h. Anche questa acqua di raffreddamento è raccolta nel bariletto.

Durante la fase di carica del forno, per consentire la messa in depressione del forno stesso, e quindi ridurre drasticamente l'emissione di polvere dalle bocchette di carica, si attiva sul tubo di sviluppo corrispondente, la "carica a recupero". In altre parole, tramite un apposito ugello, si inietta acqua ad alta pressione (30 ÷ 35 bar, 60 m³/h) che opera come un eiettore aspirando i gas e l'aria dal forno in carica ed inviandoli nel bariletto. L'apertura del rubinetto dell'acqua ad alta pressione è fatta manualmente dalla caricatrice.

Terminata la fase di riscaldamento il coke è pronto ad essere sfornato. Durante la fase di sfornamento, si provvede ad isolare il forno dal bariletto, chiudendo la valvola di intercettazione posta sul corrispondente tubo di sviluppo (gamella). La tenuta idraulica della gamella, quando questa è in posizione di chiusura, è data dall'acqua ammoniacale a BP alimentata tramite l'ugello di raffreddamento. L'overflow continua ad essere inviato al bariletto.

L'operazione di isolamento del forno deve essere effettuata non prima di 20 minuti dallo sfornamento. Isolato il forno, la sequenza provvede all'immediata apertura del cappello del tubo di sviluppo per connettere il forno in fase di svuotamento con l'atmosfera.

Terminato lo sfornamento, si provvede a richiudere il cappello del tubo di sviluppo e a riconnettere il forno col bariletto per l'operazione di carica. Tutte queste operazioni sono effettuate normalmente dalla macchina caricatrice.

Nella tubazione di aspirazione è posta la valvola di regolazione della pressione nel bariletto. Questa valvola, di particolare concezione, consente il passaggio dell'acqua ammoniacale raccolta nel bariletto ed inviata al mammellone. La tubazione ha un'inclinazione nella direzione del mammellone.

Trattamento catrame e ecologico

I reflui catramosi dopo essere stati separati dal gas nel mammellone, confluiscono inizialmente in un preseparatore, in cui un raschiatore rimuove il polverino, successivamente in un tamburo rotante a maglie d'acciaio per trattenere ulteriori particelle ed infine sono immessi da un piatto diffusore in una serie di decantatori (n. 2 decantatori STILL da 400 m³ per la 27F ed un decantatore OTTO da 450 m³ per la 45F) dove il catrame si deposita mentre le acque chiarificate sfiorano e confluiscono in un cassone di pompaggio. I decantatori sono gestiti attraverso una serie di rubinetti di sfioro che permettono di impostare il punto di lavoro di ciascuno e la massima quantità di catrame depositabile sul fondo conico di ciascuno di essi (normalmente 50 m³, al max. 100 m³).

Il polverino proveniente dal preseparatore e dal silo è trattato nell'impianto melme catramose dove è macinato per essere riutilizzato in miscela con il fossile nella carica dei forni.

Dal cassone le acque sono ripompe al bariletto per il riutilizzo nel raffreddamento del gas, tuttavia vi è sempre un eccesso di acqua derivante dall'umidità del fossile che sfiora dal cassone di pompaggio e viene avviata al trattamento nell'impianto ecologico prima dello scarico in fognatura.

Il catrame che viene separato nel decantatore è convogliato a un pozzino di produzione e quindi pompato ad un silo, dove avviene un'ulteriore decantazione e una riduzione dell'umidità mediante riscaldamento moderato a circa 70 °C.

Il catrame può essere quindi inviato, mediante un gruppo di pompaggio (pompe MORGAN) ai serbatoi polmone adiacenti o al serbatoio da 1800 ton presso la banchina di spedizione ("Serbatoio

Marina”), collegato allo stoccaggio cokeria mediante tubazione DN150 coibentata e scaldata con vapore. Il serbatoio da 1800 ton è dotato di bacino di contenimento, mentre per i serbatoi polmone in zona batterie è in fase di studio la realizzazione di un analogo sistema di protezione.

I serbatoi vengono mantenuti tutti a pressione atmosferica, dispongono di indicatore di livello a stadia, non sono rivestiti di materiale coibentante e il loro riscaldamento, a circa 70°C, avviene mediante serpentine di vapore interne al mantello. Il catrame viene venduto all'esterno (autocisterna, ferro-cisterna, nave).

Le acque eccedenti del cassone di pompaggio oltre il 70% del pieno sono stoccate in un deposito funzionale in attesa di essere trattate nell'impianto ecologico, quindi vanno in altri due depositi di decantazione e poi fatte passare attraverso dei filtri a sabbia per trattenere le residue particelle di catrame; il catrame che viene spillato dal fondo del deposito funzionale e dagli altri due depositi funzionali viene inviato al trattamento nel decantatore del catrame.

Le acque passano in un silo a carboni attivi in cui avviene il defenolaggio e la riduzione dei cianuri; i carboni attivi vengono rigenerati a 800 °C in un fornello a metano dotato di un postcombustore. L'acqua in uscita dal defenolaggio va allo stripping dell'ammoniaca realizzato mediante aggiunta di sodio carbonato e stripping con vapore in controcorrente dell'ammoniaca libera che viene bruciata a 1150 °C in un forno alimentato a gas coke.

Circuito gas

Il gas recuperato dal “mammellone”, avendo temperatura troppo elevata per il normale esercizio, viene inviato ad un successivo impianto di refrigerazione costituito da due torri refrigeranti, dove per lavaggio in controcorrente, la temperatura viene ridotta a ~16÷22 °C. Tale ulteriore abbassamento di temperatura, provoca la condensazione dei residui di composti che si trovano sotto forma di vapore, con conseguente ulteriore contrazione del volume.

Il gas in uscita dalle torri di refrigerazione trascina con sé particelle di catrame che vengono captate da filtri elettrostatici (2 su 3 sono operanti a regime). I filtri lavorano in parallelo e contribuiscono a separare le particelle più fini di nebbie catramose, che vengono raccolte in pozzini di decantazione e quindi inviate ai separatori di catrame della cokeria.

A valle degli elettrofiltri sono collocati gli estrattori, ovvero dei compressori centrifughi azionati da motori elettrici, che assicurano il flusso di gas dalle batterie fino alla sezione sottoprodotti e quindi alla rete di distribuzione gas ed alle varie utenze.

Il catrame eliminato dal gas viene inviato ai separatori catrame. Eventuali impurità residue sono raccolte prima e dopo gli estrattori in appositi contenitori a guardia idraulica, per gravità convogliate in un serbatoio e, a mezzo pompe, inviate ai separatori catrame.

In relazione al ciclo di trattamento gas e sottoprodotti, complessivamente, oltre all'impianto di depurazione del gas da naftalina, ed al nuovo sistema per il controllo del tenore di NO_x e per l'abbattimento dell'H₂S contenuti nella fase gassosa da trattare e di ossidi solfiti contenuti nello spurgo scaricato dalla sezione di lavaggio fumi, è previsto, un sistema di desaturazione dei gas combustibili, ottenuto per riscaldamento dei gas saturi a spese dell'energia disponibile con i gas in uscita dal forno. Il nuovo impianto si compone di tre parti principali: (a) ossidazione termica, (b) lavaggio gas, (c) ossidazione solfiti.

Ossidazione termica

L'impianto permette la completa ossidazione termica della corrente gassosa proveniente dallo stripping con vapore delle acque ammoniacali e di supero bariletto.

L'unità pre-esistente è costituita da due forni dotati di bruciatore a tiraggio forzato. L'aria di combustione necessaria viene fornita da un ventilatore ed inviata al bruciatore. I prodotti della

combustione vengono quindi immessi in una camera di post-combustione orizzontale, dove vengono mantenuti alla temperatura di ossidazione termica prevista per un tempo di permanenza di almeno 2 sec.

I fumi in uscita dalla camera di post-combustione sono inviati ad una sezione di recupero calore costituita da uno scambiatore fumi/fumi e da componenti ausiliari. I fumi quindi sono convogliati alla sezione d'abbattimento dell'anidride solforosa con soda caustica.

L'impianto così come modificato consente la riduzione di NO_x nei fumi mediante iniezione di urea. La temperatura di ossidazione termica in camera di combustione è regolata al valore ottimale controllando l'area di combustione. È previsto uno scambiatore di riserva per permettere operazioni di manutenzione senza l'arresto dell'impianto.

Le principali modifiche realizzate sull'impianto sono:

- modifica del forno di ossidazione termica sì da renderlo idoneo alla combustione dell'ammoniaca ed allo stesso tempo, a controllare il tenore di NO_x nei fumi di combustione;
- inserimento di un sistema di stoccaggio e dosaggio dell'urea sufficiente ad assicurare una autonomia di circa due settimane;
- raffreddamento dei gas da trattare tramite surriscaldamento dei gas trattati.

Lavaggio gas

La sezione lavaggio gas di combustione è costituita da due apparecchiature principali:

- saturatore della corrente di gas trattare
- colonna di rimozione SO_2 ed apparecchiature annesse.

Il raffreddamento e la saturazione del gas è ottenuta per contatto diretto con soluzione sodica alla base della colonna di assorbimento dell'anidride solforosa. Il gas uscente dalla sezione è saturo e parzialmente desolfurato. La soluzione di soda caustica al 50% viene prelevata da un serbatoio in acciaio al carbonio riscaldato e coibentato, avente capacità tale da garantire due settimane di autonomia al carico nominale dell'impianto.

Ossidazione solfiti

Un sistema di ossidazione batch permette di ossidare il solfito di sodio a solfato (prodotto non tossico) nella soluzione esausta proveniente dai lavatori SO_x .

Lavaggio e strippaggio ammoniacca

L'impianto, in fase di rewamping, consente il trattamento dell'intera portata di gas di cokeria prodotto dalle batterie, ed è costituito dagli esistenti n. 4 lavatori ammoniacca OTTO, serbatoi, chiller, filtri, pompe, valvole e tubazioni di collegamento alla colonna di distillazione ammoniacca, oltre a condensatore e tubazioni di ricircolo del fluido di refrigerazione gas.

Allo stato attuale, il complesso impiantistico sottoprodotti vede già installate ma non ancora operanti (non essendo completo il ciclo di trattamento) le unità DeSO_x , DeNO_x , e l'unità di denaftalinaggio, mentre le unità di lavaggio e di strippaggio dell'ammoniaca sono in fase di installazione (tempo previsto per il completamento della fornitura SIRTEC NIGI 8 mesi). In merito alla sezione di defenolaggio, allo stato attuale è in corso un intervento di rewamping, con rifacimento del forno di rigenerazione (punto 15 e punto 16 §14 prot. 7441).

Il rifacimento dei circuiti di lavaggio dell'ammoniaca comprende essenzialmente la fornitura di un nuovo sistema di raffreddamento tramite scambiatori di calore a piastre e la fornitura di un circuito secondario di acqua refrigerata attraverso un chiller. A completamento di ciò sono fornite le pompe

di alimentazione dei circuiti e tutte le strumentazioni necessarie al controllo del processo e funzionamento delle apparecchiature.

I circuiti sono essenzialmente composti da:

Circuito di raffreddamento

- ❑ N. 1 Stazione di pompaggio, 1 pompa in servizio + 1 in stand-by
- ❑ N. 3 Scambiatori di calore a piastre,
- ❑ N. 6 Valvole automatiche di controllo
- ❑ N. 1 Sistema di dosaggio battericida
- ❑ N. 1 Filtro per acqua di processo

Circuito acqua refrigerata

- ❑ N. 1 Refrigeratore (chiller)
- ❑ N. 1 Stazione di pompaggio, 1 pompa in servizio +1 in stand-by
- ❑ N. 1 Autoclave

Descrizione funzionale

Controllo portata acqua demi: l'ingresso dell'acqua demineralizzata nelle torri di lavaggio 1° stadio sarà gestito da un gruppo di controllo e regolazione portata (valvola regolazione pneumatica, trasmettitore di portata, con ridondanza valvola a flusso avviato manuale gestibile utilizzando la misura di portata disponibile da strumento).

Controllo livello serbatoio di accumulo: l'alimentazione dei distillatori e delle torri di lavaggio 2° stadio sarà gestita da un gruppo di controllo e regolazione portata (valvola regolazione pneumatica, trasmettitore di livello acqua nella vasca, con ridondanza valvola a flusso avviato manuale gestibile utilizzando la misura di livello disponibile da strumento).

Sistema di dosaggio battericida: il dosaggio di battericida nel flusso di refrigerante agli scambiatori (secondario) è gestito mediante serbatoio di accumulo e pompa dosatrice, con gestione del livello del serbatoio che blocca la pompa dosatrice.

Pompe alimentazione circuito primario: il sistema è costituito da n. 2 pompe centrifughe (n. 1 in esercizio + n. 1 in stand-by) che alimentano gli scambiatori a piastre, controllate con interruttore di livello montato sul distillatore OTTO DS01. In caso di fermata della pompa in esercizio per ragioni indipendenti dal livello di liquido nel serbatoio, la partenza della pompa in stand-by avviene in automatico, dopo segnalazione di allarme.

Pompe alimentazione circuito acqua refrigerata: l'alimentazione degli scambiatori a piastre con acqua refrigerata è gestita da n. 2 pompe centrifughe (n. 1 in esercizio + n. 1 in stand-by), controllate con interruttore di livello montato sul distillatore OTTO DS01. In caso di fermata della pompa in esercizio per ragioni indipendenti dal livello di liquido nel serbatoio, la partenza della pompa in stand-by avviene in automatico, dopo segnalazione di allarme.

Controllo portata acqua di processo: sulla linea di mandata dell'acqua di processo è prevista l'installazione di un gruppo di controllo e regolazione portata (valvola regolazione pneumatica, n. 2 trasmettitori di portata, con ridondanza valvola a flusso avviato manuale gestibile utilizzando la misura di portata disponibile da strumento).

Controllo portata acqua di mare: sulla linea d'alimentazione acqua di mare del secondario dello scambiatore a piastre, sarà inserito un gruppo di controllo e regolazione portata (valvola regolazione pneumatica, trasmettitore di temperatura acqua in uscita dallo scambiatore, con ridondanza valvola a flusso avviato manuale gestibile utilizzando la misura di temperatura disponibile da strumento).

Controllo livello distillatori: l'alimentazione dei distillatori sarà dotata di un gruppo di controllo livello con sistema di sfioro (valvola regolazione pneumatica, trasmettitore di livello, con ridondanza valvola a flusso avviato manuale gestibile utilizzando la misura di livello disponibile da strumento).

Sistema di supervisione

Il sistema di supervisione dell'impianto realizzerà le funzioni principali di:

- ✓ supervisione e monitoraggio d'impianto e di processo per le unità comprese nei limiti di batteria (attraverso sinottici completi delle informazioni relative a stato delle macchine e dell'impianto);
- ✓ supervisione e monitoraggio della colonna doppia, realizzando ed aggiornando in ambiente Cube le pagine attualmente operative su piattaforma Freelance;
- ✓ supervisione e monitoraggio di tutti gli impianti in area sottoprodotti realizzati (separatori catrame, refrigeranti primari, lavatori ammoniaci, distillazione ammoniacale, denaftalinaggio, forno di combustione ammoniacale, DeSOx e DeNOx), integrando i relativi sistemi di supervisione;
- ✓ controllo del processo: invio dei comandi di avvio sequenze, impostazione set-point, modi di conduzione manuale/semiautomatico/automatico, parametri di configurazione delle regolazioni, invio comandi di marcia/arresto;
- ✓ interfacciamento con gli altri sistemi di automazione,
- ✓ gestione consensi ed interblocchi, e diagnostica;
- ✓ emissione di allarmi e messaggi di log (con gestione di priorità, riconoscimento ecc.);
- ✓ archiviazione dei messaggi di allarme e log, archiviazione dei dati storici (variabili analogiche e parte delle digitali);
- ✓ visualizzazione di trend (per storico andamenti, ecc.).

Verranno quindi integrati i sistemi di supervisione esistenti (separatori catrame, refrigeranti, ecc.), in modo tale che risulti possibile monitorare e controllare tutti gli impianti in area sottoprodotti da varie postazioni oltre che dalla sala controllo impianto.

Tutti gli interblocchi di sicurezza ed i comandi locali che debbano essere disponibili anche in condizioni di emergenza saranno realizzati a livello hardware (indipendenti cioè dal PLC).

Lista degli allarmi

Il sistema di controllo della sezione di trattamento dell'ammoniaca, a valle dell'intervento di rewamping sarà dotato dei seguenti allarmi:

- ✓ *portata ingresso acqua demineralizzata, non corretta*
- ✓ *livello acqua di processo in vasca non corretta*
- ✓ *portata acqua di processo non corretta*
- ✓ *basso livello serbatoio biocida*
- ✓ *motor time-out alarm (mancata partenza di un motore)*
- ✓ *errata posizione valvola (automatiche)*
- ✓ *basso livello distillatore*
- ✓ *bassa pressione mandata pompe processo*
- ✓ *alta temperatura acqua in uscita da scambiatori*

Per la tipologia ed i quantitativi di sostanze prodotte e/o trattate, nell'area sottoprodotti, fra le sostanze classificate nell'Allegato I del D. Lgs. n. 334/99, vanno considerate il gas di cokeria ed il catrame (che rientrano nell'elenco delle sostanze considerate, Allegato I Parte 2 D. Lgs. n. 334/99).

1.B.1.2.1.4 Altoforno (AFO)

L'altoforno è un impianto che trasforma il minerale di ferro in ghisa. Gli elementi che contribuiscono alla produzione della ghisa sono:

- **Coke metallurgico**, il cui carbonio ha la doppia funzione di agire come combustibile e di ridurre gli ossidi di ferro a ferro metallico.

- **Pellets**, minerali di ferro agglomerati con leganti opportuni (bentonite).
- **“Vento caldo”**, ovvero l’aria arricchita di ossigeno riscaldata che determina la combustione.
- **Minerale calibrato**.
- **Polverino di fossile**.

Gli elementi in uscita dall’altoforno sono:

- **Ghisa liquida** che introdotta in appositi contenitori isolati (carri siluro), viene inviata alla macchina a colare per la produzione di pani di ghisa o viene trasportata in Acciaieria per la sua trasformazione in acciaio (nei convertitori LD).
- **Loppa liquida** che viene raffreddata con un sistema di granulazione in acqua ed usata per la produzione del cemento (conferimento all’esterno come materia prima seconda).
- **Gas di altoforno** risultato della combustione e delle reazioni chimiche nel forno, che sebbene a basso potere calorifico (circa 800 kCal/Nm³), ha pur sempre un contenuto energetico apprezzabile, tale da giustificare lo sfruttamento in varie utenze di stabilimento.
- **Polverino di minerale di ferro e coke**, trascinato dal gas in uscita dal forno e separato prima con un sistema a secco nella sacca a polvere, poi con un sistema di lavaggio a umido.

L’altoforno vero e proprio è costituito da un involucro di acciaio rivestito internamente da materiale refrattario. Anche tutte le strutture esterne principali e di servizio sono o in cemento armato o in struttura in acciaio. Vi si distinguono le seguenti zone, procedendo dall’alto verso il basso:

1. le tubazioni di uscita del gas
2. la bocca di carico
3. il tino
4. il ventre
5. la sacca
6. il crogiolo.

Dalla bocca sono introdotti tutti gli elementi solidi, mentre al di sopra, apposite tubazioni consentono l’uscita del gas residuo della combustione. Nel tino e nel ventre avvengono le reazioni chimiche ed inizia la fusione del ferro che si raccoglie nel crogiolo, sotto forma di ghisa.

Nella zona della sacca viene introdotta l’aria di combustione (“vento caldo”), attraverso una serie di ugelli detti “tubiere” uniformemente distribuiti sulla circonferenza, ed in essa si completa il processo di fusione. Da un apposito foro nella parte bassa del crogiolo viene prelevata la ghisa e la loppa. Il foro di colata è dotato di macchina a forare, macchina a tappare, gru a bandiera per la movimentazione delle piastre paraschizzi e per la manutenzione delle macchine. La ghisa viene spillata ad intervalli regolari e, mediante canali in refrattario, travasata in appositi carri “siluro” che la trasportano su rotaie ai luoghi di utilizzo (acciaieria e macchina a colare).

I principali dati tecnici che caratterizzano l’altoforno AFO/4 dello stabilimento di Piombino sono:

| | |
|------------------------------|-----------------------|
| Produzione Annuale | 2.400.000 ton |
| Produzione media giornaliera | ~6200 ton |
| Numero colate giornaliere | 6 ÷ 9 |
| Diametro crogiolo | 11,65 m |
| Diametro ventre | 13,24 m |
| Diametro bocca | 8,7 m |
| Altezza utile (*) | 24,58 m ³ |
| Volume utile (**) | 2173 m ³ |
| Raffreddamento tubiere | Acqua demineralizzata |

| | |
|-----------------------------|----------------------------|
| Tipo bocca | Paul-Wurth |
| Contropressione | 2-2.5 bar |
| Consumo coke | 380 kg/ton |
| Consumo fossile | 1405 kg/ton |
| Consumo coketto | 40 kg/ton |
| Numero delle tubiere | 30 |
| Altezza piano tubiere | 12 m |
| Altezza piano bocca | 43 m |
| Altezza cappelli uscita | ≈ 97 m |
| Volume utile del crogiolo | 626 m ³ |
| Temperatura uscita gas | 150 °C |
| Temperatura max vento | 1250 °C |
| Portata max del vento | 310.000 Nm ³ /h |
| Produzione specifica di gas | 460.000 Nm ³ /h |
| Fori di colata | n. 2 |
| Canale di colata | n. 2 |
| macchina a tappare | n. 2 |
| macchina a forare | n. 2 |

(*): altezza fra stock-line ed asse tubiere

(**): volume compreso fra stock-line ed asse tubiere con muratura integra

Principali dati di progetto e funzionamento:

Cowpers (dati di progetto)

| | |
|---|----------------------|
| Temperatura vento caldo al toro: | 1250 °C |
| Temperatura massima alla cupola: | 1540 °C |
| Diametro interno pozzo combustione: | 4.2 m |
| Diametro interno camera impilaggio: | 8,5 m |
| Altezza impilaggio: | 30,9 m |
| Superficie di riscaldamento (per cowper): | 56685 m ² |

Impianto di Raffreddamento

Circuito Cassette di Raffreddamento

| | |
|--------------------------------|---------------|
| N° cassette di raffreddamento: | 1624 |
| Carico termico massimo: | 34.075 MCal/h |

Circuito Tubiere

| | |
|--------------------------------|-------------------------|
| Portata acqua totale: | 1.900 m ³ /h |
| Carico termico massimo: | 11.400.000 kCal/h |
| N° pompe di spinta: | 3 (2 in marcia) |
| Pressione collettore mandata : | 6 ÷ 8 bar |
| Pressione camere anteriori: | 12 ÷ 13 bar |

Circuito Valvole Vento Caldo

| | |
|-------------------------------|-----------------------|
| Portata acqua totale: | 350 m ³ /h |
| Carico termico massimo: | 4.000.000 kCal/h |
| Pressione collettore mandata: | 3 bar |

Macinazione

| | |
|--|-----------|
| Capacità silo fossile grezzo: | 250 ton |
| Portata max nastro alimentaz. tramoggia: | 100 ton/h |
| Portata massima nastro pesatore: | 35 ton/h |

| | |
|-------------------------------------|------------------|
| Potenzialità mulino: | 42 ton/h (umido) |
| N° celle filtro di processo: | 12 |
| N° maniche per cella: | 36 |
| Portata max trasporto a Torre P.W.: | 35 ton/h |

Iniezione

| | |
|---|--|
| Silo S1: | |
| Volume: | 400 m ³ |
| Capacità massima: | 220 ton |
| Pressione: | atmosferica |
| Temperatura materiale: | 40 ÷ 50 °C |
| Silo S2: | |
| Volume: | 21 m ³ |
| Capacità massima: | 12 ton |
| Pressione: | da 1 a 8,5 bar (a seconda del trasferimento) |
| Silo S3: | |
| Volume: | 41 m ³ |
| Capacità massima : | 30 ton |
| Pressione : | 8 ÷ 8,5 bar |
| Tempo di trasferimento S1-S2: | 3 min |
| Peso di S2 a richiamo trasferim. S2-S3: | 10,8 ton |
| Peso di S3 a richiamo trasferim. S2-S3: | 16,8 ton |
| Tempo di trasferimento S2-S3: | 8 min |
| Potenzialità globale impianto: | 42 ton/h |
| Pressione linea iniezione: | 3 ÷ 5 bar |
| Portata massima singola linea: | 1.800 kg/h |
| Portata esercizio singola linea: | 1.000 kg/h |

Alla bocca del forno sono situate delle piastre di usura in acciaio per proteggerne la corazza dall'azione meccanica abrasiva della discesa carica; dietro tali piastre si trova un riempimento in materiale refrattario. Sul duomo sono presenti tre branchetti nei quali scorrono le sonde meccaniche di livello della carica (operanti 2 su 3).

Poste a 90° e posizionate in modo da rimanere sopra la carica, ci sono quattro sonde fisse capaci di rilevare la temperatura ed effettuare l'analisi gas (CO, CO₂, H₂) radialmente su 6 punti ciascuna. Nella zona sottostante alle piastre di usura si trovano mattoni refrattari di due diverse tipologie: lato interno forno, a diretto contatto con la carica, mattoni ad alto carburo di silicio (SiC) per massimizzare la resistenza all'usura, mentre lato corazza si utilizza della chamotte.

Sotto tale zona inizia la parte raffreddata da file di cassette di raffreddamento su 45 livelli totali (Alto Tino da A-45 a A-38; Medio tino da M-37 a M-31; Basso Tino da B-30 a B-21; Ventre da V-20 a V-12; Sacca da S-11 a S-01): il numero di cassette per fila è variabile in funzione del calore da asportare e va da un minimo di 30 ad un massimo di 60 nella zona della sacca.

Le cassette sono costruite in rame, con una banda in acciaio per la saldatura sulla corazza, e sono di tre diverse tipologie per quanto riguarda il flusso dell'acqua al loro interno, differenziandosi per numero di passaggi e percorso. Anche la penetrazione all'interno della corazza può variare fra min. 500 e max. 640 mm; un lamierino di rame è frapposto tra corpo cassetta e grafite per facilitarne un'eventuale estrazione.

La zona di soffiaggio vento è situata sotto la sacca: qui si trovano gli ugelli di soffiaggio (30) chiamati tubiere e costruite in rame. Ogni tubiera è munita di due camere separate (anteriore e posteriore) raffreddate ad acqua e di una cassa a vento. La cassa a vento è un condotto in rame a forma conica che avvolge la tubiera con lo scopo di raffreddarla asportando calore, poiché dentro di essa, e secondo un percorso ben preciso delimitato dalle pareti stesse della cassa e da opportuni divisori interni, fluisce dell'acqua con tale scopo.

Il crogiolo è invece raffreddato da un velo continuo di acqua di mare; le sue pareti interne sono costituite da due strati, il più interno in semigrafite ed il più esterno in grafite: nell'intercapedine tra i due strati si trova un anello che funge da collegamento termico.

Il sistema di raffreddamento del fondo è costituito da un sistema di tubi raffreddati ad aria forzata.

Il forno è dotato di una strumentazione all'avanguardia comprendente: *profilometro* (fornisce il profilo della carica presente in forno), *in-burden probe* (2 sonde, situate sotto il livello di carica, per rilevare temperatura e composizione del gas che fluisce all'interno della carica), *skin flow* (termocoppie che misurano temperatura del gas nella zona periferica), *prese di pressione* (su 8 livelli) e *termocoppie* sul crogiolo (199).

Principio generale di funzionamento dell'altoforno

L'altoforno dello stabilimento è del tipo "soffiato" con carica costituita da minerale, carbone e fondenti opportunamente proporzionati.

La carica, effettuata dalla parte superiore scende, riscaldandosi e trasformandosi per effetto della corrente gassosa che sale. Tale corrente è prodotta dalla combustione del carbonio, ed eventualmente di altri elementi combustibili, in una limitata regione adiacente agli ugelli. Questi immettono aria in corrispondenza di una sezione appena sopra il crogiolo, nel quale si raccolgono i prodotti della fusione (la zona di combustione è quella in cui si raggiungono le max. temperature).

La quasi totalità del calore necessario allo svolgersi del processo (essenzialmente calorie per il riscaldamento di tutti i materiali fino alle massime temperature, calorie di fusione, calorie assorbite dalle reazioni endotermiche) è fornita (generalmente) dalla combustione del carbone.

L'altoforno è dotato di un sistema di raffreddamento ad acqua articolato in quattro circuiti separati per il controllo della temperatura nel mantello, nel crogiolo, nella tubazione vento caldo e nelle valvole vento caldo. La circolazione dell'acqua nei circuiti di raffreddamento del mantello e del crogiolo è garantita da doppia pompa elettrica su doppio anello: in caso di disservizio elettrico, il corretto funzionamento dell'impianto è garantito da pompe diesel d'emergenza. La gestione dell'impianto prevede procedure di controllo, sia delle pompe elettriche che di quelle diesel di emergenza, con cadenza settimanale. La rete di raffreddamento tubazioni vento caldo è dotata di sistema di emergenza di alimentazione a caduta naturale.

La corrente gassosa ascensionale all'interno dell'altoforno, ha una duplice azione sulla carica; (1) essa cede alla carica il suo calore sensibile, raffreddandosi progressivamente e lasciando il forno ad una temperatura molto bassa; inoltre, (2) i gas contenuti nella corrente ascendente esercitano un'azione chimica sui diversi costituenti della carica, contribuendo alla sua trasformazione.

I gas in uscita, trascinano notevoli quantità di polveri e sono sottoposti ad un processo di depurazione a secco, prima nella sacca a polvere e successivamente ad umido, nelle torri di lavaggio, con acqua industriale.

Nell'altoforno di Piombino è previsto l'ingresso, assieme all'aria, di piccole percentuali di ossigeno (2÷3 %) al fine di aumentare la temperatura di combustione, favorendo la combustione del fossile caricato. L'ossigeno viene aggiunto a freddo, a monte dei cowpers, dove viene preriscaldato fino ad una temperatura di circa 1250°C.

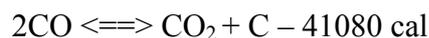
Sulla base dell'andamento della temperatura l'altoforno può essere suddiviso schematicamente in zone, in ciascuna delle quali prevalgono i seguenti fenomeni:

1° Zona: dalla bocca a 400 °C

In questa prima zona si ha essenzialmente l'essiccamento del materiale caricato; i gas alla bocca hanno generalmente una temperatura tra i 150 e 300 °C e il loro calore non viene recuperato.

2° Zona: temperatura da 400 a 800 °C

In tale zona ha luogo innanzitutto la deposizione di carbonio piroforico, in seguito alla dissociazione del CO, secondo la reazione:



che si ammette catalizzata dal minerale di Fe e presenta la massima intensità intorno ai 400 °C. Questa è la zona di stabilità per la CO₂ ma verso i limiti inferiori della zona (700 ÷ 800 °C) possono verificarsi condizioni per le quali la predetta reazione può svolgersi in senso inverso provocando la cosiddetta "dissoluzione del carbonio", azione praticamente dannosa poiché dà origine ad un consumo di carbonio fuori dalla zona utile di combustione. Il carbonio attaccato è, oltre a quello piroforico, anche il coke. In tutta la zona, infine predomina la riduzione indiretta, ad opera del CO, secondo le seguenti reazioni:



delle quali però solamente la prima procede praticamente verso destra, mentre le altre due, potendo avvenire nei due sensi, tenderebbero, ove vi fosse il tempo necessario, alle condizioni di equilibrio previste dalla teoria.

In pratica per evitare il verificarsi delle reazioni di riossidazione occorre un forte eccesso di CO, eccesso che dovrebbe essere in volume pari al volume di CO₂ prodotto, di modo che, riferendoci alla riduzione completa di Fe₂O₃ a Fe metallico per reazione del CO, occorre bruciare nella zona delle tubiere non solo il carbone strettamente necessario per tale riduzione indiretta, ma una quantità doppia di carbonio per produrre altre tre moli di CO, le quali, pur non prendendo parte alla reazione, impediscono la riossidazione del ferro ad opera della CO₂ prodotta, spostando le condizioni di equilibrio.

3° Zona: temperatura 800 – 1350 °C

Si ha la maggiore intensità nella riduzione diretta ad opera del carbonio, (nonché la riduzione parziale degli ossidi di manganese), reazioni tutte che si hanno con grandi assorbimenti di calore.

Si comprende come, essendo le riduzioni indirette esotermiche, e quelle dirette endotermiche, sia conveniente cercare di ottenere la prevalenza delle riduzioni indirette, sia mediante una conveniente preparazione dei minerali, che assegnando una adeguata cubatura alla zona dell'altoforno nella quale si produce la riduzione indiretta.

4° Zona: temperatura 1350 – 1600 °C

In questa zona avviene la fusione generale di tutti i materiali che si trovano nella carica oltre al coke. Si ha in particolare ed innanzitutto la carburazione della spugna di ferro formatasi nella 3° zona, portando alla ghisa fusa e alla formazione della loppa finale.

5° Zona di combustione: temperatura 1800 – 2000 °C

Si raggiungono le massime temperature che non oltrepassano il limite stabilito, in quanto la CO₂ prodottasi con la combustione totale del carbone, per azione dell'ossigeno del vento all'uscita dall'ugello, trovandosi subito a contatto col carbone incandescente si riduce a CO con la nota reazione endotermica, alla quale si aggiungono altre reazioni endotermiche di riduzione diretta.

6° zona del crogiolo: temperatura 1600 °C

Nel crogiolo si ha la separazione per decantazione della loppa dalla ghisa e lo svolgimento delle ultime reazioni; poiché tali reazioni sono endotermiche e data la notevole dispersione di calore attraverso le pareti del fondo del crogiolo, la temperatura è nettamente più bassa che nella zona delle tubiere.

Impianto di raffreddamento

L'impianto di raffreddamento può essere così suddiviso:

- Circuito Cassette di Raffreddamento
- Circuito Tubiere
- Circuito Valvole Vento Caldo
- Raffreddamento Sottofondo Crogiolo

Circuito Cassette di Raffreddamento

Gli elementi principali che costituiscono il sistema sono i seguenti:

1. n. 8 elettropompe (4 in marcia e 4 in stand-by) capaci di assicurare una portata di acqua demineralizzata di circa 2400 m³/h: nel caso di disservizio elettrico la portata è assicurata da una pompa diesel;
2. batteria di aerotermi che raffreddano l'acqua del circuito chiuso per poterla rinviare nuovamente verso il forno;
3. serbatoio per il miscelamento dell'acqua di ritorno dal forno prima dell'invio agli aerotermi;
4. n. 4 vasi di espansione o Drum, situati sull'impalcato del forno a +36 m, che oltre a permettere l'espansione dell'acqua per aumento di temperatura servono a controllare l'entità delle perdite del circuito;
5. n. 1624 cassette di raffreddamento che variano di dimensioni e densità in funzione del livello al quale sono inserite.

Le cassette sono alimentate tramite 40 clarinetti posti sulle passerelle del forno dai quali partono 8 tubi che alimentano serie orizzontali di 5 cassette: su ciascun clarinetto è misurata la portata d'acqua e la differenza di temperatura in ingresso ed uscita in modo da poter calcolare il carico termico asportato. Tramite la movimentazione di alcune valvole, si può suddividere l'impianto in 4 quadranti indipendenti, ciascuno alimentato da 2 elettropompe e collegato ad un vaso di espansione: tale manovra si rende necessaria nei casi di perdite d'acqua per poter cercare l'eventuale cassetta danneggiata. Tutti gli scarichi dei 4 quadranti confluiscono, in condizioni normali, in un unico serbatoio di miscelamento, al fine di uniformare la temperatura dell'acqua da inviare agli aerotermi. I 4 serbatoi sono mantenuti in pressione tramite azoto per esser sicuri che lungo tutto il circuito si abbia una pressione dell'acqua maggiore di quella del gas e che quindi, in caso di perdita da una cassetta, non rientri del gas in tubazione.

Circuito Tubiere

Il circuito di raffreddamento delle tubiere provvede al raffreddamento del corpo (provvisto di due camere di raffreddamento, una posteriore ed una anteriore) e della cassa a vento di ciascuna tubiera.

L'acqua che fluisce nelle camere anteriori, più piccole in volume, è portata ad una pressione e velocità maggiori, tramite due pompe booster. Il circuito è costituito da:

1. un separatore (Drum) ubicato al piano Guelard
2. una batteria di aerotermini con n. 9 fasci tubieri e n. 9 ventilatori
3. n. 3 pompe centrifughe e n. 3 pompe booster.

Circuito Valvole Vento Caldo (VVC)

Il circuito serve a raffreddare le VVC situate in corrispondenza di ogni Cowper, la VVC ante toro e la VVC della caminella toro: ciascuna valvola presenta dei circuiti di raffreddamento nel corpo valvola e nella medaglia con serpentina a spirale. Un circuito di raffreddamento separato interessa la parte verticale della struttura: poiché tale parte è interessata da un movimento di risalita e discesa, l'acqua scorre all'interno di un giunto flessibile. Il fluido di raffreddamento è costituito da acqua demineralizzata. Il circuito è costituito da:

1. un separatore (Drum) ubicato al piano Guelard
2. una batteria di aerotermini con 3 fasci tubieri e 3 ventilatori
3. n. 2 pompe centrifughe.

Raffreddamento Sottofondo Crogiolo

Sotto la suola del crogiolo sono ricavati dei condotti di raffreddamento nei quali circola aria spinta da due ventilatori di raffreddamento contrapposti.

Riscaldamento vento (cowpers)

Il preriscaldamento dell'aria immessa nell'altoforno avviene con tre cowpers, che hanno funzionamento a carattere discontinuo. L'impianto di riscaldamento vento è costituito dalle seguenti parti:

- i. n. 3 cowpers
- ii. rete aria comburente
- iii. rete gas miscelato
- iv. rete fumi
- v. rete vento freddo
- vi. rete vento caldo

I tre cowpers sono grandi accumulatori di calore, gestiti secondo due fasi alternate: quando il cowper è "a gas" significa che viene mandata in ingresso una miscela di gas combustibile ed aria che viene bruciata ed i fumi così prodotti trasferiscono il calore al riempimento ceramico situato nell'altra camera del cowper. Il cowper viene poi messo "a vento", cioè viene fatto passare in controcorrente il vento freddo che assorbe il calore dall'impilaggio e viene preriscaldato alla temperatura richiesta per l'immissione nell'altoforno. Tali cowper sono del tipo a pozzo di combustione separato e sospensione idraulica. Per il riscaldamento dei cowpers viene utilizzata una miscela di gas di altoforno e di cokeria o, nel caso questo non fosse disponibile, metano.

Ogni cowper (superficie di riscaldamento 56685 m^2 , temperatura massima alla cupola $1540 \text{ }^\circ\text{C}$) è in grado di fornire al toro, per 30 minuti, vento alla temperatura di 1250°C e con una portata di $300 \text{ kNm}^3/\text{h}$. Il cowper viene sottoposto ad un riscaldamento (*fase gas*) della durata di 50 minuti e fornisce poi vento caldo all'altoforno (*fase vento*). Le manovre di inversione da una fase all'altra richiedono un tempo di 10 minuti.

L'aria occorrente per la combustione del gas miscelato è fornita da due ventilatori, ognuno in grado di fornire una portata massima di $160 \text{ kNm}^3/\text{h}$.

La composizione del gas miscelato varia sulla base del potere calorifico rilevato a valle della miscela. Il tiraggio dei prodotti della combustione (fumi) è del tipo naturale, con camino cilindrico comune ai 3 cowpers.

Il vento caldo, in uscita dal cowper in utilizzo "a vento", prima di arrivare in altoforno, è miscelato con una quota parte di vento freddo (tramite una valvola regolatrice automatica) in modo da mantenerne la temperatura del vento in ingresso al forno intorno al set richiesto.

Macinazione ed iniezione fossile

In prossimità dell'ingresso del vento caldo, in zona tubiere, è prevista l'introduzione attraverso apposita lancia di polverino di carbon fossile macinato che garantisce una più agevole combustione.

Macinazione fossile

L'impianto di macinazione può essere così suddiviso:

- Sistema di caricamento e dosaggio fossile grezzo
- Mulino
- Bruciatore
- Filtro di processo sistema di trasporto fossile macinato

Sistema di caricamento e dosaggio fossile grezzo

L'alimentazione dell'impianto di macinazione viene effettuata tramite una motopala che provvede al caricamento del fossile nella prima tramoggia di alimentazione mulino; in uscita dalla tramoggia si trova un nastro dotato di magneti che provvede ad allontanare eventuali pezzi ferrosi presenti.

Dopo questo trattamento il materiale viene posto su un nastrino pesatore che ha il compito di dosare il fossile da inviare alla macinazione. All'uscita del nastrino pesatore il fossile passa attraverso una valvola pendolare a due camere che ha il compito di far mantenere la depressione esistente all'ingresso mulino.

Mulino

Il mulino è composto da una camera di essiccazione primaria e da una camera di essiccamento: il fossile ed i gas caldi di un bruciatore sono alimentati in equicorrente. Nella seconda camera di macinazione sono situate delle sfere che, movimentate dalla rotazione del mulino, provvedono alla macinazione del fossile stesso.

Bruciatore

Il bruciatore produce il gas caldo per il mulino. Il gas bruciato può essere gas AFO o metano; l'aria comburente viene data da un apposito ventilatore primario e miscelata con l'aria di diluizione prodotta da un ventilatore secondario per regolare la temperatura dei gas in ingresso al mulino (per evitare pericoli di accensione del fossile, tale temperatura è impostata ad un max di 345 °C (HH).

Filtro di processo e sistema di trasporto fossile macinato

Il fossile macinato in uscita dal mulino subisce una prima suddivisione in un separatore di tipo statico nel quale avviene l'allontanamento del fossile più pesante (da riciclare nel mulino).

Il fossile che supera il separatore inerziale giunge ad un filtro a maniche (filtro di processo), dove avviene una seconda separazione dalla corrente gassosa da inviare alla ciminiera. Il fossile macinato si deposita, attraverso lo sbattimento delle maniche, sulla parte inferiore del filtro.

Il fossile macinato è inviato tramite rotocelle ad una pompa (Moeller) la quale provvede al trasporto, tramite fluidificazione con aria, sino alla torre Paul Wurth. Il trasporto può essere fatto tramite uno stacco di vento freddo o tramite compressori (se il vento freddo non fosse disponibile).

A valle del filtro di processo è situato un ventilatore che genera, in ingresso al mulino, la depressione necessaria per il funzionamento dell'impianto, in quanto permette l'aspirazione dei fumi in ingresso al mulino con relativo trasporto del fossile nella sua granulometria minore.

L'umidità residua del fossile in uscita è $\sim 1 \div 1.5\%$, valore tale da avere un 20÷30% di fossile con granulometria maggiore di 30 μm .

Iniezione fossile

L'impianto di iniezione fossile può essere suddiviso in due parti principali:

- 1) Impianto di stoccaggio dosaggio e distribuzione fossile macinato
- 2) Linee di iniezione alle tubiere.

Impianto di stoccaggio, dosaggio e distribuzione fossile macinato (Torre Paul Wurth)

L'impianto è costituito da 3 sili, posti uno sopra all'altro, con diverse funzioni e pressioni di lavoro.

Il silo più in alto (S1), è il silo di stoccaggio: è dotato di un filtro, nella parte superiore, che permette di separare il fossile dall'aria che lo trasporta dall'impianto di macinazione; tale filtro serve anche come sfogo della pressione dei sili sottostanti.

Sotto il silo (S1) si trova il silo di dosaggio (S2), che riceve dall'alto il fossile da inviare al silo di distribuzione (S3), posto ancora inferiormente e dotato di un sistema di pesatura.

Il silo (S1) si trova costantemente a pressione atmosferica mentre il silo (S3) è mantenuto alla pressione di ~ 8.2 bar.

Il trasporto del fossile da (S1) a (S3) avviene mediante trasferimenti intermedi S1-S2 e S2-S3: durante tali operazioni il silo (S2) viene portato, attraverso immissione di azoto, rispettivamente a pressione atmosferica ed a pressione leggermente superiore a quella di (S3) tramite un complesso sistema di valvole di compressione.

Un sistema di toretti di fluidificazione posti nei sili (S1) e (S2) provvede ad impedire l'impaccamento del materiale nei sili ed a facilitare lo stesso trasferimento.

Sulla parte inferiore di (S3) sono posizionati 30 condotti per l'alimentazione delle linee di iniezione.

Linee di iniezione fossile alle tubiere

I 30 condotti in uscita dal silo S3 rappresentano la partenza delle linee di trasferimento sino alle tubiere dell'altoforno. Su ciascuna linea è posta una camera di fluidificazione ad azoto: il fossile, dopo esser stato fluidizzato, viene parzializzato da un apposito dosatore.

A monte del dosatore è presente una valvola automatica on/off di sicurezza che provvede alla chiusura della linea in caso di anomalia.

Il trasporto del fossile fino alle tubiere è realizzato con azoto in fase densa; ogni linea termina con un flessibile di collegamento alla lancia di iniezione in forno.

Impianto di caricamento

Il caricamento del forno avviene in continuo: le pellets, gli additivi e i minerali calibrati, prelevati dai rispettivi sili nella stock house, vengono convogliati al nastro principale attraverso un sistema di nastri trasportatori. Essi giungono, in sequenza, alla bocca di carica affiancandosi alla carica di coke trasportato sempre via nastro.

La carica del materiale ed il movimento dei meccanismi di entrata vengono seguiti dalla sala controllo dell'altoforno, attraverso un impianto televisivo a circuito chiuso. Il caricamento avviene tramite tramogge a pressione di tipo "hopper", queste vengono caricate a coke e minerali e mantenute alla pressione di bocca. Ciò consente completa tenuta del gas d'altoforno nella fase di caricamento, garantendo l'isolamento dell'ambiente interno da quello esterno.

L'impianto di caricamento è costituito:

- a) *Stock-House*
- b) *Bocca Paul Wurth*

Stock-House

La Stock-House comprende:

- * Impianto di estrazione materiali in carica
- * Impianto di vagliatura materiali in carica
- * Impianto di pesatura materiali in carica.

L'impianto di caricamento è altresì provvisto di due nastri (CV1-CV2) che convogliano i materiali alla bocca del forno e di nastri di trasporto ed evacuazione dei fini di vagliatura.

La Stock-House è costituita complessivamente da n. 24 sili, così utilizzati:

- n. 6 per il coke
- n. 12 per pellets e minerali
- n. 6 per i fondenti.

Sotto ciascun silo del coke e dei ferriferi (pellets e minerali), è installato un vibrovaglio. La quantità di materiale per comporre una carica è valutata tramite tramogge pesatrici, che sono servite da due sili contrapposti per il coke ed i ferriferi, e da un singolo silo per i fondenti.

Il materiale preparato nelle tramogge viene scaricato sul nastro CV1; tale nastro porta ad una tramoggia di scambio con il nastro CV2, collegato a sua volta con la tramoggia di bocca del forno.

Bocca Paul Wurth

Il sistema di caricamento dei materiali è a "Bocca senza campane" o Bocca Paul Wurth. L'insieme della Bocca Paul Wurth si può dividere nelle sezioni di seguito descritte.

Tramogge di contenimento della carica (Hoppers)

Hanno il compito di scaricare il materiale in forno in funzione del peso e del programma di caricamento. Durante il riempimento, ciascun Hopper si trova a pressione atmosferica, mentre durante la fase di svuotamento in forno, la tramoggia deve essere alla stessa pressione della bocca del forno; tale operazione di pressurizzazione Hopper viene effettuata, in una prima fase mediante gas d'altoforno semidepurato, mentre la pressurizzazione finale viene fatta con azoto (riduttrici).

Tramoggia mobile di raccolta materiali

La carica apportata dal nastro CV2 è riversata in una tramoggia mobile che può essere posizionata, secondo il programma di caricamento, sull'una o sull'altra tramoggia Hopper.

Condotto di immissione materiali

Ha la funzione di concentrare il flusso dei materiali sulla scivola rotante.

Scivola rotante e scatola ingranaggi (sistema di raffreddamento)

E' un sistema di ingranaggi servito da due motori elettrici, uno per l'inclinazione e l'altro per la rotazione della scivola. La scatola ingranaggi è collegata ad una rete di raffreddamento ad acqua indipendente. A partire da un serbatoio di raccolta, due pompe (una in esercizio ed una in stand-by) assicurano la circolazione dell'acqua attraverso un filtro a ciclone ed uno scambiatore termico prima di arrivare al sistema di raffreddamento della scatola ingranaggi (livello massimo controllato da due sonde). Attraverso tubazioni di evacuazione, dalla scatola ingranaggi viene quindi scaricata per gravità verso il serbatoio di raccolta.

Per creare una sovrappressione rispetto alla pressione della bocca ed impedire un'entrata di polveri all'interno della scatola ingranaggi, si dispone di un impianto ad azoto, con una capacità di circa 200 Nm³/h, da iniettare all'interno del circuito di raffreddamento. Nel caso di disservizio dell'impianto di raffreddamento ad acqua, è necessaria la disponibilità di ~500 Nm³/h di azoto.

Circuito di raffreddamento

Separatore centrifugo: dal branchetto d'ingresso, l'acqua passa in un ciclone e scende a spirale in modo da centrifugare le particelle solide verso la parete e trascinarle verso l'apertura inferiore del ciclone, dove, attraverso il tubo inferiore, le stesse decantano nell'accumulatore di raccolta fanghi. L'acqua pulita viene reimpressa nella rete di raffreddamento.

Scambiatore termico acqua/aria: ha capacità 117 kW, con primario ad acqua (~ portata 20 m³/h, Tin 45 °C, Tout 40 °C), secondario ad aria (T aria 35 °C).

Per far fronte all'emergenza ed a spurghi automatici dell'acqua fangosa è installato un sistema di reintegro acqua automatico richiamato dal livello del serbatoio di raccolta.

Sonde di livello

Le sonde di livello sono in tutto tre, ma solo una coppia scende all'interno dell'altoforno per misurare il livello di carica. Sono costituite da una lunga catena in ferro con un peso d'estremità a forma di parallelepipedo che si va ad adagiare sulla carica e scende con essa: una volta che la *sonda capociclo* (cioè la sonda responsabile della lettura del livello) raggiunge un livello impostato (normalmente -50 cm sotto la stock-line), le sonde vengono richiamate nella posizione di ricovero e si dà il consenso alla tramoggia hopper per lo scarico.

Campi di colata

L'altoforno di Piombino è dotato di due campi di colata (A e B), disposti simmetricamente, ognuno dotato di un unico foro di colata per ghisa e loppa. Complessivamente i due campi di colata sono sistemati in un'area completamente coperta di 3900 m² comprendente le campate principali per i due campi di colata e l'avancorpo centrale in corrispondenza delle vasche loppa a secco.

I campi di colata sono dotati di un impianto per la captazione dei fumi e delle polveri che si sviluppano in prossimità dei fori di colata e delle rigole durante il colaggio, equipaggiato con filtro a maniche. Ognuno dei campi di colata è servito da un carroponete, mentre un terzo è asservito alle vasche a secco ed all'impianto INBA. Ogni campo di colata ha una serie di macchine dedicate.

Macchina a tappare

Il suo compito è di interrompere il deflusso dei liquidi dal foro di colata, tappando l'apertura mediante una massa a base catramosa. Ogni macchina è fornita di un raffreddamento ad acqua.

Tutti i comandi sono oleodinamici. I manipolatori posti sul pulpito comandano elettrovalvole che attivano poi i relativi movimenti.

Quando la macchina arriva al foro, un dispositivo rileva l'aumento della pressione dell'olio della rotazione braccio (segnale che sta premendo sulla bocchetta) e quando questa arriva ad un valore prefissato, sul pulpito si accende una segnalazione di "Consenso tappatura".

Nella manovra in "manuale" questo dispositivo è solo di segnalazione in quanto l'operatore può avanzare con il tampone anche a segnalazione spenta, correndo però il rischio di fare fuoriuscire dell'impasto a causa di una non perfetta adesione tra macchina e bocchetta, e pericolo di deterioramenti irreparabili ai mattoni della bocchetta (a causa di urto violento della bocchetta da parte della macchina).

Nella manovra in "automatico" il "consenso tappatura" attiva la sequenza di iniezione massa. In questo caso l'iniezione della massa a tappare avviene in più fasi: la prima parte di massa iniettata alla massima velocità permette di ripulire il foro di colata. La seconda parte, iniettata a bassa velocità, serve per riempire il foro di colata ed a mantenere il fungo.

È presente un sistema automatico che dopo un tempo prefissato (dell'ordine di 45 sec.) manda un primo impulso di avanzamento al tampone e dopo altri 45 sec. un secondo impulso in modo da compattare adeguatamente la massa nel foro di colata, per compensare i vuoti che si creano a causa della distillazione delle materie volatili.

Per migliorare l'addensamento del materiale, la macchina viene lasciata al foro per circa 25 minuti (nel caso di colaggio a campi alterni), mentre nel caso di colaggio ad un solo campo tale intervallo

di tempo si riduce fino ad un minimo di 15 minuti, in quanto questo è il tempo minimo di sinterizzazione della massa a tappare.

Macchina a forare

E' la macchina che dà inizio alla colata, permettendo di eseguire un foro sulla massa a tappare iniettata nella colata precedente. La macchina ha dispositivo di rotazione a comando idraulico, mentre i comandi di avanzamento carrello, rotazione asta e percussione, sono ad aria; il raffreddamento del fioretto di foratura è ad azoto con acqua. La MAF è indirizzata al foro mediante un sistema di centraggio in automatico, e rimane al foro grazie alla spinta oleodinamica del sistema di rotazione, non essendo dotata di un dispositivo meccanico di aggancio.

In emergenza (p.es. rottura dell'asta nel foro di colata, mancanza di avanzamento per infiltrazione ghisa, non disponibilità della macchina), si può aprire il foro di colata con tubetto ad ossigeno.

Tale pratica si limita a condizioni di estrema necessità, onde evitare danni all'integrità dei mattoni del foro di colata e del sistema di raffreddamento relativo.

Nella rigola, la loppa e la ghisa si stratificano a causa del diverso peso specifico: la loppa viene quindi sfiorata da una canale trasversale e mandata all'INBA (impianto di granulazione), mentre la ghisa passa sotto un sifone e prosegue il suo flusso verso il tilting.

Tilting

Il getto di ghisa in uscita dalla rigola ghisa alimenta il tilting, ovvero una rigola mobile provvista di una cerniera che permette di inclinarla secondo due posizioni diverse e di effettuare il riempimento dei carri siluri posti in binari affiancati consentendo così di predisporre il cambio del carro siluro pieno con un vuoto.

INBA (granulazione loppa)

Ciascuno dei due fori di colata è dotato un sistema di granulazione indipendente. Dal foro di colata la loppa liquida, attraverso una rigola, defluisce fino a raggiungere la testa di granulazione dove viene investita da un getto d'acqua e convogliata nella tramoggia di raccolta; i vapori vengono convogliati al camino.

La tramoggia è collegata all'impianto di filtrazione attraverso una canale che convoglia la miscela sabbia/acqua al tamburo filtrante, costituito da un cilindro posizionato orizzontalmente, dotato esternamente di vagli a maglie fini, attraverso le quali l'acqua può liberamente defluire. L'impianto di granulazione lavora in circuito chiuso: l'acqua di granulazione viene prelevata dalla vasca dell'acqua calda e convogliata da due pompe alla testa di granulazione, quindi viene raccolta nella vasca sottostante e convogliata in circuito chiuso.

Le tazze fissate sul lato interno del cilindro del tamburo prelevano loppa e la depositano, dopo una semirotaazione del tamburo, sul nastro trasportatore che si trova sulla tramoggia ripartitrice nel tamburo, in corrispondenza del suo asse longitudinale. Tramite questo nastro, la loppa viene convogliata al parco di deposito attraverso un sistema di nastri trasportatori sistemati a valle.

È prevista una linea idrica di emergenza, collegata alla rete di stabilimento, che provvede all'alimentazione dell'impianto in caso di black-out elettrico o di guasto di entrambe le pompe. Durante tale evento la loppa sarà deviata alle vasche a secco.

L'acqua di reintegro alimenta la pompa booster relativa alla pulizia del tamburo e permette il riempimento della vasca dell'acqua calda, nonché il raffreddamento del gruppo idraulico preposto all'azionamento del tamburo. L'impianto idraulico comprende 3 pompe assiali a pistone a portata regolabile (2 su 3 operanti), ciascuna dotata di motore per l'azionamento del tamburo.

Depurazione e raffreddamento gas

L'impianto di depurazione gas dell'altoforno n. 4 si compone essenzialmente delle seguenti parti:

- ◆ Depurazione gas a secco
- ◆ Depurazione gas a umido.

Quest'ultima sezione è costituita a sua volta da:

- I. Torre di separazione (scrubber)
- II. Impianto recupero fanghi e acqua di riciclo.

Nella progettazione dell'impianto di depurazione gas è stato tenuto conto principalmente dei seguenti valori di esercizio:

- Pressione minima del gas alla bocca dell'altoforno $0,5 \text{ kg/cm}^2$
- Volume massimo del gas secco da depurare $425 \text{ kNm}^3/\text{h}$

Il gas che prodotto durante il ciclo di produzione della ghisa esce dal forno a temperatura di circa $150 \text{ }^\circ\text{C}$, e preventivamente al suo utilizzo necessita di un trattamento di abbattimento delle polveri. Un primo trattamento avviene in un separatore statico a secco (sacca a polvere) che permette l'abbattimento di circa il 50% del contenuto nel gas della polvere chiamata PAF, recuperata nell'impianto di bricchettaggio.

Il gas in uscita dalla sacca a polvere viene ulteriormente depurato, questa volta a umido, in 2 torri di lavaggio (scrubber) serviti da acqua industriale a circuito chiuso.

Le acque vengono depurate in due chiarificatori. Il fango estratto da questi viene trasferito ad una filtropressa. Qualora la filtropressa non fosse in esercizio i reflui dal chiarificatore sono inviati a delle vasche di decantazione da cui i fanghi sono prelevati con una benna.

Il gas in ingresso al primo scrubber ha una temperatura di $\sim 150 \text{ }^\circ\text{C}$, e di $50 \text{ }^\circ\text{C}$ all'uscita del secondo. Il ciclo di trattamento è progettato per limitare il contenuto massimo di polveri in sospensione a non oltre 8 mg/Nm^3 . L'acqua di lavaggio gas è inviata alla sezione di chiarificazione.

Controllo di pressione bocca AFO

Sono inoltre installate sull'impianto le seguenti apparecchiature:

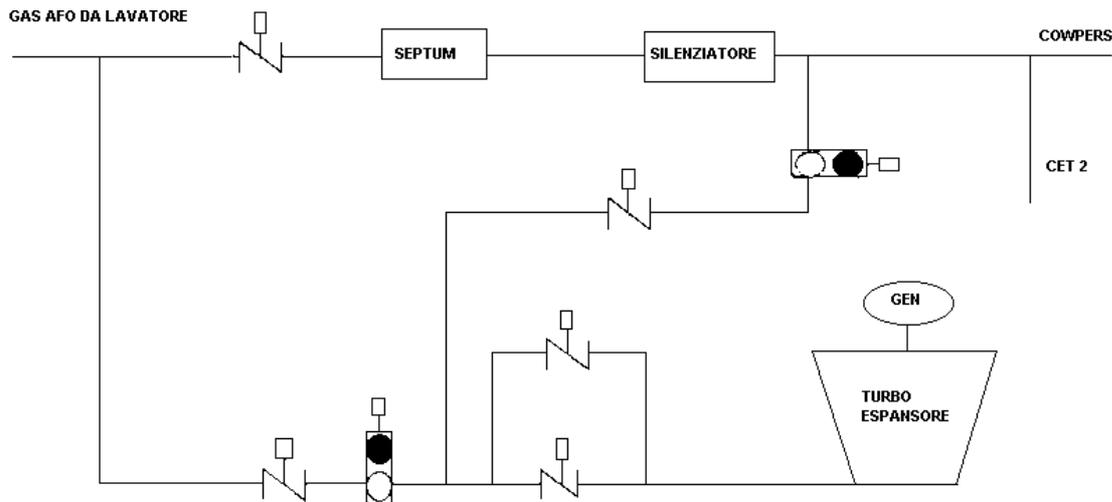
- a) turboespansore (controllo pressione di bocca e recupero energia di pressione gas AFO)
- b) valvola SEPTUM con relativo silenziatore
- c) valvola ad occhiale LEMCO per intercettazione gas.

Turboespansore

In prossimità della valvola SEPTUM, all'interno di un capannone, opera un impianto per il recupero dell'energia di pressione del gas AFO, recentemente oggetto di rewamping (sostituzione della vecchia turbina GUBT con il c.d. TURBO ESPANSORE (TE), ovvero una turbina monostadio MAN-GHH/BORSIG accoppiata, sullo stesso asse, ad un alternatore).

Nel nuovo assetto impiantistico l'energia di pressione del gas viene totalmente recuperata dal TE, con produzione di energia elettrica, che provvede altresì al controllo della pressione di bocca dell'altoforno. Il TE opera (si veda lo schema in Figura 8) a valle del lavatore BAUMCO ed in parallelo alla valvola SEPTUM.

Figura 8: Schema di processo impianto di recupero energia TE AFO/4



I dati di progetto dell'impianto sono di seguito riassunti:

| | | | |
|------------------------------|------|---|--------------------|
| Portata gas (secco) | max. | 470.000 | Nm ³ /h |
| | min. | 310.000 | Nm ³ /h |
| Pressione ingresso turbina | max. | 2,2 | barg |
| | min. | 1,5 | barg |
| Pressione uscita turbina | max. | 0,17 | barg |
| | min. | 0,10 | barg |
| Temperatura ingresso gas AFO | max. | 80 | °C |
| | min. | 50 | °C |
| Umidità relativa | | 100 | % |
| Acqua libera | | 10 | g/Nm ³ |
| Polveri ingresso turbina | | 5 ÷ 15 | mg/Nm ³ |
| Caratteristiche generatore | | trifase, sincrono, a 4 poli, 10 kV, 50 Hz | |
| Potenza nominale generatore | | 16,5 MVA (cos φ 0.8) | |

Descrizione impianto

Il collettore gas DN 2000 è intercettato a monte della valvola SEPTUM dalla valvola (a farfalla DN2000) di bypass principale BV005 e dalla valvola di sub-bypass ad apertura rapida (a farfalla DN 1200) BV006.

Per l'intercettazione del sistema turbina, sulla tubazione di ingresso è installata la valvola (ON/OFF) BV001, ed in uscita la valvola (ON/OFF) BV004, necessarie anche per poter manovrare le corrispondenti valvole ad occhiale con gas in bassa pressione. Tali valvole GV001 e GV002 sono utilizzate per intercettare in sicurezza i collettori durante gli interventi di manutenzione interna della turbina ed in caso di lunghe fermate dell'impianto.

Per ragioni di sicurezza e per prevenire sovra-velocità della turbina, sulla linea di alimentazione della turbina è installata la valvola di blocco rapido BV002 (a farfalla DN 1200), con valvola di avviamento BV003 (a farfalla DN 600) installata in bypass alla stessa valvola di blocco.

Per una più semplice gestione del sistema Altoforno + Turbina, il gas è previsto venga re-immesso nella rete di distribuzione gas immediatamente a monte della valvola ad occhiale V04 di isolamento dell'altoforno (interfaccia con STS/ENE, gestore della rete gas AFO).

La turbina è di tipo assiale monostadio, con grado di reazione pari a circa il 50%. La cassa della turbina è sezionata in due sul piano orizzontale ed appoggia sui blocchi di ancoraggio. Le palette

del rotore sono fissate alla girante a mezzo di attacchi del tipo "fir-tree". La turbina è equipaggiata con uno stadio statorico a palette orientabili.

I cuscinetti sono lubrificati ad olio con sistema a circolazione forzata. Le tenute tra statore e rotore sono del tipo a labirinto, e collegate a due camere intermedie, di cui quella più interna è flussata con azoto alimentato a pressione controllata, mentre quella di uscita è collegata all'atmosfera per mezzo di un piccolo ventilatore di estrazione. In questo modo solo una piccola quantità può entrare nel TE, mentre la maggior parte passa nella camera più esterna, ed è scaricata in atmosfera.

Un sistema di pulizia ad acqua calda a bassa pressione permette di eliminare eventuali depositi (impurità gas AFO) nel TE. L'acqua di flussaggio è spruzzata periodicamente o continuativamente, tramite ugelli permanentemente installati durante il normale funzionamento; è inoltre operante un sistema di lavaggio ad alta pressione con acqua demineralizzata per la pulizia delle palette del rotore e dello statore, a turbina non in esercizio, ma in lenta rotazione per mezzo del viratore.

Il TE può essere adattato a pressioni e portate diverse agendo sulle palette direttrici regolabili, mantenendo un elevato rendimento in un ampio campo di funzionamento. La velocità di regime è 3.000 giri al minuto; il generatore elettrico a 4 poli è accoppiato al TE tramite riduttore ad ingranaggi e giunti meccanici elettricamente isolati.

Esercizio dell'impianto

Con impianto fermo, la valvola di bypass BV005 è aperta, la valvola di sub bypass BV006 chiusa, la valvola di blocco BV002 e quella di avviamento BV003 sono chiuse.

L'avviamento della macchina avviene tramite una sequenza automatica, durante la quale, per aumentare gradualmente la velocità della turbina, viene fatta fluire una piccola portata di gas in turbina attraverso la valvola di avviamento BV003, fino al passaggio del controllo di pressione di bocca dalla valvola SEPTUM alla turbina.

A parallelo elettrico avvenuto, viene dato gas alla turbina chiudendo gradualmente la valvola BV005 ed aprendo la valvola BV002, dopodiché viene chiusa la valvola BV003.

Durante il normale esercizio, il gas viene lavato nella torre di depurazione gas AFO e quindi inviato alla turbina che provvede, oltre all'espansione del gas con recupero di energia, anche al controllo della pressione di bocca dell'altoforno, tramite le pale statoriche mobili. In tali condizioni, le valvole BV005 e BV006 sono normalmente chiuse.

In caso di sovra-velocità della turbina, o per qualsiasi altra ragione che potrebbe causarne il blocco, si chiude la valvola di blocco rapido BV002 e contemporaneamente interviene il sistema di by-pass, si da evitare sovra-pressioni nell'altoforno, con apertura della valvola BV006 e della BV005. Il controllo della pressione di bocca passa automaticamente alla valvola SEPTUM, con tempo di risposta di 1÷2 sec, contro i 3÷5 min. previsti in fase di normale avviamento o fermata impianto.

Sistemi ausiliari

I principali sistemi a servizio dell'impianto, di seguito elencati, con aspetti di dettaglio per quelli inerenti il trattamento e/o contenimento del gas:

- ✓ sistema oleodinamico di controllo delle valvole gas e apparecchiature di controllo pressione bocca AFO;
- ✓ sistema distribuzione azoto:
 - 1) alimentazione sistema tenute turbina (portata 200 Nm³/h);
 - 2) flussaggio tubazioni gas, per manovre esercizio o emergenza (1000 Nm³/h per 1 h);
 - 3) alimentazione utenze pneumatiche;

l'azoto è distribuito attraverso (1) un sistema con regolatore di pressione valvole e ventilatore di estrazione per l'alimentazione tenute, (2) clarino e valvole manuali per la sezione di flussaggio delle tubazioni gas, (3) clarino di distribuzione e valvole per l'alimentazione delle tenute;

- ✓ sistema drenaggio condense: stante la sovra-saturazione del gas e la sua espansione in turbina, il sistema consentirà il recupero dell'acqua da:
 - (A) tubazioni ed apparecchiature comprese fra le valvole ad occhiale GV001 e GV002 (acqua che si forma in turbina ed iniettata nella camera di ingresso);
 - (B) tubazioni a monte della valvola ad occhiale GV001 sulla linea adduzione gas (goccioline presenti nel gas, non trattenute dal sistema di depurazione ad umido);l'acqua viene prelevata dai punti di drenaggio (A) ed inviata ad un sistema di raccolta da cui è convogliata ad uno scaricatore di condensa a barilotti in un pozzetto interrato in c.a. Dal pozzetto, una stazione di pompaggio provvede ad inviarla all'esistente vasca fanghi. L'acqua direttamente drenata dalle tubazioni (B) confluisce in un serbatoio di raccolta, da cui, una valvola on/off comandata per mezzo di livellostati provvede ad inviare le condense nella tubazione di scarico dell'acqua di lavaggio della torre di depurazione;
- ✓ sistema di lavaggio turbina;
- ✓ sistema di lubrificazione del turbo-gruppo;
- ✓ sistema di raffreddamento generatore ed olio di lubrificazione.

Valvola SEPTUM

La valvola SEPTUM, è una valvola regolatrice della pressione a monte che si apre e si chiude per mantenere la pressione alla bocca dell'altoforno sul valore di set (e di conseguenza la pressione al toro, poiché tra bocca e toro c'è una differenza di pressione di $\sim 1 \div 1,3$ bar, dovuta alle perdite di carico che il gas incontra nell'attraversare il letto granulare costituito dalla carica del forno). La valvola SEPTUM opera in parallelo al turboespansore, ed il suo funzionamento è limitato alle seguenti condizioni di esercizio:

- a) sovravelocità turbina TE per superamento portata massima gas trattabile, e/o verificarsi di condizioni di blocco della stessa;
- b) fuori servizio del TE (p.es. per manutenzione non programmata).

Controllo di processo

Per l'esercizio del forno, il controllo di processo monitora i seguenti aspetti:

- ✓ Controllo della qualità e quantità dei materiali in carica
- ✓ Controllo della qualità dei prodotti fusi
- ✓ Controllo di flussi gassosi e distribuzione carica
- ✓ Controllo parametri tubiere
- ✓ Controllo regime termico della zona bassa e alta dell'altoforno
- ✓ Controllo della situazione di crogiolo (usura delle pareti)

Controllo della qualità e quantità dei materiali in carica

La carica del forno richiede materiale con caratteristiche specifiche.

Pellets con caratteristiche:

- Alto contenuto di ferro
- Basso contenuto di alcali e zinco
- Bassa percentuale di materiale fine (sotto 6,3 mm)
- Alta riducibilità e bassa degradazione (RDI)
- Dimensione media maggiore di 12 mm

Coke con caratteristiche:

- Basso contenuto di ceneri e di zolfo
- Degradazione ad alta temperatura 55-65 %
- Reattività ($\text{CO}_2_{\text{gas}} + \text{C}_{\text{coke}} = 2 \text{CO}_{\text{gas}}$) 28-34 %
- Dimensione media 50-60 mm

Il sistema di gestione dei materiali da caricare, include il controllo:

- ◆ giacenze materiali alla stock-house con procedure di recupero nella carica successiva
- ◆ peso del coke secco tramite misure in linea dell'umidità.

La sequenza di caricamento può essere modificata, inclusa la variazione dei pesi dei fondenti per il controllo della basicità della loppa, con l'obiettivo di contenere le variazioni della distribuzione della carica in occasione di perdite di livello.

Qualità prodotti fusi (ghisa e loppa)

L'obiettivo è quello di produrre una ghisa chimicamente idonea per la fabbricazione dell'acciaio ad alta qualità e basso costo. Il sistema di controllo processo viene impostato in funzione della qualità della ghisa richiesta in acciaieria.

La qualità standard della ghisa è la seguente:

| Si | S | P | Mn | C | Fe |
|--------|---------|--------|--------|--------|------|
| 0,70 % | 0,045 % | 0,06 % | 0,60 % | 4,50 % | 94 % |

I primi tre elementi (Si, S, P) hanno un ruolo molto importante sia per il processo dell'altoforno che per i processi di fabbricazione e laminazione dell'acciaio. In particolare, la percentuale del Si nella ghisa è uno dei parametri di controllo del regime termico dell'altoforno.

La percentuale del Mn nella ghisa viene corretta con la carica (alta o bassa percentuale di Mn) in funzione del tipo di acciaio prodotto, richiesto dal mercato. Una buona qualità della ghisa viene assicurata con la buona qualità della loppa prodotta.

Controllo di flussi gassosi e distribuzione carica

I flussi gassosi vengono controllati tramite le sonde fisse installate alla bocca del forno e che danno informazioni sulla temperatura e composizione chimica del gas lungo il raggio del forno: normalmente, si cerca di tenere un flusso gassoso centrale per proteggere le pareti della parte alta e del crogiolo del forno. In caso di flusso periferico si opera modificando la distribuzione della carica in modo da caricare più coke o meno ferriero nella zona centrale.

Controllo parametri tubiere

Tutta la regolazione del regime termico viene fatta variando i parametri delle tubiere secondo pratiche operative. La ricerca di un miglioramento della qualità dei prodotti fusi viene perseguita, invece, sia cambiando i parametri di tubiera sia variando il letto di fusione (correzione della carica). Per realizzare una produzione specifica viene impostato un set di marcia che in particolar modo riguarda i seguenti parametri delle tubiere:

- Portata vento secco non arricchito
- Umidità, temperatura e pressione vento
- Portata ossigeno di arricchimento
- Portata fossile da iniettare alle tubiere
- Temperatura adiabatica di combustione.

Controllo regime termico della zona bassa ed alta dell'altoforno

Il regime termico della zona bassa dell'altoforno riguarda direttamente la temperatura adiabatica di combustione e la temperatura della ghisa, mentre quello della zona alta influenza la temperatura del gas alla bocca.

Un regime termico con la tendenza verso il freddo o verso il caldo si nota dalle temperature sopra elencate e da vari altri parametri quali la percentuale di silicio nella ghisa, il rapporto MnO/Mn, ecc.

Controllo della situazione del crogiolo (usura delle pareti)

Tramite un modello matematico si può stimare lo spessore residuo del crogiolo e l'evoluzione dell'usura. In caso di rapida usura, il crogiolo viene trattato con materiale speciale (Ilmenite - TiO_2 = 30÷40 %), che migliora la sua resistenza all'usura.

Per la tipologia ed i quantitativi di sostanze prodotte e/o trattate, fra le sostanze classificate nell'Allegato I Parte 2 del D. Lgs. n. 334/99, va considerato il gas d'altoforno "gas AFO", contenente monossido di carbonio ed idrogeno.

1.B.1.2.1.5 Acciaieria (ACC)

L'acciaieria è costituita da un insieme di impianti che hanno lo scopo di trasformare la ghisa in acciaio, abbassando il tenore di carbonio, ed aggiungere ferroleghie in tipologia e quantità tali da conferire le qualità chimiche e meccaniche del prodotto finito richiesto dal cliente.

Il rottame ferroso arriva principalmente con automezzi ed in misura minore con navi e carri ferroviari; il rottame prima di essere preso in carico viene sempre controllato con contatori di radioattività di tipo manuale per le stive delle navi e mediante portali per i treni e gli automezzi.

Il rottame viene scaricato per ribaltamento dei cassoni dei camion o tramite carroponte a magnete per i carri ferroviari; viene messo a parco in comparti distinti a seconda della sua provenienza che può essere:

- demolizione industriale pesante,
- demolizione industriale leggera,
- rotaie nazionali o estere in disuso,
- colaticci da recuperi interni,
- salmoni da recuperi interni,
- scarti dei laminatoi di Stabilimento.

Nel parco sono stoccate anche le bricchette metalliche acquistate esternamente e le ferroleghie. Qualora necessario, i pezzi dimensionalmente più rilevanti vengono ridotti manualmente mediante taglio al cannello ossiacetilenico al fine di consentirne la carica nei convertitori.

Il rottame viene caricato su carri ferroviari per essere portato alla campata rottame dell'Acciaieria dove viene pesato e caricato direttamente in cassoni che sono trasferiti a mezzo di carroponte ai convertitori per la carica.

Unitamente al rottame, nei convertitori viene caricata la ghisa, previo trattamento della stessa. La ghisa arriva dall'Altoforno nei carri siluro, e viene versata in una siviera ghisa posta in una fossa. Sono operanti n. 4 fosse, due per ciascun lato del capannone Acciaieria. La siviera ghisa è quindi inviata all'impianto di desolfurazione della ghisa, del tipo ad insufflazione di CaO con lancia ad immersione.

Successivamente la siviera viene posizionata su di una culla di ribaltamento dove avviene la raspatura della scoria in una sottostante paiola. Gli impianti di raspatura operanti sono due.

La trasformazione della ghisa in acciaio avviene nei 3 Convertitori LD (Linz-Donavitz, COV), che si trovano nella omonima campata convertitori. In ciascuno dei convertitori viene versato il rottame ferroso proveniente dal parco rottami interno. Successivamente viene versata la ghisa fusa. Il processo di conversione della ghisa in acciaio è legato all'insufflazione dall'alto di ossigeno, mediante lancia, che ossida il carbonio rimuovendolo prevalentemente sotto forma di monossido.

Durante il soffiaggio vengono aggiunti additivi, minerale di ferro, rottame in pezzatura e ferroleghie. Questi materiali, sono stoccati in sili sopraelevati e vengono dosati e convogliati attraverso un sistema di nastri, tramogge pesatrici, e scivoli. L'impianto additivi e ferroleghie è posto sotto

aspirazione e l'aria captata attraversa un impianto di filtrazione prima di essere immessa in atmosfera. Terminato il processo di conversione, nel convertitore sarà presente acciaio liquido sul fondo e nella parte superficiale scoria, che raccoglie gran parte delle impurità dell'acciaio. L'acciaio liquido viene versato dal convertitore in una siviera, mentre la scoria viene versata in una sottostante paiola e portata ai trattamenti. L'acciaio in siviera viene poi trasferito dalla campata convertitori ai capannoni delle colate continue.

Ciascuna delle 4 colate continue è abbinata ad un impianto di trattamento LF (Ladle Furnace), oltre ad un impianto di trattamento fuori forno di degasaggio (VD). Il trattamento LF si effettua sull'acciaio fuso direttamente nella siviera in postazioni apposite e serve a portare l'acciaio alle condizioni chimiche e termiche necessarie al successivo trattamento di colata continua.

Le operazioni effettuate nel trattamento LF sono la regolazione della temperatura attraverso elettrodi immersi nel bagno di acciaio liquido, l'introduzione di gas inerte per l'omogeneizzazione del bagno e l'introduzione di ferroleghie. Le ferroleghie sono introdotte nel bagno fuso per dare all'acciaio la composizione chimica richiesta dal cliente. I fumi che si formano nei trattamenti LF vengono aspirati in un impianto e trattati per l'eliminazione delle polveri in essi contenute prima dell'immissione in atmosfera.

Per acciai che richiedono particolari qualità di purezza viene applicato il trattamento di degasaggio. Tale trattamento serve per una rimozione più spinta del gas presente nella colata che in genere deriva dai trattamenti effettuati in precedenza sulla stessa e può essere ad esempio il gas inerte utilizzato nel trattamento LF o gas formatosi nel trattamento di conversione della ghisa in acciaio.

Il degasaggio si ottiene ponendo la siviera sotto aspirazione in una cappa in cui il vuoto viene generato mediante getti di vapore surriscaldato. Il vapore che condensa allontana le polveri dal flusso gassoso in uscita dal trattamento.

Gli impianti installati sono i seguenti:

- Campata CC2: Forno siviera LF4;
- Capannone CC3: - Forno siviera LF1 e degasaggio sotto vuoto (VD);
- Nuova campata colaggio capannone acciaieria: Forno siviera LF2 e LF3, degasaggio sotto vuoto (VD).

Dopo i trattamenti in forno LF e l'eventuale degasaggio, l'acciaio viene portato agli impianti di colata continua, in cui è colato e raffreddato, forzato ad assumere la forma di barre parallelepipedo di sezione determinata a seconda della colata continua.

La siviera viene spostata a mezzo di carroponete e sistemata sulla torretta gira siviere che può ruotare di 180° e posizionarsi sopra la paniera distributrice detta anche "tundish". Nella parte inferiore della siviera c'è uno scaricatore a cassetto da cui avviene il versamento nella paniera distributrice.

Dalla paniera, l'acciaio fuso attraversa la lingottiera, che ha la forma della sezione finale che assumeranno le barre di acciaio. Nella lingottiera avviene anche un primo raffreddamento della colata attraverso un circuito chiuso ad acqua demineralizzata. All'uscita della lingottiera la colata ha una crosta superficiale solida, ma deve ancora essere raffreddata; tale raffreddamento avviene nelle camere a spruzzi in cui l'acciaio entra in contatto con acqua industriale. Il vapore che si genera nelle camere a spruzzo viene emesso in atmosfera attraverso sfiati. All'uscita dalla camera a spruzzi le barre d'acciaio sono trascinate da rulli motorizzati e dopo essere state tagliate a misura vengono poste su piani di raffreddamento.

Le quattro colate continue sono così organizzate:

Colata continua n° 1B (CC1B)

N. 1 linea per colaggio bramme spessore 200 mm, larghezza 80 – 1600 mm, lunghezza 12 m posta nell'ex-zona CC1.

Colata continua n° 2 (CC2)

Impianto a 6 linee per il colaggio quadri 140, 170 mm, posta in apposito capannone.

Colata continua n° 3 (CC3)

Impianto a 4 linee per il colaggio quadri 170, 320, 340x245 mm, posta in apposito capannone.

Colata continua n° 4 (CC4)

Impianto a 4 linee per il colaggio quadri 140, 170, 200 mm, posta in capannone adiacente all'Acciaieria.

I fumi prodotti dal processo di conversione della ghisa in acciaio nei convertitori sono detti “fumi primari”. A ciascuno dei 3 convertitori corrisponde un impianto di trattamento dei fumi che è costituito da un raffreddamento con recupero di calore, da un impianto di captazione delle polveri (raffreddatore ad evaporazione ed elettrofiltro), e da una stazione di commutazione che permette di inviare i fumi prodotti in atmosfera attraverso un camino con torcia, o di mandare il gas ricco in monossido di carbonio al gasometro, polmone della rete di veicolazione del gas verso la centrale ELETTRA GLL (CET-PIO).

I fumi secondari sono quelli che vengono prodotti durante le operazioni di travaso ghisa, desolfurazione ghisa, carica dei convertitori e colata dei convertitori. Questi fumi vengono captati e trattati in un impianto di filtrazione a maniche e successivamente emessi in atmosfera.

Le polveri recuperate dagli elettrofiltri e dal filtro a maniche sono inviate ad un impianto di bricchettaggio a caldo, per la produzione di bricchette da ricaricare in convertitore.

Le siviere e le paniere distributrici vengono portate periodicamente in appositi capannoni per la demolizione ed il rifacimento del rivestimento refrattario interno. Le scorie vengono spostate attraverso paiola e carro ferroviario alla zona in cui vengono trattate, dove avviene il recupero del materiale ferroso.

Impianto di trattamento fumi di acciaieria

L'impianto è operante, su ciascuno dei tre convertitori, come evidenziato dalla planimetria in Tavola 12, Allegato A1.2.3.

L'ossigeno richiesto per la riduzione del carbonio è insufflato nel bagno liquido di acciaio dalla parte superiore attraverso una lancia d'ossigeno. La reazione dell'ossigeno col carbonio genera un gas con un alto contenuto di ossido di carbonio. Il processo funziona in modo intermittente e in condizioni non stazionarie, ovvero la portata di gas, la composizione del gas e le temperature del gas durante la colata variano per ragioni specifiche di processo.

Il gas dal convertitore o “gas d'acciaieria” (LD, Linz Donavit Gas), prima della sua effettiva utilizzazione, necessita di essere raffreddato e depolverato. L'impianto di trattamento operante sui convertitori dell'acciaieria dello Stabilimento utilizza una tecnologia di depolverazione a secco (Lurgi-Thyssen), e consiste delle seguenti principali sezioni d'impianto:

Convertitore

- Sistema di raffreddamento del gas:
 - Caldaia a recupero di calore con gonna a tenute
 - Raffreddatore ad evaporazione
- Sistema di depolverazione:
 - Raffreddatore ad evaporazione
 - Precipitatore elettrostatico
- Sistema di recupero del gas:
 - Ventilatore assiale
 - Stazione di commutazione
 - Camino fiaccola
 - Raffreddatore del gas (gas cooler)

- Gasometro COMIMP
- Stazione booster (rilancio)
- Stazione di miscelazione
- Impianto di bricchettaggio

Il sistema di raffreddamento principale del gas dal convertitore inizia con la gonna a tenuta tra il convertitore e la caldaia a recupero di calore e finisce all'uscita del raffreddatore ad evaporazione. Oltre a recuperare il calore sensibile del gas da convertitore, con produzione di vapore che viene immesso nella rete di distribuzione di stabilimento, la caldaia a recupero raccoglie i gas primari dal convertitore per mezzo del sistema gonna – camino di raffreddamento, parte integrale della caldaia.

Il raffreddamento indiretto del gas nella caldaia a recupero è seguito dal raffreddamento diretto del gas nel raffreddatore ad evaporazione, che avviene iniettando acqua finemente atomizzata nella corrente gassosa. La portata d'acqua di iniezione richiesta è una funzione diretta del contenuto di calore del gas da convertitore, che a sua volta è una funzione della portata e della temperatura del gas. Durante la fase di raffreddamento, per decelerazione vengono separate dalla corrente gassosa le particelle grossolane. Il gas che lascia il raffreddatore ad evaporazione è inviato al precipitatore elettrostatico a secco, di tipo cilindrico, che provvede alla separazione delle particelle fini, installato all'esterno dell'edificio convertitori.

A causa del funzionamento intermittente dei convertitori, l'intero sistema di raffreddamento e depolverazione del gas riceve alternativamente aria ambiente (quando il soffiaggio non è in funzione, ovvero fase di BLOW-OFF) e gas combustibile ricco di CO (durante il soffiaggio dell'O₂) in cicli che cambiano in modo rapido. L'impianto è progettato in modo da resistere a transitori di pressione, per evitare qualsiasi danno in caso di una deflagrazione conseguente a non voluta formazione di miscela esplosiva nella tubazione.

Il flusso di gas arriva nel precipitatore elettrostatico, dove si ha la separazione delle polveri più fini, quindi prosegue fino al ventilatore ed alla stazione di commutazione del gas. Il ventilatore è del tipo assiale a numero di giri variabile, sì da consentire la regolazione del livello di depressione.

La stazione di commutazione è una stazione avente due valvole a campana ad alta tenuta e con una caratteristica di controllo quasi lineare. La funzione della stazione è quella di effettuare una rapida commutazione dal funzionamento con scarico in fiaccola a quello con recupero gas verso il gasometro.

Infatti, solo durante la fase di decarburazione, quando il gas è ad alto potere calorifico (con elevato tenore di CO), viene inviato al gasometro, mentre la miscela che si forma all'inizio e alla fine del periodo di soffiaggio e durante la fase di BLOW-OFF è bruciata nel camino fiaccola. Una postazione di analisi del gas, operante prima della commutazione, consente la gestione operativa delle varie fasi della sequenza di commutazione.

Il movimento delle valvole a campana è gestito da una centralina idraulica che, assieme al sistema di controllo, assicura una commutazione senza picchi di pressione dal funzionamento in fiaccola al funzionamento con recupero gas e viceversa.

Durante il funzionamento con recupero del gas, il gas subisce un ulteriore raffreddamento nel gas cooler per mezzo di iniezione d'acqua mediante apposite corone di ugelli. Il gas pulito all'uscita del raffreddatore è inviato al gasometro COMIMP (si veda la Tavola 1 in Allegato B1.2.1.5). Ventilatori booster sistemati a valle del gasometro aumentano la pressione del gas fino alla pressione della rete di veicolazione fino alla centrale della ELETTRA GLL S.p.A. (che gestisce la rete a valle della stazione booster), che di fatto costituisce il limite d'impianto per la LUCCHINI S.p.A.

Si riporta di seguito una descrizione dettagliata dei singoli componenti dell'impianto, i cui P & I

sono riportati in Allegato B1.2.1.5 (Tavola 2).

Convertitore

La conversione della ghisa in acciaio avviene in un recipiente di reazione interamente refrattariato, ribaltabile, a forma di crogiolo, il “convertitore”.

Nel convertitore, la ghisa è liberata del suo contenuto di carbonio e da altri componenti non desiderati per mezzo di una reazione con ossigeno. Nel processo LD l’ossigeno è soffiato nel bagno fuso di acciaio attraverso una lancia introdotta dalla parte superiore.

La sequenza tipica di una colata è la seguente:

- **Carica**
Rottame e ghisa sono caricati nel convertitore ribaltato per mezzo di tramogge di carico e siviere della ghisa. Successivamente il convertitore è ruotato nella sua posizione verticale ed inizia il processo di fusione e raffinazione.
- **Processo di fusione e raffinazione**
L’apertura della valvola ossigeno dà inizio al programma di soffiaggio dell’ossigeno. L’ossigeno insufflato innesca una reazione esotermica risultante nell’ossidazione del carbonio e di altri elementi presenti nell’acciaio da un lato e nella fusione del rottame dall’altro. Durante il processo di raffinazione elementi di lega e additivi sono caricati nel convertitore attraverso scivoli di caduta.
- **Sub-lance**
A fine soffiaggio, una lancia raffreddata ad acqua con sonda d’estremità viene inserita nel bagno per la misura di temperatura e ppm O₂ e provvede all’esecuzione del provino. L’operazione è gestita in automatico da un robot, che tramite tubazione invia il provino già sigillato (da quota +13 m a quota +7,5 m), che viene recuperato dall’operatore ed inviato al laboratorio di analisi qualità.
- **Spillaggio**
Una volta completato il programma di soffiaggio, il convertitore è isolato dall’alimentazione dell’ossigeno e ruotato nella posizione di scorifica. Nel processo, la scoria che galleggia sul bagno dell’acciaio è rimossa. Successivamente il convertitore è ruotato dall’altra parte e l’acciaio è versato nella siviera.

Dopo un elevato numero di colate (da 1000 a 3000 a seconda delle campagne di produzione effettuate), il convertitore viene fermato allo scopo di sostituire il rivestimento di refrattario. Prima di riprendere l’operazione di soffiaggio il convertitore deve essere riscaldato. Nel seguito è descritto un tipico programma di soffiaggio:

1. Funzionamento normale

Sequenza d’accensione

- **Accensione fase 1:**
 - ✓ Set point portata O₂: ~200 Nm³/min (390 Nm³/min portata max d’ossigeno).
 - ✓ Livello lancia: 3 m all’apertura della valvola O₂, poi programma abbassamento in automatico.
 - ✓ Abbassamento skirt secondo procedura innesco bagno (verifica mediante rilievo temperatura fumi, entro i primi 500 Nm³ di O₂, sennò si ha blocco soffiaggio).
- **Fase di soffiaggio:**
 - ✓ Set point portata d’ossigeno: fino a 390 Nm³/min.
 - ✓ Livello lancia e portata d’ossigeno: in accordo al programma di soffiaggio corrente.
 - ✓ La gonna è abbassata.
 - ✓ Tempo di soffiaggio totale: 19-20 min
- **Fine soffiaggio**

- ✓ La portata d'ossigeno viene interrotta. Allo stesso tempo la gonna a tenuta è alzata e la lancia ossigeno è posizionata a livello "max altezza".
- ✓ Mentre il COV 3 è dotato di sistema di regolazione automatico che provvede a sollevare la gonna una volta raggiunto il 95% della portata di O₂ di programma, per il COV1 ed il COV2, su cui non è operante tale automatismo, il sollevamento della gonna viene effettuato manualmente, dopo il prelievo per i controlli analitici.
- Fase sub-lance
 - ✓ Al ~90% del processo di soffiaggio, da programma viene avviato in automatico il robot che provvede ad inserire la sub-lance per la misura della temperatura e del tenore di O₂ nonché per l'esecuzione del provino. A valle della misura si va a fine soffiaggio.
- Interruzione del soffiaggio in emergenza o fermata del soffiaggio
 - ✓ Come descritto per la fase fine del soffiaggio, ma con tempo di mantenimento fisso.

2. Condizioni di soffiaggio eccezionali

- Riavvio soffiaggio
 - ✓ Oscillazione COV per facilitare l'innesco.
 - ✓ Ripresa soffiaggio a portata O₂ ridotta.
 - ✓ Verifica innesco (con interruzione per mancanza innesco entro 500 Nm³ O₂).
- Risoffiaggio
 - ✓ Soffiaggio per 3÷4 min. a skirt alta.
 - ✓ Aumento portata ed abbassamento progressivo gonna, secondo programma fino a completamento ciclo soffiaggio.

Software di gestione e controllo dell'impianto

Il sistema trattamento fumi da convertitore viene gestito, sia per quanto riguarda la caldaia che per elettrofiltri, ventilatori e gas cooler, tramite una rete di personal computer sui quali sono installati speciali software (CUBE Orsi) che tramite l'ausilio di pagine sinottiche consentono il completo monitoraggio, gestione e controllo dell'impianto. Gli unici comandi effettuati con tasti HW sono quelli relativi al sollevamento e all'abbassamento della gonna sopra la bocca del convertitore (ad eccezione del sollevamento per il COV3 che avviene in automatico).

Il sistema di supervisione funzione su un personal computer equipaggiato con processore Pentium 3 e sistema operativo Windows NT. L'architettura del sistema è quella del client/server con database non distribuito, per cui tutte le richieste dei client vengono gestite dal server che si occupa anche della comunicazione con i diversi PLC. Le pagine video principali sono riferite alle singole sezioni di impianto.

Caldaia a recupero di calore

I gas primari che lasciano il convertitore sono parzialmente bruciati nella caldaia a recupero di calore, l'ammontare del grado di combustione dipende dal fattore d'aria.

La caldaia a recupero di calore funziona con un circuito a generazione di vapore. L'acqua che passa attraverso i tubi della caldaia riceve il calore trasferito dal gas caldo e parte di essa evapora. La miscela risultante di vapore e acqua è inviata al corpo cilindrico della caldaia per la separazione. Il vapore separato è scaricato all'accumulatore di vapore attraverso un gruppo di valvole.

La caldaia a recupero di calore consiste di pareti membranate saldate a tenuta di gas, che sono distribuite come segue:

- 1 gonna a tenuta o cappa mobile
- 1 cappa di raffreddamento stazionaria
- 2 scivoli di caduta additivi
- 1 duomo sub-lance
- 1 duomo lancia ossigeno

Raffreddatore ad evaporazione

Principio di processo

L'acqua è iniettata direttamente nella corrente del gas che deve essere raffreddato. La quantità di acqua iniettata è selezionata in modo tale da assicurarne la completa evaporazione nel gas caldo proveniente dal convertitore. In tale processo, il calore è prelevato dal gas, che si raffredda. Lo scambio termico ottimale presuppone un volume sufficiente del raffreddatore ad evaporazione. Il primo parametro importante per il volume dell'evaporatore e/o il tempo richiesto per lo scambio termico è l'area della superficie dell'acqua che deve evaporare, cioè la finezza delle goccioline d'acqua prodotte. Il volume necessario dell'evaporatore è funzione del tempo di evaporazione della singola gocciolina più grande, a basso carico termico e alla massima possibile portata di gas.

Oltre al raffreddamento del gas da convertitore, che è la funzione primaria del raffreddatore ad evaporazione, avviene una captazione di polvere come risultato della decelerazione del gas e dell'umidificazione della polvere con goccioline d'acqua all'ingresso del raffreddatore. Il raffreddatore è progettato per ottenere un tempo di permanenza tale da assicurare che la polvere grossolana sia raccolta in forma secca. La quantità di polvere dipende dal tipo di iniezione dell'ossigeno nonché dalla quantità e dalla durata dell'aggiunta di calce durante il soffiaggio.

Nel raffreddatore ad evaporazione si verifica anche un condizionamento del gas. Diminuendo la temperatura del gas, mentre contemporaneamente aumenta il suo punto di rugiada, si ha come effetto una resistività ottimale della polvere per la successiva captazione della stessa nei campi elettrostatici del precipitatore elettrostatico.

Sistema di spruzzamento dell'acqua con ugelli a due fluidi

L'atomizzazione dell'acqua è realizzata per mezzo di ugelli a due fluidi. L'acqua di raffreddamento fluisce attraverso il foro centrale dell'ugello mentre il vapore è inviato attraverso una corona circolare attorno al foro centrale, provocando una fine atomizzazione dell'acqua mentre questa viene scaricata dall'ugello. La portata d'iniezione dell'acqua è controllata per mezzo di una valvola. L'iniezione combinata di acqua e vapore è mirata al buon condizionamento della polvere per la successiva captazione nel precipitatore elettrostatico anche durante le fasi di bassa portata di gas e/o temperatura, riducendo il rischio di gocciolamento dell'acqua nel raffreddatore ad evaporazione. Il sistema di spruzzamento dell'acqua consiste dei seguenti componenti principali:

- strumentazione di monitoraggio della pressione dell'acqua e del vapore
- valvole d'intercettazione ad azionamento rapido dell'acqua e del vapore
- valvola di regolazione dell'acqua
- tubazioni di adduzione dell'acqua e del vapore
- anelli di distribuzione dell'acqua e del vapore
- tubi flessibili per l'acqua ed il vapore
- lance porta ugelli
- ugelli a due fluidi.

Circuito acqua e vapore

Per assicurare un isolamento affidabile durante la fermata del sistema di spruzzamento, le linee di alimentazione dell'acqua e del vapore sono dotate ognuna di una valvola d'intercettazione ad azionamento rapido.

I due anelli di distribuzione, uno per l'acqua e uno per il vapore sono installati al livello degli ugelli di spruzzamento. A questi anelli sono connessi i tubi di adduzione dell'acqua e del vapore. La portata dell'acqua è controllata per mezzo della valvola di regolazione che è installata a valle della valvola di azionamento rapido nelle tubazioni di adduzione dell'acqua. I sistemi lancia e ugello disposti attorno alla circonferenza del raffreddatore ad evaporazione sono connessi ai due anelli principali distributori per mezzo di tubi flessibili. Le lance porta-ugello sono dotate di ugelli a due fluidi. Poiché la temperatura del gas all'inizio del soffiaggio è ancora troppo bassa per l'iniezione

dell'acqua nel raffreddatore, il vapore è iniettato attraverso gli ugelli a due fluidi in modo tale da condizionare il gas. Il condizionamento del gas riduce la resistività della polvere e quindi assicura condizioni ottimali per la captazione della polvere nel precipitatore elettrostatico.

Sequenza operativa delle valvole d'intercettazione dell'acqua e del vapore

L'apertura della valvola dell'ossigeno causa automaticamente l'apertura della valvola d'intercettazione del vapore. Appena la temperatura in ingresso al raffreddatore ad evaporazione (temperatura in uscita della caldaia) sale al di sopra di un valore prestabilito dopo l'accensione del bagno dell'acciaio, la valvola d'intercettazione dell'acqua s'apre e viene attivato il controllo di temperatura (attivazione delle modalità di funzionamento in automatico). Quando la temperatura del gas scende al di sotto di un valore prestabilito dopo il completamento del soffiaggio di ossigeno, e il controllo di temperatura è disattivato (disattivazione della modalità di funzionamento in automatico), la valvola dell'acqua chiude. La valvola del vapore chiude alcuni secondi dopo la valvola dell'acqua per assicurare l'atomizzazione di tutta l'acqua rimasta nel sistema.

Controllo di temperatura

Gli impianti con convertitore funzionanti in modo intermittente sono caratterizzati da fluttuazioni rapide e drastiche della temperatura e della portata del gas, in particolare all'inizio ed alla fine della fase di soffiaggio. Così la temperatura all'inizio del soffiaggio dell'ossigeno può salire a un ritmo di 10÷12 °C/s ed oltre. Se il raffreddatore ad evaporazione fosse controllato soltanto per mezzo della temperatura in uscita non sarebbe possibile un controllo affidabile di queste rapide fluttuazioni nelle condizioni di funzionamento. Per questa ragione il raffreddatore è controllato per mezzo di una funzione del calore in ingresso.

La quantità di calore valutata sulla base della misura della temperatura a monte dell'evaporatore stesso e della portata di gas così determinata è una misura della quantità d'acqua richiesta per il raffreddamento del gas. In questo modo può essere realizzato un controllo di rapporto, che usa la quantità di calore per unità di tempo come valore di set point e la quantità d'acqua per unità di tempo come variabile controllata. Tale concetto di controllo è adatto in modo eccellente per far fronte alle fluttuazioni nella portata e nella temperatura del gas. Il concetto di controllo descritto fino ad ora non tiene conto delle variazioni del calore specifico dei gas in funzione della sua temperatura e composizione. Le variabili di disturbo di cui sopra possono essere eliminate da un controllo addizionale della temperatura in uscita del raffreddatore, che agisce come controllo feed-forward sul controllore del rapporto descritto in precedenza.

Per ragioni di sicurezza, le temperature in ingresso ed in uscita dal raffreddatore ad evaporazione sono misurate ognuna con due termocoppie. Attraverso una funzione di selezione del valore massimo, il più grande dei due segnali misurati è trasmesso per la misura ed il controllo. Il segnale di misura per la temperatura in ingresso al raffreddatore ad evaporazione è ulteriormente processato attraverso un elemento PDTA con un elemento proporzionale $X_p=100\%$, che elimina largamente il ritardo di risposta delle termocoppie.

Nel caso di rottura di una termocoppia, il sistema di misura passa automaticamente sulla termocoppia intatta ed un allarme viene inviato dal rilevatore di funzionamento della termocoppia installato nel trasmettitore di temperatura. Se entrambe le termocoppie non funzionano, il soffiaggio è interrotto.

Scarico delle polveri grossolane dal raffreddatore ad evaporazione

Durante il soffiaggio, la polvere grossolana che si raccoglie sul fondo del raffreddatore deve essere scaricata in modo continuo. Il sistema di scarico comprende i seguenti componenti principali:

- trasportatore a catena sotto il raffreddatore d'evaporazione
- valvola a ghigliottina intercettazione polvere
- valvola a ghigliottina scarico d'emergenza polvere
- valvola a doppio flap

- trasportatori a catena
- trasportatore a catena inclinato
- silo di stoccaggio intermedio polvere grossolana
- valvola a ghigliottina intercettazione polvere (sotto il silo intermedio)
- valvola a ghigliottina scarico d'emergenza polvere dal silo.

Il sistema di trasporto della polvere è di tipo meccanico e pneumatico (ad azoto) e collega il sistema di scarico della polvere grossolana con l'impianto di bricchettaggio. La misura della pressione del collettore di mandata azoto dà informazione sulla sua disponibilità al sistema. I seguenti comandi cumulativi sono previsti nella sala di controllo centrale:

- trasporto polvere grossolana ON
- trasporto polvere grossolana OFF

Il comando ON attiva automaticamente i componenti del sistema nella seguente sequenza (a partire dalla zona di scarico verso quella di carico):

- trasportatore a catena (redler) inclinato
- trasportatori a catena (redler) a monte di quello inclinato
- valvola a doppio flap
- valvola a ghigliottina intercettazione polvere
- trasportatore a catena sotto il raffreddatore d'evaporazione
- segnale impianto di trasporto polvere grossolana pronto.

Il comando OFF provoca la fermata e/o chiusura dei componenti di cui sopra nell'ordine inverso.

Una valvola a ghigliottina attuata pneumaticamente sigilla il sistema di depolverazione dall'atmosfera in caso di anomalie durante il soffiaggio: tale valvola è comandata tramite una valvola a solenoide, ed è chiusa con valvola a solenoide diseccitata. Le posizioni aperta/chiusa sono monitorate e segnalate da fine corsa di prossimità.

La funzione della valvola a doppio flap è quella di sigillare il sistema di depolverazione verso l'atmosfera ambiente mentre il sistema di scarico della polvere è in funzione. Consiste in due flap disposti in serie che si aprono e si chiudono alternativamente in modo tale che un flap è sempre chiuso. I flap sono comandati da cilindri pneumatici ognuno controllato da una valvola a solenoide.

All'avviamento, il flap inferiore si apre sempre per primo. La sequenza di controllo è come segue:

Avviamento = Flap inferiore apre (sempre per primo)
Dopo segnale di feedback APERTO = Parte il temporizzatore d'apertura
Dopo il tempo d'apertura = Flap inferiore chiude
Dopo segnale di feedback CHIUSO = Parte il temporizzatore della pausa
Dopo la pausa = Flap superiore apre
Dopo segnale di feedback APERTO = Parte il temporizzatore d'apertura
Dopo il tempo d'apertura = Flap superiore chiude
Dopo segnale di feedback CHIUSO = Parte il temporizzatore della pausa
Dopo la pausa = Flap inferiore apre
e così via

Il silo intermedio polveri serve come polmone per accumulare la polvere da una o più colate. Il silo è dotato di interruttore di livello che attiva la fermata d'emergenza per il sistema di scarico della polvere grossolana, su allarme a "MAX livello". Lo stesso è inertizzato attraverso scariche temporizzate di azoto, al fine anche di evitare impaccamenti della polvere nel silo stesso.

La valvola a ghigliottina a valle del silo verso l'impianto di bricchettaggio è comandata tramite una valvola a solenoide, ed è chiusa con valvola a solenoide diseccitata. Le posizioni aperta/chiusa sono monitorate e segnalate da fine corsa di prossimità.

A lato della valvola a ghigliottina per il funzionamento normale, una valvola a ghigliottina

d'emergenza è installata per lo scarico del silo. Questa valvola è chiusa durante il funzionamento normale ed è comandata tramite una valvola a solenoide, risultando chiusa con valvola a solenoide diseccitata. Le posizioni aperta/chiusa sono monitorate e segnalate da fine corsa di prossimità. Il silo è dotato di un riscaldatore per limitare l'umidità della polvere e prevenire situazioni di impaccamento. A tal fine, un sistema automatico di iniezione di azoto, con apertura per ~5 sec. della valvola ogni 200 sec., provvede a mantenere in moto la polvere nel silo stesso, e garantisce la presenza di atmosfera inerte.

Precipitatore elettrostatico

La funzione del precipitatore elettrostatico è quella di captare le polveri fini dai fumi primari d'acciaieria. Nell'impianto di trattamento del gas di acciaieria LT, il sistema di raffreddamento dei gas e quello di depolverazione devono accettare alternativamente gas contenenti ossigeno e gas contenenti monossido di carbonio, a causa del modo di funzionamento specifico del convertitore.

Per questa ragione, il sistema è progettato per ottimizzare la fluidodinamica, cioè in modo tale da avere condizioni di portata piena lungo l'intero percorso del gas per evitare la formazione di sacche e prevenire la formazione di miscele di gas esplosive e deflagrazioni.

Poiché le deflagrazioni non possono essere escluse completamente in applicazioni di convertitori con soffiaggio di ossigeno, il precipitatore è progettato per resistere a picchi di pressione (3 bar assoluti) ed è provvisto di valvole di sfiato di sovrappressione (n. 3 all'ingresso e n. 3 all'uscita su ogni elettrofiltro). La posizione chiusa di tali valvole è monitorata da tre fine corsa su ciascuna.

Ogni valvola ha diametro di 1,2 m, ed è costituita da un foro flangiato con guarnizione ed un disco di chiusura, tenuto in posizione da un anello ed un dispositivo di centraggio su cui lavorano tre differenti sistemi di ritenuta a molla, il primo dotato di n. 4 molle elicoidali posizionate a 90°, il secondo con n. 8 molle elicoidali (una ai lati di ciascuna delle molle del primo gruppo), il terzo costituito da un gruppo di 4 molle a tazza (intermedie a quelle del secondo gruppo). Tale sistema di ritenuta permette l'apertura della valvola in caso di aumento di pressione oltre la soglia di ritenuta, e la sua chiusura in automatico al diminuire della pressione. Le molle hanno caratteristiche di pretensionamento diverse che garantiscono l'apertura graduale della valvola.

Il precipitatore elettrostatico consiste di elettrodi di captazione disposti parallelamente che sono messi a terra attraverso l'involucro del precipitatore stesso. Il gas fluisce attraverso i passaggi formati dagli elettrodi di captazione. Nel centro dei passaggi del gas sono situati gli elettrodi di scarica aventi la forma di elettrodi fatti a strisce con punta, che sono alimentati con alta tensione di polo negativo e sono supportati da isolatori. Sotto l'azione del campo elettrostatico gli ioni di gas migrano verso la terra e quindi verso gli elettrodi di captazione polarizzati in modo opposto causando in questo modo un flusso di corrente elettrica (effetto corona). Parte di questi ioni di gas caricati negativamente si attacca alle particelle di polvere dando a loro analogamente una carica elettrica così che esse sono attratte dagli elettrodi di captazione.

La polvere captata dal gas secco è depositata sugli elettrodi di captazione da dove viene rimossa ad intervalli definiti per mezzo dello scuotimento degli elettrodi stessi.

Nella loro parte inferiore i singoli sistemi di captazione sono provvisti di speciali sistemi di fissaggio per evitare che possano cadere nella zona del raschiatore della polvere. Gli isolatori sono riscaldati elettricamente per evitare scariche elettriche dovute a depositi di polvere o umidità.

Ogni campo elettrostatico è equipaggiato con sistema di scuotimento Rotohit®, consistente in martelli fissati con disposizione sfalsata lungo la circonferenza degli alberi dello scuotitore nei passaggi del gas perpendicolarmente alla corrente del gas, in modo tale che essi cadano successivamente sulle incudini delle travi di scuotimento piastre. In questo modo le file corrispondenti delle piastre di captazione sono messe in vibrazione a intervalli predefiniti e i depositi di polvere sono eliminati. Il sistema di scuotimento degli elettrodi emittenti è basato su un principio di funzionamento analogo.

La pareti di distribuzione del gas, installate nel cono d'ingresso del precipitatore allo scopo di

assicurare una distribuzione uniforme del gas nei campi elettrostatici, sono analogamente scosse da sistemi di scuotimento azionati da motoriduttori. Tutti gli azionamenti degli scuotimenti sono attivati e disattivati contemporaneamente per mezzo di un comando dalla sala di controllo centrale e sono provvisti di un indicatore di temperatura degli avvolgimenti (contatto bi-metallico).

Scarico delle polveri fini dal precipitatore elettrostatico

La polvere scaricata si raccoglie nella parte inferiore dell'involucro del precipitatore. Da qui è mossa da un raschiatore nel trasportatore a catena integrale, che provvede all'evacuazione.

Il sistema di scarico della polvere opera in modo continuo durante la fase di soffiaggio dell'ossigeno e continua a funzionare per un periodo di tempo predefinito dopo il completamento del soffiaggio. Nel caso di fermate prolungate il sistema di scarico della polvere si ferma automaticamente ed è automaticamente riavviato all'inizio dell'operazione di carica. Il sistema di scarico della polvere dal precipitatore elettrostatico consiste dei seguenti componenti:

- n. 2 raschiatori delle polveri
- trasportatore a catena integrale con precipitatore
- valvola a ghigliottina intercettazione polvere sotto al trasportatore
- valvola a ghigliottina scarico d'emergenza polvere
- valvola a doppio flap
- trasportatore a catena di raccolta
- trasportatore a catena inclinato.

Il sistema di scarico della polvere provvede anche al trasporto delle polveri fini all'impianto di bricchettaggio. I seguenti comandi cumulativi sono previsti nella sala di controllo centrale:

- trasporto polvere fino ON
- trasporto polvere fine OFF

Il comando ON attiva automaticamente i componenti del sistema nella seguente sequenza a partire dalla zona terminale verso quella prossima al precipitatore:

- trasportatore a catena inclinato
- trasportatore a catena
- valvola a doppio flap
- valvola a ghigliottina intercettazione polvere
- trasportatore a catena integrale con il precipitatore
- raschiatori di polvere
- sistema di lubrificazione centrale
- segnale "impianto di trasporto polvere fine pronto".

Il comando OFF provoca la fermata e/o la chiusura dei componenti di cui sopra nell'ordine inverso. La valvola a ghigliottina attuata pneumaticamente è prevista per sigillare il sistema di depolverazione dall'atmosfera in caso di un funzionamento anomalo del sistema di trasporto delle polveri durante il soffiaggio dell'ossigeno. Questa valvola è installata immediatamente prima della valvola a doppio flap ed è sempre aperta durante il funzionamento del sistema di scarico della polvere. Può essere richiusa soltanto se il trasportatore a catena è fermo.

La valvola a ghigliottina è comandata tramite una valvola a solenoide, ed è chiusa con valvola a solenoide diseccitata. Le posizioni aperta/chiusa sono monitorate e segnalate da fine corsa di prossimità. A lato della valvola a ghigliottina per il funzionamento normale, una valvola a ghigliottina d'emergenza è installata sotto il trasportatore a catena. Questa valvola è chiusa durante il funzionamento normale ed è comandata tramite una valvola a solenoide, risultando chiusa con valvola a solenoide diseccitata. Le posizioni aperta/chiusa sono monitorate e segnalate da fine corsa di prossimità.

La funzione della valvola a doppio flap è quella di sigillare il sistema di depolverazione verso l'atmosfera ambiente mentre il sistema di scarico della polvere è in funzione. Consiste di due flap

disposti in serie che si aprono e si chiudono alternativamente in modo tale che un flap è sempre chiuso. I flap sono comandati da cilindri pneumatici che sono ognuno controllati da una valvola a solenoide. All'avviamento, il flap inferiore si apre sempre per primo.

La sequenza di controllo è come segue:

| | |
|---------------------------------|---------------------------------------|
| Avviamento | = Flap inferiore apre |
| Dopo segnale di feedback APERTO | = Parte il temporizzatore d'apertura |
| Dopo il tempo d'apertura | = Flap inferiore chiude |
| Dopo segnale di feedback CHIUSO | = Parte il temporizzatore della pausa |
| Dopo la pausa | = Flap superiore apre |
| Dopo segnale di feedback APERTO | = Parte il temporizzatore d'apertura |
| Dopo il tempo d'apertura | = Flap superiore chiude |
| Dopo segnale di feedback CHIUSO | = Parte il temporizzatore della pausa |
| Dopo la pausa | = Flap inferiore apre |

e così via.

Stazione di ventilazione

Una caratteristica tipica del concetto di trattamento del gas è la bassa perdita di carico attraverso il precipitatore elettrostatico, che offre il vantaggio di una bassa potenza del motore del ventilatore, così che un ventilatore assiale può essere usato per questo scopo. Il concetto di recupero gas d'altro canto rende necessario adattare in modo continuo la portata di aspirazione del gas alla portata del gas di processo generato dal convertitore, onde mantenere il giusto livello di depressione e minimizzare l'ingresso di aria falsa (maggior recupero CO).

D'altra parte, la corrente di gas deve essere innalzata a un livello di pressione maggiore per il suo invio al gasometro. Poiché questo si traduce in ampi campi di regolazione della pressione e della portata, è previsto un ventilatore assiale controllato in velocità.

Il raffreddamento del cuscinetto interno è realizzato con l'aiuto di un ventilatore d'aria di raffreddamento che è azionato assieme al ventilatore assiale e disattivato con un ritardo di tempo prestabilito, dopo la fermata del ventilatore assiale. In caso di guasto del ventilatore dell'aria di raffreddamento, il ventilatore assiale continua a funzionare fino alla fase successiva in cui non avviene il soffiaggio.

Il ventilatore assiale è equipaggiato con un rilevatore di vibrazioni e ciascuno dei due cuscinetti con un indicatore di temperatura. Ogni indicatore di temperatura ha due contatti per segnalazioni d'allarme e per sblocco. Se uno dei criteri limite è superato, il gas è dapprima dirottato dal funzionamento con recupero gas al funzionamento in fiaccola. Successivamente, il soffiaggio dell'ossigeno è interrotto e il ventilatore è fermato con ritardo prestabilito.

Il controllo della portata di aspirazione del gas LD durante la fase di soffiaggio è realizzato come una funzione sia di una portata base predefinita sia della pressione nel camino raffreddante. Allo stesso tempo la pressione differenziale tra la cappa del camino raffreddante e l'atmosfera è mantenuta a circa 0 mbar, in modo da minimizzare le entrate d'aria da un lato ed evitare fuoriuscite di gas dall'altro. A causa della colonna di gas pulsante sopra il convertitore, il loop di misura della pressione differenziale nell'area caldaia/camino raffreddante è smorzato in modo da evitare oscillazioni non desiderate del loop di controllo.

Nei sistemi di depolverazione consistenti di un precipitatore elettrostatico con a monte un raffreddatore ad evaporazione, la variazione della portata d'acqua iniettata nel raffreddatore causa una modifica nella portata volumetrica del gas, che a sua volta ha un impatto sull'umidità relativa del gas stesso. Inoltre, un aumento o una diminuzione della portata d'ossigeno nel convertitore, una variazione del rapporto di decarburazione o dell'alimentazione della materia prima influenzano la quantità richiesta di gas da aspirare.

Per questa ragione per il controllo viene usata la porta di ossigeno di soffiaggio come input di riferimento e la pressione nella caldaia a recupero di calore come variabile controllata.

Se la portata dell'ossigeno di soffiaggio è variata, questo concetto di controllo, a cascata, assicura

che la portata di aspirazione del gas sia adattata immediatamente allo stesso rapporto per mezzo del segnale in uscita del controllore del set point. Variazioni nel sistema, che hanno un impatto sulla portata del gas, sono analogamente immediatamente compensate da questo controllo del rapporto.

Variazioni di pressione nella caldaia a recupero causate dalle reazioni nel bagno di acciaio del convertitore, temperatura del gas, ecc., sono compensate da un controllo di pressione differenziale, che cambia il rapporto della portata dell'ossigeno di soffiaggio sulla portata del gas.

In caso di rottura dei rilevatori di temperatura o pressione, il valore di progetto del misuratore di portata di tipo Venturi resta bloccato come valore fisso.

Durante i periodi di funzionamento senza recupero di gas, le portate aspirate di gas sono controllate per mezzo del controllore di velocità del ventilatore indotto come una funzione della rispettiva fase di processo, e cioè:

- Fase 1 – Attesa
- Fase 3 – Carica
- Fase 4 – Inizio soffiaggio
- Fase 5 – Soffiaggio O₂
- Fase 5A – Soffiaggio con sub-lance
- Fase 6 – Fine soffiaggio
- Fase 7 – Pulizia bocca
- Fase 2 – Riscaldamento COV

La portata di gas è misurata da un misuratore di portata tipo Venturi all'uscita del precipitatore elettrostatico. Al fine di evitare perdite, la tenuta dell'albero del ventilatore è flussata con azoto.

Stazione di commutazione

La stazione di commutazione consente di indirizzare il flusso dei gas LD al gasometro, per il successivo recupero nella centrale elettrica ELETTRA CET-PIO, o alla fiaccola.

La stazione è composta essenzialmente da due valvole a campana (la valvola “verso il gasometro” o GICx800 e la valvola “in torcia” o GIx801 in Figura 9).

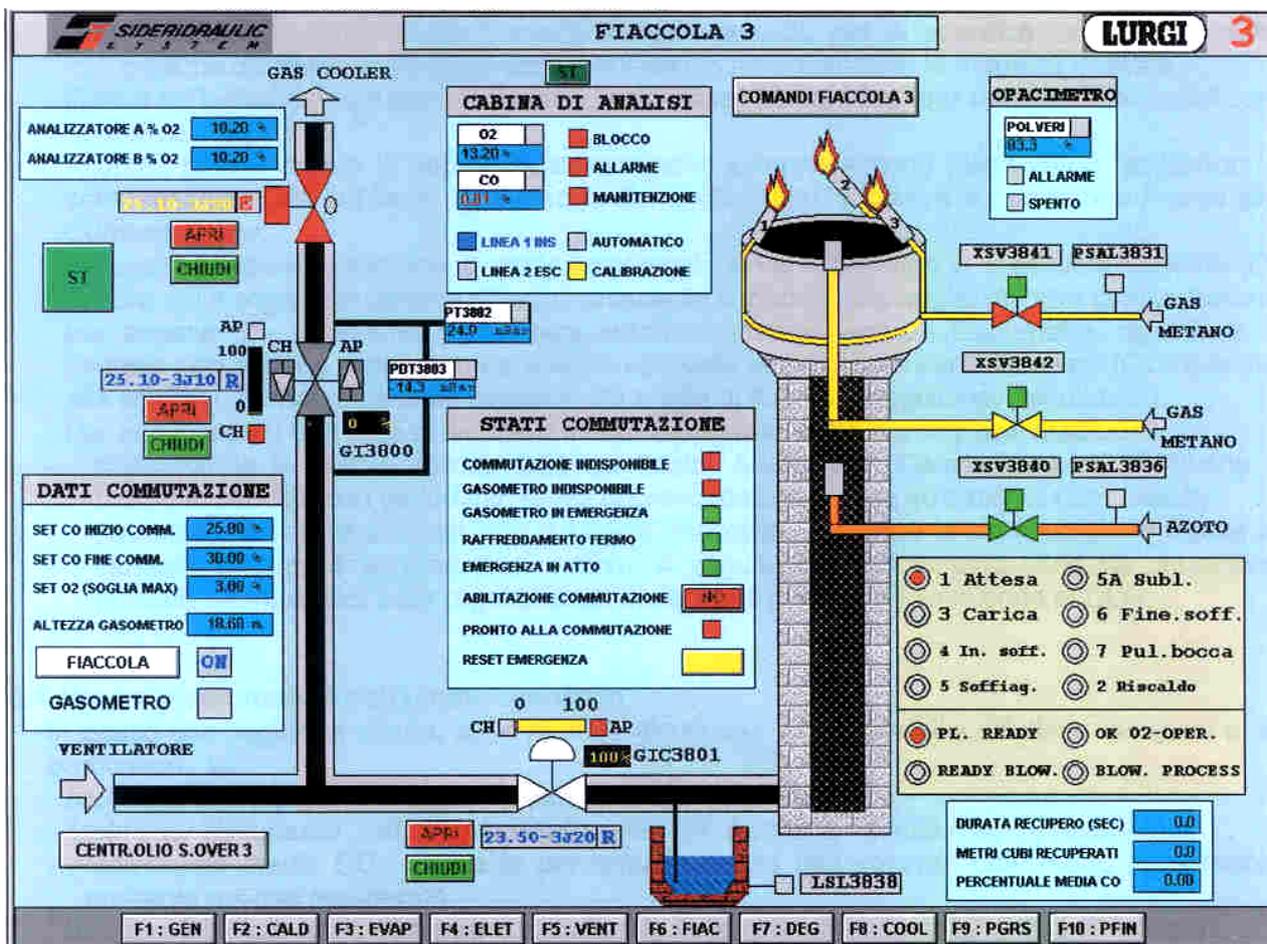
Le due valvole sono comandate oleodinamicamente in modo da assumere, in condizioni ordinarie, posizioni “complementari” (una aperta e l'altra chiusa alternativamente) allo scopo di commutare il gas ad una o all'altra destinazione.

Il sistema di controllo, una volta predisposto, gestisce la commutazione delle valvole a campana in relazione al tenore di CO e O₂ rilevati nei gas. Il tenore di CO troppo basso (minore del 40%) renderebbe non conveniente il recupero a causa dello scarso potere calorifico, mentre tenori troppo elevati di O₂ (superiori al 3%) sono considerati rischiosi per il possibile formarsi di miscela esplosiva in fase di successiva miscelazione con gas combustibile. In tali condizioni non idonee di concentrazioni di CO e/o O₂, la commutazione vede il gas convogliato in torcia.

Ogni sequenza di commutazione viene controllata dal sistema automatico in modo da provocare le minime ripercussioni sul processo di aspirazione, ciò avviene attraverso manovra graduale delle valvole, in opportuna combinazione, in modo da evitare brusche variazioni della contropressione a valle del ventilatore. Infatti, la commutazione viene gestita in modo da:

- minimizzare il rischio di fuoriuscita di fiamme da skirt e COV, onde evitare danneggiamenti alle apparecchiature e inquinamento ambientale;
- minimizzare l'ingresso di aria tra skirt e COV, onde bruciare il meno possibile il gas in cappa e quindi massimizzare la quantità di gas recuperato;
- eliminare i rischi di formazione di miscele esplosive o di rilascio di gas tossici.

Figura 9: Pagina di gestione fiaccola con info commutazione.



Al fine di garantire il funzionamento, il sistema di controllo opera le verifiche sulle apparecchiature e sui sistemi correlati in modalità ciclica. Le verifiche effettuate sono elencate di seguito:

- funzionalità meccanica e risposta della valvola a campana;
- funzionamento di tutti i sistemi di automazione correlati (raffreddamento e gestione gasometro);
- funzionamento della centrale idraulica della stazione di commutazione;
- funzionamento delle apparecchiature per le misure fondamentali (per confronto tra strumenti ridondanti);
- assetto impiantistico (ventilatore in funzione, portata superiore al minimo, pressione sul collettore verso il gasometro superiore al minimo);
- concentrazione di O₂ sul gas inviato al gasometro (tramite due analizzatori laser a monte del gas cooler);
- condizioni operative del gasometro.

In caso di anomalie il sistema di controllo impedisce la commutazione verso il gasometro e, eventualmente, impone il ritorno all'assetto dell'impianto con sfioro in candela. Nel caso di necessità di commutazione di "emergenza" il tempo di scambio è pari a 5 sec.

Avviamento della centrale idraulica

La centrale idraulica riveste grande importanza affinché possa avvenire la commutazione, un disservizio della centrale impedisce l'effettuazione della commutazione. L'impianto è progettato in modo tale che, in assenza della necessaria pressione idraulica, le valvole a campana assumano, per gravità (sistema di emergenza passiva), la posizione di "commutato verso candela".

Le due pompe principali sono controllate con logica tale da prevedere, in condizioni normali, il funzionamento di una delle due pompe mentre l'altra è in stand-by, pronta ad avviarsi in caso di disservizio della prima. Una volta avviata una delle pompe, questa resta sempre in marcia.

La relativa valvola di *Vent* si attiva al fine di generare pressione per caricare l'accumulatore. Quando questo risulta carico (pressione superiore a 140 bar) la valvola di *Vent* torna in modalità "scarico", pronta a riattivarsi qualora la pressione scendesse sotto i 135 bar o venisse attivata una qualunque utenza idraulica. Gruppi valvole per chiusura emergenza, emergenza idraulica e by-pass accumulatore verso il collettore sono gestiti dalla logica di controllo del sistema in funzione delle condizioni operative della centrale.

Apertura valvola ad occhiale

Affinché possa avvenire la commutazione, la valvola ad occhiale posizionata sul collettore verso il gasometro deve essere aperta. La valvola deve rimanere chiusa, allo scopo di evitare trafile di gas, ogni qualvolta il ventilatore in aspirazione sia fermo per tempi significativi, ad esempio in occasione della fermata dei COV per manutenzione.

La manovra della valvola può essere condotta o da cassetta di comando locale, ponendo il selettore di quest'ultima su "locale", o da postazione remota di supervisione, con selettore posto su "remoto". Affinché la manovra di apertura o chiusura possa aver luogo, è necessario che la pompa ad alta pressione sia posta in remoto e che la valvola a campana verso gasometro (Gix800) sia chiusa. A seguito di un comando di apri o di chiudi, si attiva una sequenza automatica di:

- avviamento della pompa ad alta pressione;
- attivazione della relativa valvola di *Vent*
- bloccaggio della valvola ad occhiale (apertura dei martinetti);
- rotazione della valvola ad occhiale nella direzione desiderata;
- bloccaggio della valvola ad occhiale (chiusura dei martinetti).

Finita la sequenza, la pompa ad alta pressione resta in marcia per circa un minuto, dopodiché, in assenza di altri comandi, si ferma. Qualora per un qualche problema la valvola rimanesse sbloccata per oltre 3 minuti (tempo limite previsto per l'intera manovra), il sistema di controllo comanda automaticamente la chiusura in emergenza del gasometro.

Prima di iniziare la manovra sulla valvola ad occhiale, viene verificato che tutte le valvole manuali ad essa pertinenti (di blocco e di by-pass), presenti sia sul "banco valvole" che in prossimità della valvola medesima, siano correttamente posizionate.

Manovre da comando manuale delle Valvole a Campana GIx800 e GICx801

I comandi manuali delle valvole a campana, sono previsti ed utilizzati esclusivamente per attività manutentive o di verifica della funzionalità, sono inibiti durante le fasi di recupero (commutazione verso il gasometro) e soggetti ai seguenti vincoli:

- valvola verso il gasometro (GIx800) può essere aperta solo se la valvola ad occhiale è chiusa (situazione verificata a fine corsa impegnato);
- valvola verso la candela (GICx801) può essere chiusa solo se il ventilatore è fermo.

Impostazione dei parametri per la commutazione automatica a recupero verso gasometro

Al fine di predisporre il sistema e abilitarlo all'esecuzione della commutazione automatica è necessario operare sulla pagina relativa alla stazione di commutazione/candela e impostare:

- concentrazione di CO nel gas a cui iniziare la commutazione;
- concentrazione di CO nel gas a cui terminare la commutazione;
- concentrazione di O₂ nel gas massimo ammissibile durante la commutazione.

Vi sono due modalità di recupero legate all'insieme di condizioni determinato da una parte dalla marcia della CET-PIO ELETTRA e dall'altra dal tenore di produzione dell'acciaieria (numero

colate, numero COV in marcia, ecc.). In modalità “qualità”, per limitate richieste di gas da ELETTRA si preferisce inviare al gasometro gas pregiato, ovvero iniziando il recupero a valori di concentrazione dell’ordine del 35-40%, e limitando la miscelazione con metano; in modalità “quantità”, per garantire elevate richieste di gas dalla centrale, si accetta di recuperare gas meno pregiato, ovvero partendo da valori più bassi di concentrazione (intorno al 25%). Il sistema di automazione è programmato in modo da non permettere l’introduzione di valori dei parametri palesemente non accettabili.

Affinché possa iniziare la commutazione è necessario non vi sia alcuna delle seguenti anomalie:

1. *commutazione indisponibile* (a seguito di controlli e verifiche svolte dal sistema di automazione dell’aspirazione fumi primari);
2. *gasometro indisponibile* (indisponibilità del gasometro a ricevere gas, p.es. per alto livello);
3. *gasometro in emergenza* (attivo per gravi anomalie registrate dal sistema di controllo del gasometro);
4. *raffreddamento fermo* (gas cooler in blocco);
5. *emergenza in atto* (nel caso in cui il sistema di controllo dell’aspirazione primaria ha rilevato una condizione di emergenza ed ha attivato la relativa procedura; per superare tale condizione è necessario una puntuale analisi della causa che ha originato la condizione di emergenza, l’esecuzione degli interventi necessari alla rimozione della causa e l’esecuzione degli interventi eventualmente previsti dalle pratiche operative per la sicurezza).

In condizioni di assenza delle suddette cinque anomalie, si ottiene la condizione di “Pronto alla commutazione” e il sistema commuta automaticamente verso il gasometro al verificarsi di:

- concentrazione O₂ (< 2% in volume) minore della soglia per almeno 15 sec.;
- concentrazione CO (almeno 20% in volume o da impostazione operatore in accordo alla modalità di recupero in essere) crescente e superiore alla soglia per almeno 5 o 10 sec.

Sul collettore a valle del gas cooler, in fase di recupero gas LD verso il gasometro, sono installati due analizzatori laser di O₂ che operano con logica 2 / 2, consentendo il recupero di gas avente tenore in O₂ < 2%. Un’anomalia o valori > 2% su uno solo dei due analizzatori comporta l’isolamento di sicurezza del gasometro. Il sistema commuta in candela non appena non si verifica una delle due condizioni citate. La fase di recupero in atto può essere interrotta nei seguenti modi:

- disabilitando la commutazione (soft switch: con tempi di commutazione ordinari, circa 40 sec.);
- forzando il ritorno a candela (fast switch: in circa 5 sec.).

A seguito di un manovra di fast switch sono da prevedersi possibili ripercussioni sulla regolarità del controllo di portata di aspirazione al Convertitore.

Informazioni riepilogative sull’ultimo recupero

Sulla pagina di controllo del sinottico, sono riportati in tempo reale i dati sintetici relativi all’ultimo recupero e, in particolare, la:

- durata del recupero;
- volume di gas secco recuperato;
- percentuale media di CO presente nel gas recuperato.

I dati sono automaticamente elaborati e visualizzati, in tempo reale, durante la fase di recupero ed i valori finali rimangono memorizzati fino all’inizio del soffiaggio della colata successiva. Qualora, durante il trattamento della stessa colata, vengano effettuate più fasi successive di recupero, i dati sono calcolati in forma cumulativa.

Dettagli della condizione “commutazione indisponibile”

Le situazioni che possono portare a condizione di “commutazione indisponibile”, visualizzabili sul sinottico di controllo (si veda anche la Figura 10), sono di seguito illustrate. Tutte le condizioni di

anomalia segnalate, ad eccezione di “altro convertitore in commutazione” (punto 18) e “valvole a campana non correttamente posizionate” (punto 22) vengono memorizzate dal sistema di automazione ed il loro ripristino richiede, oltre al cessare della causa che le provoca, il reset del tasto “Emergenze”.

1. *Anomalia Valvola gasometro:*

indica un malfunzionamento della valvola a campana GIX800; generalmente tale indicazione è sempre accompagnata da un ulteriore dettaglio (incongruenza fine-corsa, anomalia misura di posizione o time-out di manovra).

2. *Anomalia valvola candela:*

idem come sopra ma per la valvola a campana GICx801.

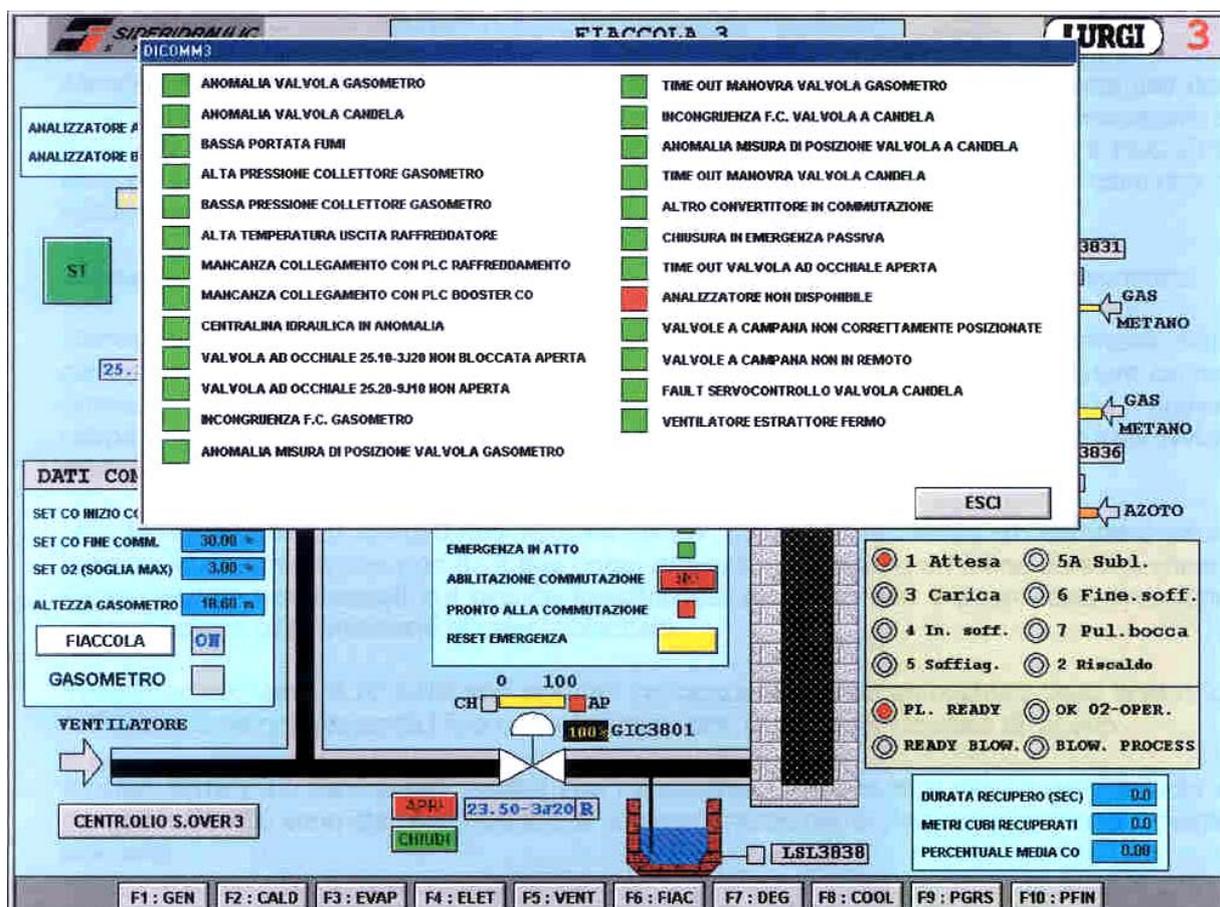
3. *Bassa portata fumi:*

indica che la misura di portata (a secco) del gas è scesa sotto i limiti prefissati (tipicamente $10.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ per più di 5 sec.). Tale condizione di anomalia è impostata al fine di prevenire l'inversione del flusso di gas in conseguenza a particolari anomalie impiantistiche.

4. *Bassa pressione collettore gasometro:*

si ha quando la pressione a valle della valvola GIX800 è scesa al disotto dei 20 mbar per 10 sec.

Figura 10: Pagina di gestione “commutazione indisponibile”.



5. *Alta pressione collettore gasometro:*

si ha quando la pressione a valle della valvola GIX800 ha superato i 50 mbar. Tale circostanza, generalmente, può essere legata ad un'occlusione del condotto gas verso il gasometro (dovuta, ad esempio, ad un eccessivo livello di acqua nel raffreddatore).

6. *Alta temperatura uscita raffreddatore:*

indica che la temperatura a valle della torre di raffreddamento ha superato i 55°C.

7. *Mancanza collegamento con PLC raffreddamento:*
non avviene lo scambio dati previsto con il PLC del raffreddamento. Ciò può accadere per un guasto allo stesso PLC o della sua interfaccia di rete, per interruzione del cavo di rete che collega il PLC con il PLC CP9 parti comuni, o per guasto del PLC CP9, guasto delle interfacce di rete o del cavo che lo collegano al PLC di automazione della linea di aspirazione COV.
8. *Mancanza collegamento con PLC Booster CO:*
come il punto precedente ma riferito al PLC del gasometro.
9. *Centralina idraulica in anomalia:*
indica che almeno una delle funzionalità essenziali della centralina idraulica non è efficiente: marcia di almeno una pompa, pressione sufficiente, accumulatore carico, pompa di ricircolo in marcia, livello olio superiore al minimo; queste ultime due condizioni operative sono necessarie affinché possa essere dato il via all'operazione di commutazione, tuttavia, la loro mancanza improvvisa consente comunque di ultimare l'eventuale commutazione in atto.
10. *Valvola ad occhiale 25.10-xJ20 non bloccata aperta:*
indica che la valvola ad occhiale dopo la stazione di commutazione non ha il fine corsa di aperto intercettato ed il fine corsa di chiuso libero, oppure i pressostati sul circuito idraulico dei martinetti non indicano una pressione corrispondente alla condizione di valvola bloccata.
11. *Valvola ad occhiale 25.20-9J10 non aperta:*
indica che la valvola ad occhiale dopo la torre di raffreddamento non presenta i fine corsa in condizione congrua con lo stato di "aperto".
12. *Incongruenza F.C. Gasometro:*
indica che i fine-corsa di aperto e di chiuso della valvola a campana GIX800 sono stati percepiti chiusi contemporaneamente (fine corsa meccanicamente bloccato).
13. *Anomalia sulla misura di posizione della valvola gasometro:*
indica che la misura analogica di posizione della valvola GIX800 ha fornito valori non congrui rispetto allo stato dei fine-corsa.
14. *Time-out manovra valvola gasometro:*
indica che la valvola GIX800 è rimasta in posizione intermedia (nessuno dei due fine corsa eccitato) per più di due minuti.
15. *Incongruenza F.C. valvola a candela:*
come per la valvola del gasometro, riferito alla valvola GICx801.
16. *Anomalia misure di posizione valvola a candela:*
come per la valvola del gasometro, riferito alla valvola GICx801.
17. *Time-out manovra valvola a candela:*
come per la valvola del gasometro, riferito alla valvola GICx801.
18. *Altro convertitore in commutazione:*
un altro convertitore sta eseguendo una manovra di commutazione (da candela a gasometro o viceversa). Tale condizione, per tutta la sua durata, impedisce la commutazione verso il gasometro. Non interrompe una commutazione già eseguita, né impedisce il ritorno in candela.
19. *Chiusura di emergenza passiva:*
indica che il sistema, avendo rilevato durante una fase di recupero una anomalia idraulica, ha comandato una commutazione in candela utilizzando il metodo di "emergenza passiva".
20. *Time-out manovra valvola ad occhiale aperta:*
indica che la valvola ad occhiale è rimasta sbloccata per un tempo superiore ai tre minuti previsti, ne consegue la richiesta di chiusura, in emergenza, della valvola ingresso gasometro.

21. *Analizzatore non disponibile:*

indica che l'analizzatore, in base ai suoi segnali di stato (in blocco, in allarme, in manutenzione, in calibrazione) non risulta disponibile. L'assenza di tale allarme non garantisce, in assoluto, l'affidabilità dell'analizzatore che potrebbe presentare anomalie non diagnosticate o essere, semplicemente, fuori calibrazione.

22. *Valvole a campana non correttamente posizionate:*

indica che, pur non essendo in modalità "recupero", le valvole a campana non risultano correttamente posizionate per la commutazione in candela (fine-corsa di chiuso della valvola G1x800 e fine corsa di aperto della valvola G1Cx801 non risultano entrambi eccitati). Al termine di una fase di recupero, durante la commutazione verso la candela, è normale che tale indicazione compaia. Ciò impedisce, fra l'altro, che la sequenza di commutazione in candela venga interrotta da una nuova sequenza di commutazione verso il gasometro, qualora risultassero nuovamente verificate le relative condizioni.

23. *Valvole a campana non in remoto:*

affinché la sequenza di commutazione verso il gasometro possa avvenire, le valvole a campana devono risultare gestibili da parte del sistema di automazione e, quindi, i relativi selettori locale-remoto, posti sulle cassette di comando locale, devono essere posizionati su remoto.

24. *Fault servocontrollo valvola a candela:*

generica anomalia dell'apparecchiatura di controllo proporzionale della valvola G1Cx801.

25. *Ventilatore assiale fermo:*

indica la mancanza del segnale di marcia del ventilatore medesimo.

Dettagli della condizione "gasometro indisponibile"

Sul quadro del sinottico di controllo, a partire dalla condizione "gasometro indisponibile", viene visualizzata la finestra con l'elenco dei dettagli di tale condizione (si veda anche la Figura 11):

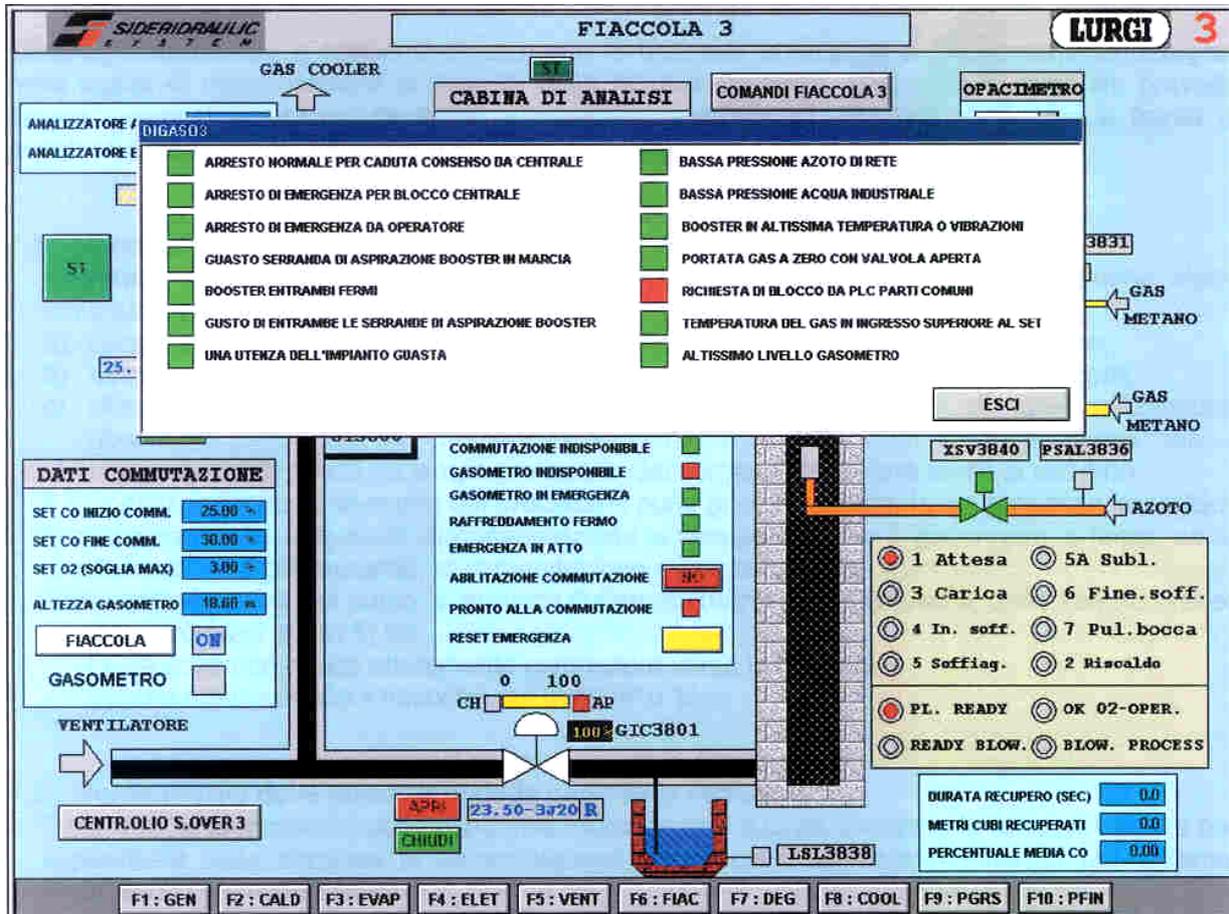
- arresto normale per caduta consenso da centrale;
- arresto di emergenza per blocco centrale;
- arresto di emergenza da operatore;
- guasto serranda di aspirazione booster in marcia;
- booster entrambi fermi;
- utenza dell'impianto guasta;
- bassa pressione azoto di rete;
- bassa pressione acqua industriale;
- booster in altissima temperatura o vibrazioni;
- portata di gas a zero con valvola aperta;
- richiesta di blocco da PLC parti comuni;
- temperatura del gas in ingresso superiore al set;
- altissimo livello gasometro.

Camino fiaccola

Il camino - fiaccola è equipaggiato con una torcia ed un sistema di accensione per bruciare i gas contenenti tenori di CO non elevati al punto da motivarne il recupero. A tale scopo la fiaccola è equipaggiata con n. 3 bruciatori pilota, sempre accesi. Attraverso una valvola solenoide il gas di accensione è avviato ai bruciatori pilota dove è mescolato con l'aria di combustione fornita da un ventilatore dell'aria di combustione.

Ogni bruciatore pilota è fornito di un indicatore di temperatura. La pressione dell'azoto, del gas di accensione e dell'aria comburente sono monitorate. L'indisponibilità di 2/3 piloti dà luogo ad una condizione di non consenso al soffiaggio. Con allarme 2/3 piloti spenti, il sistema di accensione prevede l'intervento sia da sala controllo che in locale, da quadro di comando a base della fiaccola.

Figura 11: Pagina di gestione “gasometro indisponibile”.



In caso di guasto del ventilatore assiale, di una portata insufficiente o di un guasto sul sistema di recupero gas, il gas presente nel sistema deve essere scaricato. Per questo scopo un iniettore funzionante con effetto Venturi e operante con azoto è installato nel camino fiaccola. L'iniettore è attivato da una valvola d'intercettazione controllata pneumaticamente, che apre in caso di mancanza di alimentazione elettrica o di mancanza di aria. In caso di bassa pressione azoto il processo del soffiaggio ossigeno viene interrotto.

Gas cooler

Dalle tre stazioni di commutazione, in fase di recupero verso il gasometro, i tre collettori confluiscono in un unico collettore DN 2200 che veicola il gas LD al raffreddatore “gas cooler.”. Nel gas cooler si ha un raffreddamento ad acqua onde consentirne l'ingresso nel gasometro COMIMP a temperatura adeguata per il corretto esercizio della membrana di tenuta.

Il raffreddamento del gas è realizzato mediante acqua nebulizzata da una serie di ugelli, in circuito chiuso, con recupero dell'acqua e successivo raffreddamento per scambio con l'atmosfera esterna in una batteria di aerotermini.

Il gas cooler è dimensionato per trattare contemporaneamente la portata gassosa proveniente da due COV in sovrapposizione. Il gas cooler è costituito da una torre di lavaggio di diametro 5,4 m ed altezza 13 m, con sistema di adduzione acqua di raffreddamento alle corone di ugelli e successivo ricircolo in ciclo chiuso con raffreddamento esterno.

*Dati di processo*Modalità 1 solo COV in recupero

Gas:

Ingresso gas cooler

| | |
|------------------|---------------------------|
| Portata | 104300 Nm ³ /h |
| Temperatura | 170 °C |
| Pressione | 400 mm H ₂ O |
| Volume effettivo | 163000 m ³ /h |

Uscita gas cooler

| | |
|------------------|--------------------------|
| Portata | 76000 Nm ³ /h |
| Temperatura | 45 °C |
| Pressione | 350 mm H ₂ O |
| Volume effettivo | 85600 m ³ /h |

Acqua:

| | |
|-----------------------|----------|
| Portata a gas cooler | 1400 t/h |
| Temperatura | 35 °C |
| Portata da gas cooler | 1425 t/h |
| Temperatura | 50 °C |

Modalità 2 COV in recupero

Gas:

Ingresso gas cooler

| | |
|------------------|---------------------------|
| Portata | 208600 Nm ³ /h |
| Temperatura | 170 °C |
| Pressione | 400 mm H ₂ O |
| Volume effettivo | 326000 m ³ /h |

Uscita gas cooler

| | |
|------------------|---------------------------|
| Portata | 153700 Nm ³ /h |
| Temperatura | 50 °C |
| Pressione | 340 mm H ₂ O |
| Volume effettivo | 176100 m ³ /h |

Acqua:

| | |
|-----------------------|----------|
| Portata a gas cooler | 1400 t/h |
| Temperatura | 35 °C |
| Portata da gas cooler | 1425 t/h |
| Temperatura | 50 °C |

Descrizione e modalità di funzionamento

L'impianto è costituito dai seguenti blocchi funzionali (si vedano le pagine del sinottico di gestione riportate in Allegato C1.8.10):

- ✓ gruppo pompe di mandata dalla vasca di raccolta verso lo scambiatore gas acqua, composto da tre pompe e da tre valvole installate sulla mandata delle stesse pompe;
- ✓ gruppo pompe di ritorno dallo scambiatore verso gli aerotermi, composto da tre pompe e da tre valvole installate sulla mandata delle stesse pompe;
- ✓ gruppo di nove aerotermi per il raffreddamento dell'acqua di ritorno dallo scambiatore gas acqua;
- ✓ valvola di spurgo per il mantenimento della conducibilità dell'acqua;
- ✓ valvola di adduzione per il mantenimento del livello in vasca;
- ✓ pompe dosatrici per l'immissione additivi in vasca.

Il gas cooler, una volta avviate le pompe e gli aerotermini, funziona in automatico, con il controllo dell'operatività dei sistemi effettuato dal PLC e dalla relativa logica di controllo. Tutti gli azionamenti possono comunque essere fatti in manuale, la selezione di azionamento manuale esclude il sistema o componente dal controllo della logica operante in automatico.

L'impianto può essere avviato anche in presenza di determinati azionamenti non disponibili, ma va sempre tenuto conto del fatto che:

- 1) l'impianto può operare solo per brevi periodi se non è funzionante la valvola di spurgo, la valvola di ripristino livello, e le pompe dosatrici;
- 2) l'indisponibilità di una pompa di mandata o di un aerotermino potrebbe non consentire il mantenimento della temperatura gas al di sotto del valore max di progetto;
- 3) l'indisponibilità di una pompa di ricircolo potrebbe non consentire il mantenimento del livello dell'acqua dello scambiatore al di sotto del max consentito e causare il blocco dell'impianto.

Impianto di bricchettaggio

La polvere raccolta nel raffreddatore ad evaporazione e nel precipitatore elettrostatico è trasportata in due sili separati dell'impianto di bricchettaggio.

Il sistema di scarico delle polveri, grossolane e fini, è avviato in sequenza contraria alla direzione del trasporto, vale a dire cominciando dal silo della polvere. Ciascuna unità di trasporto è interbloccata in modo tale che può essere avviata soltanto se l'unità di trasporto a valle, vista nella direzione di trasporto, è in funzione. La fermata avviene nell'ordine inverso, vale a dire iniziando con la prima unità vista nella direzione di trasporto polveri. Questi sono i trasportatori a catena al di sotto della tramoggia, nel caso del raffreddatore ad evaporazione, ed il raffreddatore a catena integrale nel caso del precipitatore. I ritardi per la fermata delle prime unità nella sequenza di trasporto sono selezionati in modo tale da assicurare che nel sistema non rimanga polvere.

Se una delle unità di trasporto si guasta a causa di un'anomalia, le unità a monte, viste nella direzione del trasporto polvere, sono fermate, mentre l'unità a valle continua a funzionare. Selettori locali per la manutenzione sono forniti per le attività di manutenzione e riparazione. Nelle modalità di controllo locale gli interblocchi non sono attivi. Il trasporto della polvere grossolana avviene con un sistema meccanico seguito da uno pneumatico mentre quello della polvere fine con un sistema esclusivamente meccanico.

L'impianto di bricchettaggio provvede alla sinterizzazione delle polveri abbattute nell'impianto depurazione fumi producendo bricchette da riutilizzare nei convertitori. L'impianto inizia con i due sili di raccolta polveri (fini e grossolane) che alimentano il sistema di trasporto al forno rotativo, dove si ha la cottura vera e propria delle polveri. Il forno è seguito dalla pressa da cui si producono le bricchette finali, da reimpiegare come parte della carica dei COV.

Impianto di aspirazione e trattamento fumi secondari acciaieria

L'impianto di trattamento fumi secondari ha sostituito l'esistente (denominato "bag house", ubicato lato CC2, a suo tempo demolito per la realizzazione degli elettrofiltri di captazione delle polveri fini dai fumi primari), tecnicamente obsoleto (punto 16, §14 Prot. 7441). L'impianto capta i fumi prodotti durante i diversi processi produttivi dell'Acciaieria mediante cappe di aspirazione ubicate in corrispondenza dei seguenti impianti / fasi del processo:

- Carica rottame e ghisa nei 3 convertitori (convertitore in posizione inclinata lato monte, cappe di carica COV1, COV2, COV3);
- Effetto "puffing" dai convertitori, fuoriuscita dalla "gonna" di fumi non captati dall'impianto fumi primari (convertitore in posizione verticale, cappe di puffing COV1, COV2, COV3);
- Spillaggio acciaio in siviera e scorifica in paiola (convertitore in posizione inclinata lato mare, cappe di spillaggio COV1, COV2, COV3);

- Rasatura scoria in siviera ghisa (postazioni rasatura VULCAN e DANGO);
- Travaso ghisa da siluro a siviera (Buche ghisa A, B e C);
- Desolfurazione ghisa (postazioni travaso 1 e 2);
- Riscaldi siviere (postazioni riscaldamento 1 e 2).

Ciascuna cappa è dotata di serranda di regolazione e di trasmettitore di depressione. I fumi captati dalle diverse cappe di aspirazione vengono convogliati in una rete di condotti, sottoposti ad una prima separazione delle polveri grossolane in un ciclone orizzontale, e quindi inviati ad un filtro a maniche del tipo pulse-jet ECOTEX, costituito da n. 20 celle disposte su due file da 10 unità (celle modulari escludibili, ciascuna a mezzo di due valvole a tampone azionate da cilindri pneumatici e con lavaggio automatico a mezzo di aria compressa).

Il sistema di lavaggio può funzionare in “ciclo continuo” o in “ciclo intermittente”; l’attivazione del sistema è legata alle misurazioni di pressione differenziale effettuate dal sistema sulle varie celle, essendo **120 mm c.a.** il valore della pressione differenziale oltre cui il sistema si deve attivare, fino al raggiungimento di valori inferiori a tale soglia di accettabilità, con completamento del ciclo di lavaggio su tutte le celle del filtro a maniche.

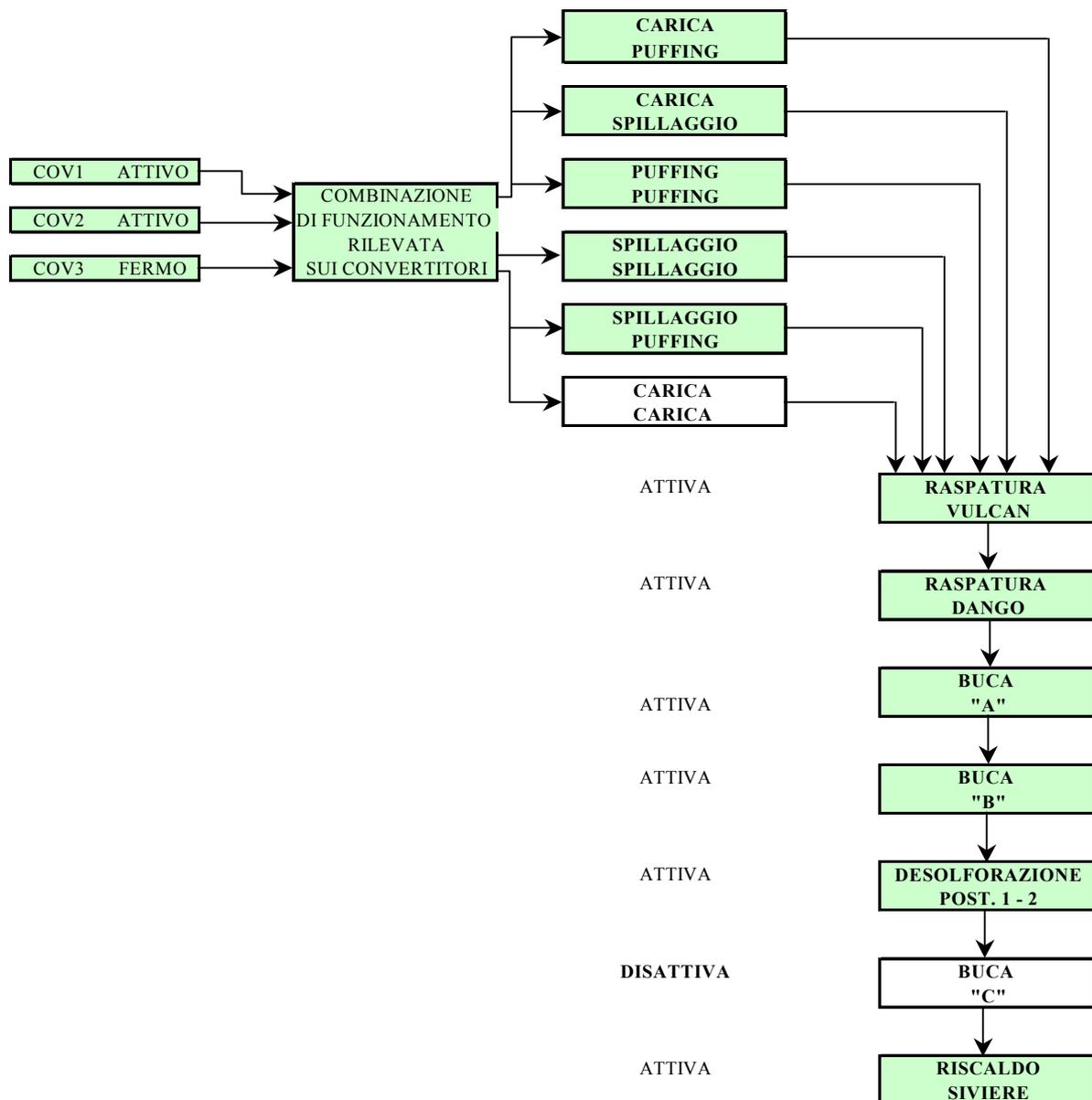
L’impianto è progettato per il funzionamento contemporaneo di un certo numero e tipologia di utenze (si veda lo schema di Figura 12) e, date le diverse caratteristiche di temperatura (le temperature max. della miscela aria/fumi oscillano dai ~50 °C al riscaldamento siviere fino a ~200 °C alla cappa di carica ghisa) e portata dei fumi provenienti dalle utenze in questione, è altresì dotato di un gruppo di sicurezza contro le temperature eccessive che potrebbero danneggiare il mezzo filtrante impiegato (feltro agugliato di poliestere).

Le polveri captate dalle unità di filtrazione sono scaricate a mezzo di tramogge e convogliate al silo di stoccaggio mediante due trasportatori meccanici REDLER. Un analogo sistema con trasportatore trasversale ed elevatore, permette il riempimento dei silos secondarie. Lo svuotamento dei silos è realizzato tramite una coclea estrattrice sul fondo dello stesso e uno scaricatore estensibile che si posiziona sul bocchettone del cassone di raccolta su automezzo. Alternativamente, le polveri, tramite nastri trasportatori possono essere convogliate al forno dell’impianto di bricchettaggio.

All’uscita del filtro a maniche, un collettore porta i fumi depurati al camino per la loro evacuazione, assicurata da una serie di ventilatori di estrazione, dotati di motori a velocità variabile, per far fronte alle diverse condizioni di funzionamento dell’impianto (numero e tipologia di utenze contemporaneamente attive).

Le serrande relative ai vari circuiti dell’impianto sono predisposte in funzione della fase operativa in cui si apprestano a funzionare i convertitori, ciascuna delle quali è identificata dal sistema, che predispone la marcia dei tre ventilatori, così come prevista nella specifica situazione.

Figura 12: Aspirazione secondaria: contemporaneo massimo funzionamento utenze varie ammesse con il funzionamento dei convertitori.

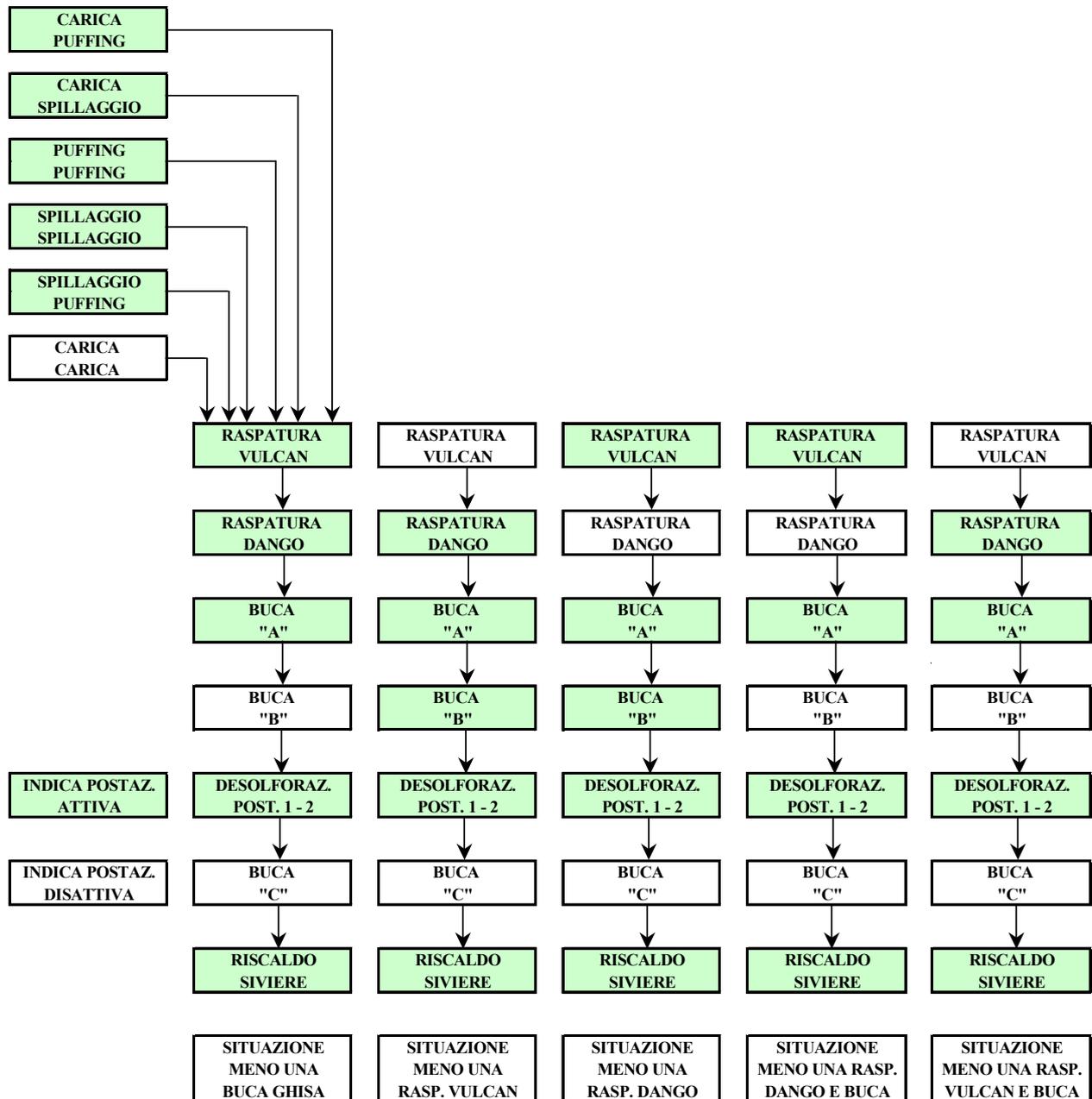


L'impianto è dimensionato per trattare due convertitori in esercizio contemporaneo, fatta eccezione per la simultaneità di carica (considerata evento eccezionale). Le sovrapposizioni delle fasi possono aversi in una delle possibili combinazioni di contemporaneo funzionamento fra:

COV1 COV2 COV1 COV3 COV2 COV3

| <i>Convertitore N°1</i> | <i>Convertitore N°2</i> | <i>Risultato della combinazione</i> |
|-------------------------|-------------------------|---|
| CARICA | PUFFING | CARICA / PUFFING |
| CARICA | SPILLAGGIO | CARICA / SPILLAGGIO |
| PUFFING | PUFFING | PUFFING / PUFFING |
| SPILLAGGIO | SPILLAGGIO | SPILLAGGIO / SPILLAGGIO |
| SPILLAGGIO | PUFFING | SPILLAGGIO / PUFFING |
| CARICA | CARICA | CARICA / CARICA (evento non supportato al 100%) |

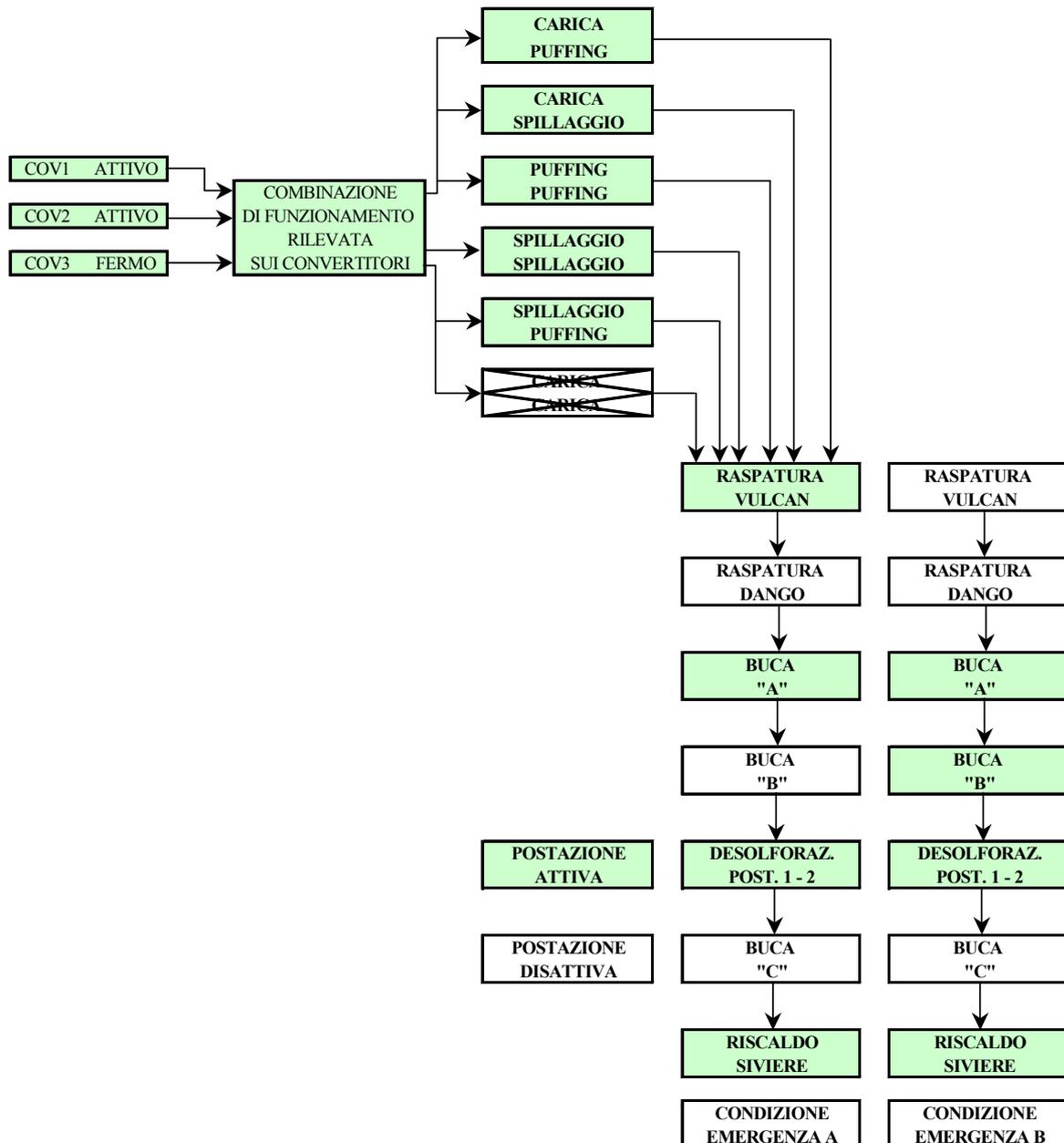
Figura 13: Contemporaneità funzionamento postazioni di trattamento raspature, buche, desolforazione, riscaldi.



Le utenze massime ammesse in contemporaneo funzionamento definite nelle varie condizioni, con o senza convertitori in funzione, sono gestite da sistema che, regolati i parametri funzionali di controllo dei tre ventilatori, provvede ad inibire le utenze non ammesse (p.es. 3° buca, Figura 13). Una particolare marcia in emergenza, con ridefinizione delle utenze massime ammesse in contemporaneo funzionamento è prevista in caso di avaria ad uno dei tre ventilatori, denominata “fase con un ventilatore fuori servizio”, per la quale è operante una procedura automatica di intervento per:

- A. messa fuori servizio del ventilatore in avaria,
- B. modifica numero di giri ventilatori operanti,
- C. modifica set trasmettitori di depressione,
- D. riduzione utenze massime ammesse dal sistema (si veda la Figura 14).

Figura 14: Utenze massime ammesse in caso di marcia con soli due ventilatori (condizione A e condizione B).



Allarmi e blocchi d'impianto

Il sistema di controllo provvede alla segnalazione di allarmi e/o blocco d'impianto al verificarsi di almeno una delle seguenti condizioni:

- ✓ Alta temperatura fumi in ingresso filtro a maniche
Per valori di temperatura $> 125\text{ }^{\circ}\text{C}$ si ha allarme e apertura serranda per ingresso aria falsa di miscelazione e raffreddamento. Se non apre la serranda, un secondo allarme a $130\text{ }^{\circ}\text{C}$ porterà al relativo allarme mancata apertura aria falsa. Se nonostante l'ingresso di aria falsa la temperatura raggiunge $135\text{ }^{\circ}\text{C}$ si ha allarme ottico – acustico continuato;
- ✓ Massimo livello silos polveri secondarie
Si ha allarme e blocco dei REDLER trasportatori e dei relativi scaricatori. L'operatore può in alternativa inviare le polveri al silos di stoccaggio dei fini;

- ✓ Riempimento tramogge filtro a maniche
Con trasportatori fermi si ha il riempimento delle tramogge, e con segnalazione di massimo livello in 8/20 tramogge, si ha una prima segnalazione di allarme, e per alto livello polvere in 10/20 tramogge si ha la fermata impianto;
- ✓ Massimo livello silos polveri fini
Conseguentemente alla segnalazione d'allarme, si provvederà all'insilaggio delle polveri fini nei silos delle polveri secondarie, fino a svuotamento avvenuto al livello medio del silos pieno;
- ✓ Incompleta o mancata attuazione manovra su serranda di intercettazione
L'allarme evidenzia il componente, se trattasi di mancato raggiungimento fine corsa o mancata partenza del motore del servocomando;
- ✓ Alta temperatura supporti ventilatore
Al superamento della temperatura di 80 °C si ha segnalazione di allarme, al superamento della soglia di 100 °C si ha la chiusura della serranda e l'arresto del ventilatore interessato;
- ✓ Alta temperatura armatura motore ventilatore
Al superamento della prima soglia di temperatura si ha segnalazione di allarme, al superamento della seconda soglia si ha la chiusura della serranda e l'arresto del ventilatore interessato;
- ✓ Elevata vibrazione supporti
Al superamento della prima soglia dei sensori di vibrazione si ha segnalazione di allarme, al superamento della seconda soglia si ha la chiusura della serranda e l'arresto del ventilatore interessato;
- ✓ Bassa pressione aria compressa
Si ha allarme ottico ed acustico per pressione dell'aria inferiore a 4 bar, legato ad un non adeguato funzionamento dei compressori e/ degli essiccatori.

In particolare, i compressori daranno allarme e blocco nelle seguenti situazioni:

- ✓ Alta temperatura aria in uscita stadio compressore
- ✓ Sovraccarico motore di comando
- ✓ Sovraccarico motori ventilatori.

Per la tipologia ed i quantitativi di sostanze prodotte e/o utilizzate in area acciaieria, fra le sostanze classificate nell'Allegato I Parte 1 del D. Lgs. n. 334/99, vanno considerati il metano e l'ossigeno, mentre fra quelle incluse nella Parte 2 va considerato il gas d'acciaieria "gas LD", contenente monossido di carbonio ed idrogeno.

1.B.1.2.1.6 Area di laminazione (LAM)

Laminazione primaria

Si tratta del complesso di impianti composto da forni di riscaldamento e treni di laminazione dedicati alla preparazione dei semilavorati per i treni finitori, per la produzione dei prodotti finiti di grosse dimensioni e di rotaie. Negli ultimi, anni in queste aree sono state effettuate notevoli modifiche allo scopo di:

- adeguare gli impianti alle esigenze dei nuovi cicli (riduzione di sozzatura utilizzando cariche prodotte della CC/2 e fabbricazione di rotaie con cariche prodotte da CC/3);
- disporre della massima elasticità del sistema, per meglio adeguarlo alle esigenze di marcia del momento.

Magazzino sbozzati (MSB)

Il magazzino, è adibito allo stoccaggio degli sbozzati di varie dimensioni e produzioni provenienti dalle colate continue, legate alla tipologia di prodotto e commessa da trattare. Il magazzino ha capacità di stoccaggio di ~14000 ton.

Forno a longheroni mobili (FLM)

L'impianto (costruito ad inforamento e sfornamento frontale) alimenta il duo reversibile BBL sia per il treno TSB che per quello RTL. Le sue principali caratteristiche sono:

- longheroni rivestiti in materiale ceramico, quattro fissi e tre mobili per l'avanzamento del materiale, azionati da una centralina oleodinamica;
- recuperatore di calore per riscaldamento aria comburente;
- piano di inforamento a ripeurs.

Produzione nominale: 140 ton/h.

Temperatura aria comburente: 350 ÷ 450 °C (in funzione della produttività del forno).

Temperatura media di sfornamento: 1290 °C.

Dimensioni principali:

| | |
|----------------------------------|-----------|
| Lunghezza max. blumo | 8.870 mm |
| Lunghezza minima blumo | 4.050 mm |
| Interasse vie a rulli | 32.600 mm |
| Lunghezza interna | 28.600 mm |
| Lunghezza 1 ^a sezione | 13.500 mm |
| Lunghezza 2 ^a sezione | 15.100 mm |
| Larghezza interna | 9.600 mm |
| Altezza sopra pass-line | 1.500 mm |
| Altezza sotto pass-line | 2.400 mm |

Il FLM è un forno del tipo walking beam (longheroni mobili) bilaterale, con inforamento e sfornamento frontale (tramite macchina sfornatrice), suddiviso in due sezioni indipendenti.

All'inforamento, il blumo, centrato davanti alla porta sulla via a rulli, viene sollevato dai longheroni mobili durante il ciclo di innalzamento, e depositato sui longheroni fissi sul pianale fuori forno. Le salite dei longheroni nelle due sezioni sono indipendenti, mentre la traslazione è comune: questo permette di eseguire le movimentazioni separate delle due sezioni.

Il forno è dotato di otto zone di controllo, 4 superiori e 4 inferiori. Le zone superiori sono dotate di bruciatori radianti (totale n. 78 bruciatori) mentre le inferiori di bruciatori laterali a fiamma lunga (totale n. 22 bruciatori), alimentati a gas metano (apporto termico totale 97.400.000 kCal/h).

Il forno ha in dotazione due pirometri posizionati sulla volta del forno in prossimità del portellone di sfornamento che leggono la temperatura superficiale del blumo. Viene registrato il valore max. di temperatura rilevato da uno dei due pirometri su ogni singolo blumo. Una carta di controllo, visibile su monitor nella cabina FLM, gestisce in tempo reale l'andamento del dato.

Sistema raffreddamento.

Il sistema di raffreddamento è costituito da un sistema ad acqua a circuito chiuso così costituito:

- Circuito primario: utilizza acqua demineralizzata. La portata d'acqua necessaria per il raffreddamento del forno (280 m³/h) è assicurata da 4 elettropompe (1 + 3 in stand by) capaci ciascuna di una portata nominale di 300 m³/h e prevalenza di 50 m di colonna d'acqua. Come seconda emergenza è disponibile una pompa diesel (350 m³/h).
- Il circuito secondario utilizza acqua di mare con portata da 300 a 550 m³/h.

Dal confronto tra la curva dello stato termico della carica e quello relativo alla curva di riscaldamento desiderata, la logica di controllo calcola la distribuzione dell'apporto termico alle varie zone del forno, atta ad eliminare le differenze tra le due curve. La logica di controllo calcola i valori di set delle temperature di zona, da impostare sul sistema di regolazione. L'obiettivo di questa funzione è di modificare il profilo di riscaldamento della carica in forno, calcolato dal modello matematico, in modo che coincida con quello richiesto. Per ogni qualità di acciaio sono definiti dei corrispondenti gruppi di riscaldamento che fissano i limiti di temperatura max. di zona (SET) del forno e la relativa cadenza.

Treno Duo Reversibile BBL

Il BBL è un treno blooming reversibile con un canale a tavola piana e quattro in cassetta, di cui uno doppio, che provvede a sbizzare i blumi, realizzando la “presa” per la laminazione al treno 850 ed al TSB. Per ogni tipo di profilo è definito lo schema di laminazione da realizzare al BBL. Tutti i blumi sono discagliati con acqua in pressione (sulle facce superiore ed inferiore) prima della laminazione al BBL.

La discagliatrice è attivata tramite fotocellula. Sono previsti schemi di laminazione alternativi nel caso di guasto della discagliatrice. Di ogni barra, all’uscita del BBL, è registrata la temperatura tramite pirometro.

L’impianto è destinato alla preparazione delle cariche del treno RTL per rotaie e angolari e del treno TSB per sbizzati, prodotti finiti di grosse dimensioni e cingoli.

Le caratteristiche principali sono:

- cilindri a tavola ad alzata variabile;
- linea davanti e dietro treno, quest’ultima con girablumi;
- flushing di evacuazione scaglie dalle gabbie e vie a rulli;
- cambio rapido dei cilindri di laminazione;
- calibrazione dei cilindri adeguata a trasformare i blumi fabbricati da colata continua CC/3 in qualunque sezione idonea per l’alimentazione dei treni finitori.

Treno RTL (Treno Rotaie)

Il treno di laminazione (rewamping 1997/1998) permette la produzione di rotaie di ottima caratteristica meccanica e con tolleranze dimensionali sempre più ristrette ed uniformi. A valle del suddetto intervento, sono state conservate due gabbie duo delle tre costituenti il tradizionale treno di laminazione reversibile, opportunamente rewampate, che costituiscono la prima parte del processo di fabbricazione delle rotaie, che si completa con sei gabbie del treno continuo di cui quattro universali e due orizzontali, oltre ad una gabbia refolettrice per la produzione di angolari.

Il lay-out del treno di laminazione e del finimento rotaie è riportato nelle Figure 15 e 16.

La gestione operativa dell’impianto viene effettuata da sette pulpiti di manovra, due per la zona forno e BBL, due per le gabbie reversibili, uno per il treno continuo e due per la parte di raffreddamento e finitura. All’uscita del treno continuo è installata una marcatrice automatica per la marcatura delle rotaie gestita dal sistema operativo che gestisce l’intera linea di produzione.

Il laminato, all’uscita del treno di laminazione (dopo essere stato bonificato alle estremità tramite due seghe a caldo) viene posizionato sulla placca di raffreddamento tramite una serie di carrelli sollevabili, che hanno la particolarità di essere indipendenti e movimentati ciascuno per proprio conto. Questo permette di posizionare il prodotto laminato sulla placca con una freccia tale da far restare le rotaie sufficientemente diritte e quindi essere facilmente introdotte nelle raddrizzatrici poste in uscita alla placca. La placca di raffreddamento ha una lunghezza di 120 m, una larghezza di 20 m ed una profondità di 4 m.

Figura 15: lay-out RTL: treno di laminazione.

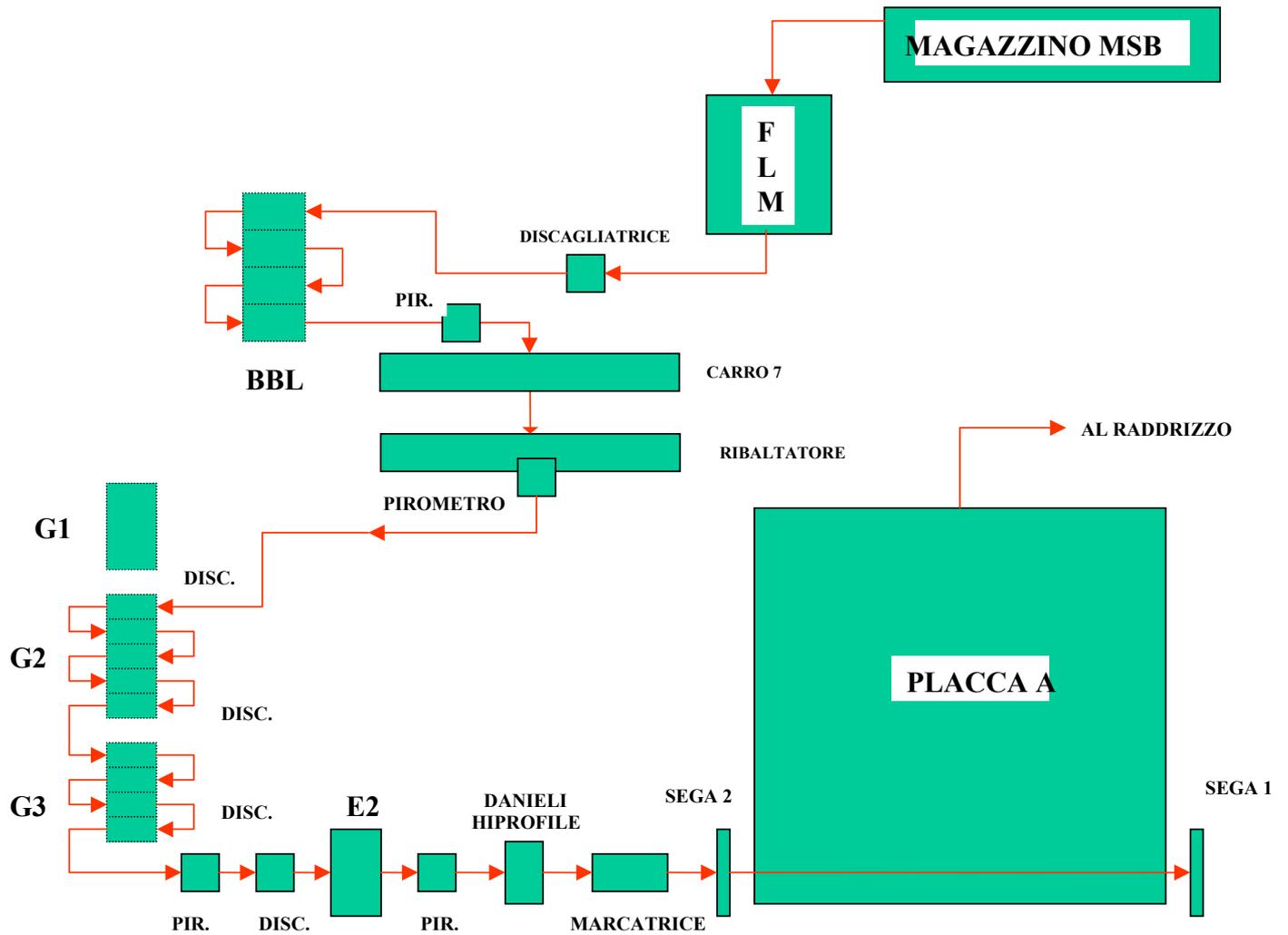
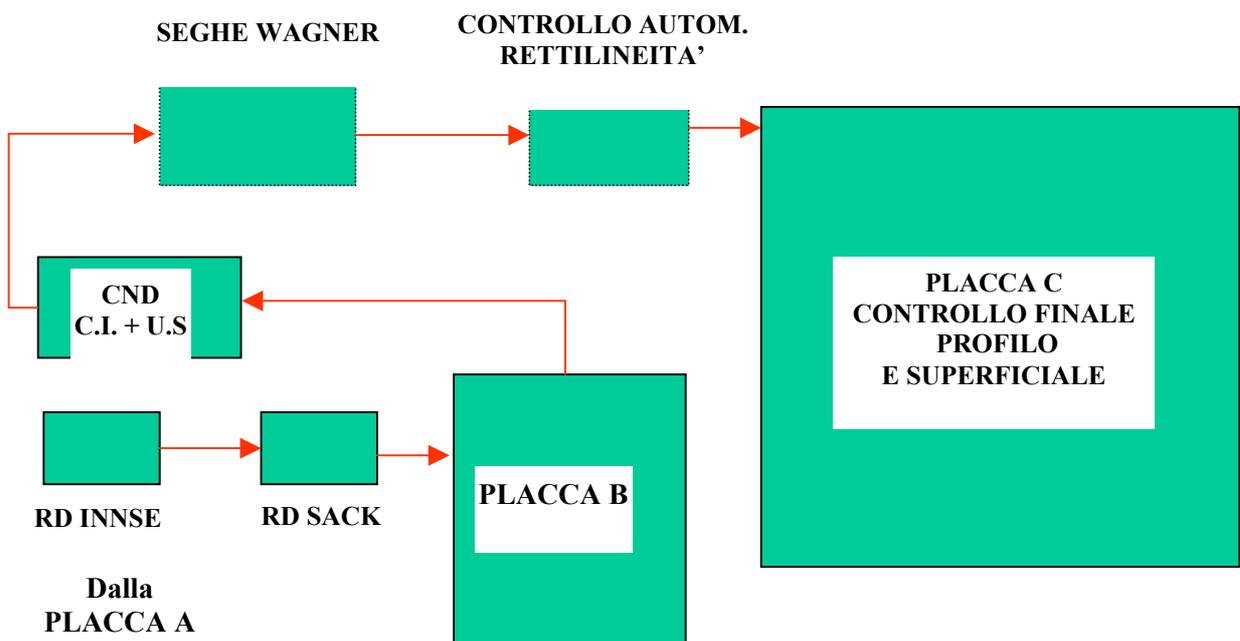


Figura 16: lay-out RTL: finimento rotaie.



L'avanzamento delle rotaie è ottenuto da un sistema Walking-beam che consente di eliminare qualsiasi strisciamento, evitando eventuali difettosità a caldo. In uscita alla placca si trova il gruppo raddrizzatrici, composto da tre macchine che lavorano in coppia per la raddrizzatura delle rotaie (una con rulli verticali ed una con rulli orizzontali) o singolarmente per la raddrizzatura degli angolari (rulli orizzontali). Durante la laminazione delle rotaie, la raddrizzatrice degli angolari è posta fuori linea.

Il laminato preparato al BBL è inviato al treno reversibile tramite sistema trasferitore-carrellone-ribaltatore. Il treno reversibile è costituito da due gabbie reversibili G2 (Demag, con due discagliatrici) e G3 (Danieli, con una discagliatrice). Prima dell'ingresso nel treno reversibile (subito dopo il ribaltatore) è rilevata la temperatura del laminato tramite pirometro. Una sirena segnala temperature inferiori a 990 °C.

Treno continuo (E2)

Al treno continuo è eseguito un unico passaggio (passaggio finitore), i canali sono tripli o quadrupli a secondo del tipo di profilo. All'ingresso del treno ed all'uscita della gabbia E2 (Pomini) sono posti due pirometri. I dati relativi alla temperatura d'uscita dalla gabbia E2 (fine laminazione) sono monitorati da una carta di controllo. All'ingresso della gabbia è posta una discagliatrice attivata dalla presa di carico del motore. In uscita, il laminato ha velocità di circa 3.5 m/s.

Misuratore di profilo Danieli Hi-profile

È costituito da un sistema di misura dinamico basato su quattro unità di misura composte da una sorgente laser che illumina una porzione della rotaia da misurare e da una telecamera ad alta definizione (CCD) che misura la posizione delle linee laser. Le quattro unità sono contenute in un robusto contenitore che le protegge e ne permette la movimentazione. Le telecamere sono dotate di filtri che permettono la sola visione delle luci laser ed impediscono il passaggio della luce esterna. Le immagini del contorno della rotaia ottenuto con le fonti laser sono convertite in segnali video e trasferite ad un sistema di supervisione che permette di ricostruire il profilo reale della rotaia su video. Le informazioni sono registrate su un database presente sul server della macchina.

Marcatrice a caldo Seeber

Permette la marcatura di ogni singola rotaia, operazione che avviene completamente in automatico. La lettura della stringa di marcatura da riportare sul pezzo è letto dalla macchina dalle informazioni di tracking. La sincronizzazione della marcatrice con il pezzo da marcare avviene tramite encoder e dinamo tachimetrica. La posizione trasversale corretta che deve assumere la testa di marcatura rispetto alla rotaia è effettuata grazie ad un trasduttore di posizione laser. La macchina può effettuare fino ad una marcatura ogni 6 metri di barra ma lo standard è di una marcatura per rotaia.

Placca A

La placca A permette il raffreddamento della rotaia. Il raffreddamento avviene per irraggiamento e convezione naturale. Il carico della rotaia sulla placca avviene tramite un sistema di carrellini navetta con movimentazione indipendente. La movimentazione delle barre sulla placca avviene tramite un sistema Walking beam (longheroni mobili) azionati da attuatori idraulici. Lo scarico della rotaia sulla via a rulli di adduzione alla raddrizzatrice avviene con un sistema di carrellini analoghi a quelli di carico. Il funzionamento della placca può essere automatico, semiautomatico o manuale. Caratteristiche principali:

- Massima lunghezza barra gestibile: 115 m.
- N° rotaie posizionabili sulla placca: 35.
- Tempo permanenza minimo in placca: ~2 h.

Raddrizzatrici INNSE e SACK

Il raddrizzo delle rotaie (temperatura max. di raddrizzo 60 °C) è eseguito da due macchine poste in serie (raddrizzatrice INNSE e SACK). La INNSE permette il raddrizzo della barra secondo la direzione ortogonale alla suola; è composta da nove anelli ad asse verticale, quattro motorizzati fissi che agiscono sul fungo della rotaia e cinque folli traslanti in direzione trasversale che permettono l'impostazione delle frecce di raddrizzo. Gli anelli motori hanno la possibilità di subire traslazioni secondo la direzione dell'asse di rotazione. L'intera macchina ha la possibilità di traslare secondo la direzione trasversale e verticale in modo da permettere l'allineamento con la SACK.

La SACK permette il raddrizzo della rotaia secondo la direzione ortogonale all'anima della barra; è composta da sette anelli ad asse orizzontale, tre motorizzati (gli inferiori) e quattro folli traslanti che permettono l'impostazione delle frecce di raddrizzo. Le due macchine sono azionate da un unico motore elettrico. L'impostazione delle frecce di raddrizzo (pressioni) è definita da specifiche pratiche operative.

PLACCA B

Permette il trasferimento della rotaia dalle raddrizzatrici alla postazione CND. Il trasferimento avviene tramite catene con rotaia dritta sulla suola. Sulla placca possono essere depositate al max. n. 40 rotaie.

Linea di finimento FTL

La linea di finimento è costituita da un impianto di controlli non distruttivi (CND), da una linea di taglio a misura a freddo e controllo automatico della rettilineità e dei profili e da una zona di controllo visivo dei prodotti finiti prima della spedizione. La gestione operativa viene effettuata da tre pulpiti di manovra, uno per la zona CND, uno per la zona seghe e uno per la zona di finitura.

Le rotaie buone, vengono trasferite ai piani di controllo visivi che permettono di visionare sui quattro lati le rotaie, ruotandole automaticamente a gruppi di quattro.

Finimento linea angolari

All'uscita delle raddrizzatrici e prima della via a rulli di adduzione ai controlli CND, è operante un'uscita che permette il trasferimento dei prodotti angolari ad una differente zona di finitura. La gestione operativa dell'impianto viene effettuata da due pulpiti di manovra.

Questa finitura è essenzialmente composta da:

- gruppo di cesoiatura delle barre in lunghezza commerciale;
- gruppo di trasferimento ed impacchettamento automatico dei prodotti tagliati.

Successivamente, i pacchi finiti e legati sono trasportati, per mezzo di una via a rulli, alla zona di stoccaggio e spedizione.

Controlli non distruttivi (CND)

Controllo con correnti indotte (Eddy Current). Macchina utilizzata: ROHMANN.

L'entità dei difetti rilevabili è quella equivalente al segnale generato da un difetto artificiale costituito da intagli aventi larghezze di 0.3 mm e profondità di 1.5 e 2 mm. Max. velocità di rilievo: 1.5 m/sec.

Nel caso di segnalazione della possibile presenza di un difetto il sistema effettua la spruzzatura di vernice bianca sulla zona della rotaia interessata dalla segnalazione in modo da facilitare il successivo collaudo finale della barra.

Controllo Ultrasuoni. Macchina utilizzata: KARL DEUTSCH ECHOGRAPH 1155.

Tipo sonde: sonde a cristallo singolo diametro 12 mm con accoppiamento tramite acqua degasata.

Aree esaminate: Fungo (87%); Anima (78%); Suola (40%). Dimensioni minime difetti: difetti equivalenti a fori passanti o a fondo piatto di 2 mm di diametro. Max. velocità di rilievo: 1.5 m/sec.

Nel caso di segnalazione della possibile presenza di un difetto il sistema effettua la spruzzatura di vernice rossa sulla zona della rotaia interessata dalla segnalazione. Le segnalazioni che possono ricondursi ad effettivi difetti sono ricontrollate con sistema manuale.

Seghe WAGNER

Dalla postazione CND, attraverso il “Piano 3.7” dotato di catene, le rotaie sono trasferite alle seghe a freddo Wagner. La postazione è costituita da due seghe circolari in serie che permettono spuntatura delle barre, taglio a misura e foratura delle estremità. I dischi di taglio e le punte a forare sono dotate di inserti in carburi sinterizzati. Le misure da 9,170 m a 36,576 m sono ottenute con uno scontro mobile, le misure superiori a 36,576 m standard sono ottenute con scontri fissi, altre misure con sistemi di fotocellule.

Sistema di controllo profilo e rettilineità

La misura della rettilineità orizzontale e verticale della rotaia avviene tramite un sistema di misura non a contatto basato su una serie di dispositivi di rilevamento a triangolazione composti ciascuno da un laser ed una telecamera. Il principio si basa sulla triangolazione ottica ottenuta con fascio laser ed una telecamera a matrice di punti. Il fascio laser viene generato da una sorgente allo stato solido ed espanso per mezzo di una lente cilindrica che permette di rendere uniforme la distribuzione del fascio. Il fascio laser riflesso viene misurato da una speciale telecamera posizionata con una certa angolazione rispetto al fascio laser, con sensore che integra un gruppo di 8 convertitori analogico-digitali operanti in parallelo. Il sistema di misura della rettilineità è composto da 2 gruppi di sensori a triangolazione composti ciascuno da 10 sensori distanziati tra loro di 150 mm. Il sistema di rilievo del profilo è costituito da 4 gruppi laser-telecamera disposti su una sezione e diretti secondo 4 direzioni di puntamento per coprire l'intero profilo.

PLACCA C

La placca C funge da piano di collaudo. E' dotata di un sistema di ribaltatori che permettono di ispezionare le rotaie su tutte le superfici. La placca è suddivisa in tre sezioni (lunghe ciascuna circa 36 m) che possono operare indipendentemente.

- Massimo numero di rotaie gestibili sulla placca: 55
- Massima lunghezza gestibile: 110 metri.

Il carico delle rotaie dalla placca C sui carri avviene tramite gru a bandiera se la lunghezza è superiore a 36,576 m, se le lunghezze sono inferiori od uguali a tale misura si utilizzano due gru 39 abbinate, tutte dotate di rail-grips per la presa delle rotaie e non di magneti.

Dopo l'identificazione finale e la pesatura, effettuata per singola rotaia, tutta la produzione conforme viene caricata su carri ferroviari per la spedizione, mediante gru a bandiera in grado di movimentare contemporaneamente fino a quattro rotaie da 108 m.

Treno reversibile TSB

Il treno è costituito da 2 gabbie a duo reversibile; produce billette quadre, tondi, piastre per armamento ferroviario, ruote, cingoli agricoli ed industriali. Nelle Figure 17 e 18, di seguito riportate, è illustrato il lay-out del treno. L'impianto è dotato di flushing per l'evacuazione della scaglia e di un sistema automatico per il cambio dei cassoni di raccolta spuntature. La gestione operativa dell'impianto viene effettuata da vari pulpiti di manovra.

Il laminato preparato al BBL è inviato, tramite via a rulli, al treno reversibile, costituito da due gabbie reversibili G1 e G2. L'utilizzo di entrambe o di una sola delle gabbie dipende dal tipo di profilo da realizzare. Tutti i profili, ad esclusione delle billette quadre e dei tondi da 115 a 195 mm di diametro, sono realizzati con entrambe le gabbie. Entrambe le gabbie hanno un motore unico per la rotazione. I cilindri delle due gabbie sono accoppiati con allunghe di trasmissione. Il treno è

dotato di quattro manipolatori per l'imbocco del laminato. Il trasferimento del pezzo da una gabbia all'altra avviene tramite ripeurs.

Sega 1, sega 2 e cesoia

Il taglio a misura del materiale è ottenuto a caldo con due seghe circolari poste in serie. Il diametro del disco delle seghe è pari a 2 m, velocità di rotazione dischi 840 giri/min.

La cesoia è utilizzata esclusivamente per il taglio delle billette quadre, utilizzando coltelli sagomati. L'evacuazione delle spuntature alla sega 1 avviene tramite cassone dotato di skipper per il sollevamento; alla sega 2 ed alla cesoia le spuntature sono raccolte in un'apposita fossa ed evacuate con gru a magneti.

Placca marcatura + marcatrice STOMMEL VOOS

La placca permette la marcatura a caldo del pezzo che non deve seguire il ciclo buca. La placca è di tipo a longheroni mobili, movimentati con un sistema meccanico a camme. Il numero massimo di pezzi depositabili sulla placca è pari a 26. La massima lunghezza dei pezzi gestibili sulla placca è di 13 m. La marcatura avviene tramite punzonatura della testa del laminato, indicando il numero di colata e numero d'ordine. I dati da indicare sulla marcatura, disponibili su sistema informativo, sono inseriti dagli operatori. Nel caso di malfunzionamento od avaria della marcatrice Stommel Voos la marcatura è realizzata manualmente con stick.

Placca marcatura ciclo buca + marcatrice BERTOLOTTI

La placca permette la marcatura a caldo, tramite la marcatrice Bertolotti, dei pezzi che devono seguire il ciclo buca. La marcatura avviene tramite punzonatura della testa del laminato, indicando unicamente il numero di colata. Nel caso di malfunzionamento od avaria della marcatrice Bertolotti la marcatura è realizzata manualmente con stick, successivamente al ciclo di raffreddamento.

Figura 17: lay-out treno di laminazione TSB.

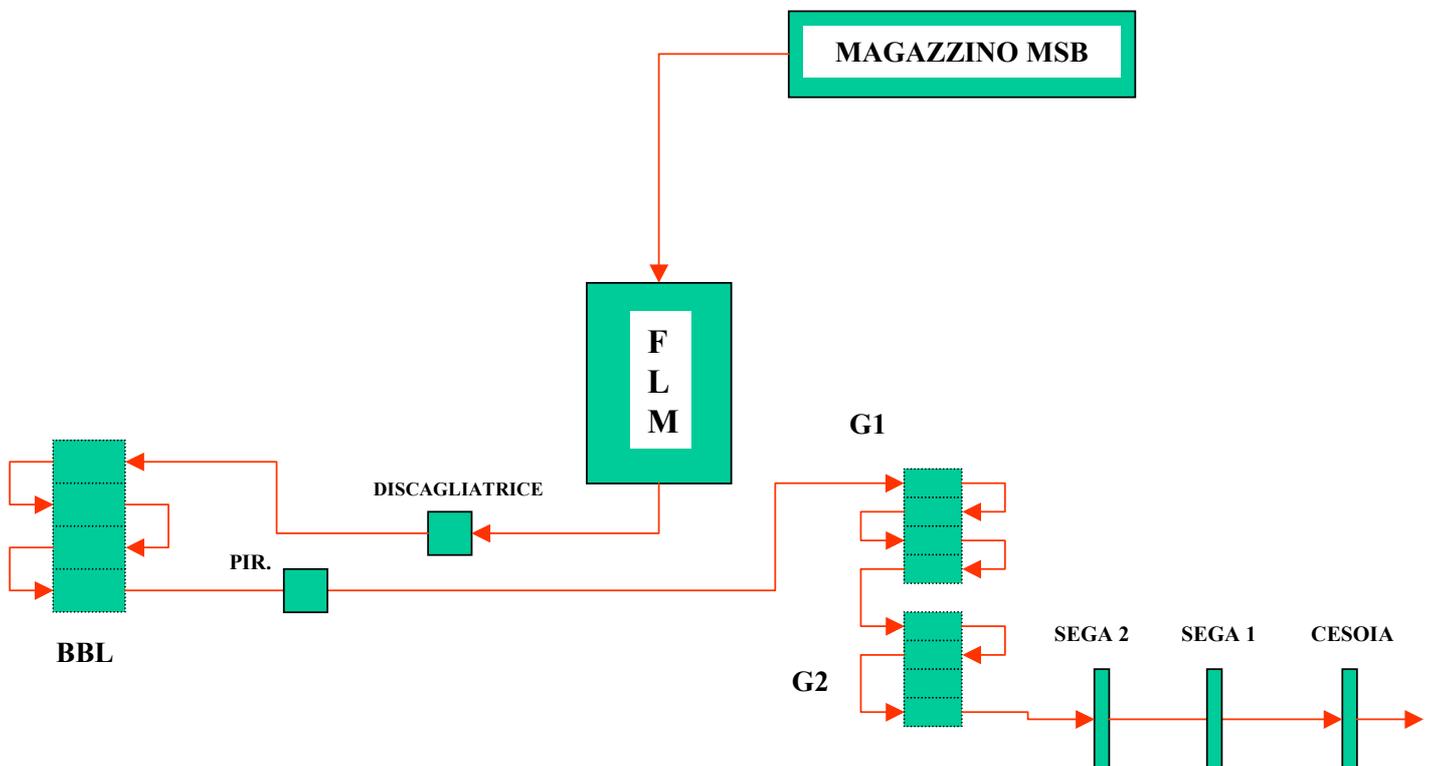
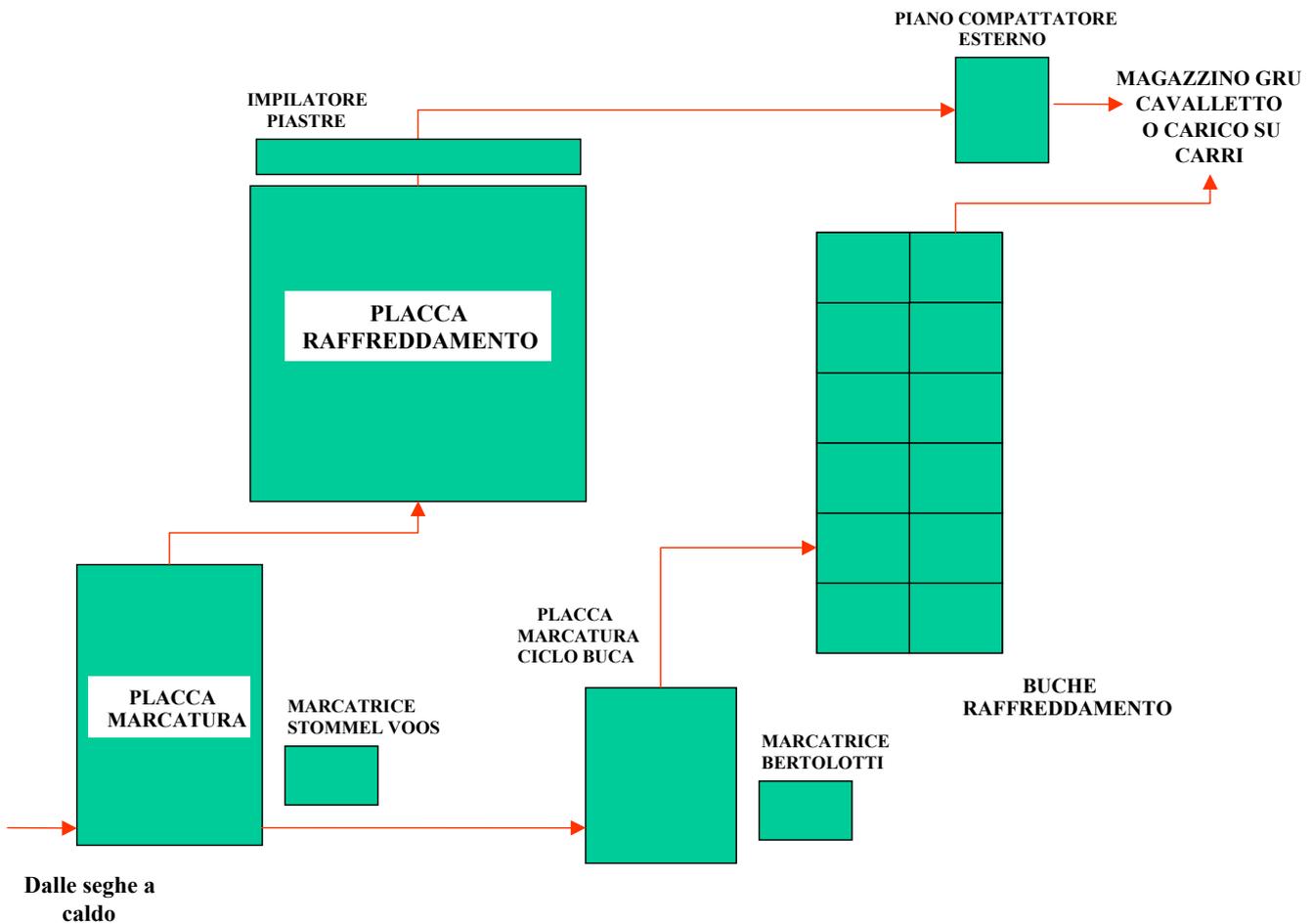


Figura 18: lay-out placche di raffreddamento treno TSB.



Buche di raffreddamento

L'impianto buche di raffreddamento controllato è formato da 10 buche doppie più una singola rivestite di materiale refrattario. Il ciclo buca si rende necessario per quelle qualità acciaio critiche per la formazione di fiocchi da idrogeno, cricche tensionali da raffreddamento e per realizzare valori di durezza che consentano lavorazioni meccaniche senza ricevere successivi trattamenti termici. Il materiale deve essere posto in buca ad una temperatura non inferiore a 600 °C. Il trattamento dura non meno di 5 giorni. Il posizionamento in buca del materiale avviene con un'apposita gru a ramponi.

Placca di raffreddamento DANIELI

La placca di raffreddamento Danieli permette il raffreddamento del materiale che non segue il ciclo buca e la movimentazione del materiale verso il piano compattatore esterno. La placca è di tipo a longheroni mobili, movimentati con un sistema meccanico a camme eccentriche. Il numero max. di pezzi depositabili sulla placca è di 148. La max. lunghezza dei pezzi gestibili sulla placca è di 13 m.

Impilatore piastre

A fianco della via a rulli di adduzione dalla placca Danieli al pianetto esterno, opera un impilatore utilizzato unicamente per le piastre, che ne permette l'impacchettamento. La movimentazione del materiale avviene tramite gru girevole dotata di catene o magneti.

Pianetto compattatore esterno

Il materiale dalla placca Danieli tramite una via a rulli è inviato al pianetto compattatore esterno da cui il materiale è prelevato da una gru a cavalletto dotata di magneti per la successiva messa a stallo o il carico su carri per il trasferimento al finimento.

Lo stoccaggio del prodotto, in attesa di spedizione, viene effettuato in una campata che è parallela a quella sopra descritta, servita da una gru, da un binario e da strada per autocarri. Avanti e dietro le due gabbie sono installati quattro manipolatori con comando oleodinamico.

La finitura del prodotto per clienti viene effettuata in un'area dotata di piani d'ispezione, sui quali vengono effettuate operazioni di controllo superficiale e controllo interno (con ultrasuoni), ed eventuali riparazioni di piccoli difetti. L'area è servita da due binari per la movimentazione del materiale a mezzo di carri ferroviari e da un carro ponte.

Treno medio piccolo (TMP)

Il forno di riscaldamento delle billette ad infornamento frontale e sfornamento laterale è del tipo a spinta ed attualmente riscalda billette prodotte da colata continua e sbozzati provenienti dal TSB. La carica infornabile ha sezione 200 x 200 mm oppure di 170 x 170, con una lunghezza massima di 12 m.

All'uscita dal forno, le billette subiscono un processo di discagliatura, prima di giungere al treno di laminazione continuo Demag (anno 1965), composto da 17 gabbie orizzontali e verticali poste in linea, nel quale sono state inserite, sulla zona di sbozzatura, le gabbie 0A e 0B Danieli e successivamente le gabbie S1 e S2 Siderimpes. Grazie all'inserimento delle nuove gabbie, è stato possibile portare la sezione della carica infornabile alla citata misura di 200 x 200mm, allo scopo di migliorare la produttività e razionalizzare maggiormente il processo, avendo la facoltà di laminare, secondo le esigenze, direttamente le billette prodotte dalla colata continua senza dover necessariamente passare per una prima fase di sbozzatura delle stesse.

Le gabbie di laminazione sono intervallate da cesoie per la spuntatura delle barre ed il taglio a misura durante la laminazione.

Un misuratore di profilo automatico (posto in uscita al treno di laminazione) tiene sempre sotto controllo la dimensione del prodotto laminato, permettendo agli operatori di verificare il rispetto delle tolleranze e, se necessario, intervenire con regolazioni sulle gabbie e sulle attrezzature. La gestione operativa dell'impianto viene effettuata da due pulpiti di manovra, uno per la zona forno ed uno per il treno di laminazione.

Una placca di raffreddamento di tipo "walking beam" a doppio letto di raccolta permette di raffreddare le barre prodotte; la velocità del processo di raffreddamento viene gestita per mezzo di un sistema di coperture coibentanti in acciaio inox delle quali è possibile variare l'altezza rispetto allo strato di barre. Le barre vengono quindi trasferite all'impianto di segatura, composto da quattro seghe rotative (2 per linea) che le riducono alla misura richiesta dal cliente; vengono infine impacchettate, reggettate e cartellinate, pronte, secondo le esigenze, per essere spedite o movimentate verso le linee di finitura. I prodotti finiti lavorati su questo treno sono i seguenti: quadri lato min./max. 40-100 mm, tondi diametro min/max 38-125 mm, lunghezza barre 4-12,2 m, peso max. pacco 3,5 t.

Treno Vergella

L'impianto è stato progettato per produrre vergella di elevata quantità e purezza. Le caratteristiche del forno di riscaldamento assicurano una decarburazione ridotta al minimo; il trattamento in linea con l'impianto Stelmor consente il controllo della struttura interna durante il raffreddamento. Il controllo on-line del processo, effettuato con calcolatore specifico, segue il materiale dell'infornamento fino alla spedizione, in un impianto altamente automatizzato, che permette la completa identificazione del prodotto, incluse tutte le sue caratteristiche fisiche e chimiche.

Ciclo Produzione Cingoli

I cingoli prodotti dallo stabilimento di Piombino coprono una gamma che parte dai 24 kg/m sino ad 84 kg/m, tali prodotti sono destinati sia ai mezzi agricoli che ai mezzi di movimentazione.

La produzione viene ottenuta dalla laminazione di barre quadre riscaldate al forno continuo nel treno sbozzatore (a 2 gabbie). I cingoli in uscita dalla seconda gabbia passano su una placca di raffreddamento e vengono tagliati a misura (lo standard è 12 m). Dopo il taglio, i cingoli vengono trasportati a mezzo vagoni ferroviari alla zona raddrizzatura. In tale area i cingoli vengono scaricati dai vagoni e disposti sul piano di sbroglio che alimenta la raddrizzatrice.

Su questo piano viene effettuato un controllo delle dimensioni “a campione”; dopodiché, eliminati gli scarti, si procede alla raddrizzatura ed alla preparazione dei pacchi.

Per i profili a 2 o 3 denti, il pacco si ottiene semplicemente sovrapponendo le singole barre; per i profili ad un dente, il pacco si ottiene sovrapponendo, alternativamente, barre con il dente rivolto verso l’alto e barre con il dente rivolto verso il basso.

Ciclo di saldatura rotaie

La linea di saldatura rotaie viene alimentata con rotaie UNI 60 e UNI 54 provenienti dal treno 850 su vagoni ferroviari. Una gru con magneti scarica i vagoni e deposita le rotaie sul piano di alimentazione della linea di saldatura.

Dal piano, le rotaie vengono spostate sulla via a rulli con un sistema a pioli e, tramite la via a rulli, vengono portate prima nella macchina di spazzolatura per la pulizia delle testate da saldare e poi nella saldatrice dove si compongono rotaie sino ad un massimo di 144m di lunghezza.

All’uscita della saldatrice, proseguendo sulla via a rulli, le rotaie composte vengono trasportate alla pressa di raddrizzatura, per correggere le deformazioni delle zone interessate dalla saldatura. A valle della raddrizzatura, vi è un piano di accumulo utilizzato come “buffer” per alimentare le macchine di molatura; la prima macchina mola la suola delle rotaie, mentre la seconda mola il fungo. L’operazione di molatura serve ad eliminare il materiale che, nella fase di saldatura, deborda dal profilo del laminato.

In linea con la molatura, vi è una postazione di controllo della rettilineità, necessaria per certificare il valore di rettilineità del prodotto. Quindi, le rotaie così ottenute sono depositate su un piano di accumulo, in attesa di spedizione a mezzo convogli ferroviari speciali costituiti da otto vagoni (ottavine). L’operazione di carico avviene facendo scivolare le rotaie su piani inclinati adeguatamente ingrassati che collegano il piano di accumulo al convoglio. Sul convoglio, le rotaie vengono disposte su 3 piani da 12 rotaie cadauno, distanziate in modo da poter inserire i gruppi di bloccaggio. Il magazzino rotaie 108 m è costituito da una zona di deposito servita da una gru a cavalletto portata 50 ton, scartamento 47 mm.

Ispezione e Condizionamento semilavorati (CND)

Il complesso delle macchine di questo reparto, ha la funzione di preparare le cariche per i treni finitori o clienti, effettuando controlli e bonifiche sulle billette di produzione colata continua e TSB (treno sbozzatore). I prodotti destinati alle cariche per i treni sono:

| | TVE | TMP |
|----------------------------------|------------|------------|
| Sezione (l x l) billetta (mm) | 140 170 | 140 170 |
| Lunghezza billette min./max. (m) | 12-16 | 7-12 |

Semilavorati:

| | |
|-------------------------------------|---------|
| Barre tonde diametro min./max. (mm) | 130/220 |
| Barre quadre (l x l) min./max. (mm) | 105/170 |
| Lunghezza min./max. (m) | 5-7 m |

I controlli possono essere visivi o strumentali tramite MAGNAFLUX. Le bonifiche sono effettuate tramite la molatura delle billette per l’asportazione dei difetti superficiali.

L'impianto è costituito dalle seguenti attrezzature:

- Centro servizi rotaie corte (è costituito da un deposito di 200 m servito da gru a cavalletto portata 30 ton, scartamento 47 m, da una macchina segatrice/foratrice e da piano di accumulo e collaudo) linea ispezione MAGNAGLO;
- n. 2 sabbiatrici;
- n. 8 molatrici (n.1 dedicata ai prodotti finiti, n.3 impiegate per preparazione cariche dei treni n.2 fuori servizio, n.2 in disuso);
- pressa per raddrizzatura semilavorati.

Gli impianti sono dotati di sistemi di aspirazione a secco per la captazione ed il deposito delle polveri in appositi contenitori. La movimentazione (carico/scarico carri ferroviari, carico/scarico macchine) del materiale nel reparto avviene totalmente tramite carroponi equipaggiati con magneti permanenti. Il materiale in arrivo ed il materiale lavorato viene movimentato esclusivamente con carri ferroviari. Dopo le lavorazioni, i materiali vengono depositati in appositi stalli numerati.

Treno per Barre e Profilati (TMP)

L'impianto è costituito da un forno a spinta; da un treno di laminazione continuo DEMAG (anno installazione 1965, inserimento delle gabbie 0A e 0B Danieli nel 1985, recentemente inserite altre due gabbie nel treno sbizzatore), e da un finimento per il controllo e l'eventuale riparazione del prodotto. Il forno ed il treno ammettono la carica diretta da colata continua e sbizzati provenienti dal TSB. I prodotti finiti lavorati su questo treno sono i seguenti: quadri lato min./max. 26-100 mm, tondi diametro min/max 38-125 mm, lunghezza barre 4-12.2 m, peso massimo pacco 3.5 t.

Torneria Cilindri e Attrezzature (ATC2)

In una campata adiacente al TMP, è collocata l'officina che assiste il treno di laminazione, fornendo i cilindri sagomati e riparati e tutte le attrezzature di guida per il laminato. Tale officina effettua anche premontaggi di gabbie per il cambio rapido del treno, ed ha in dotazione: torni di varie dimensioni, trapani a colonna, affilatrici, rettificatrici ed altri utensili.

Finitura di Barre-Profilati e Magazzino

Il finimento dispone di diverse linee di lavorazione, delle quali si descrivono gli impianti principali.

Linea per barre tonde

Può processare barre tonde da 20 a 80 mm di diametro e consente di raddrizzare, sabbiare, rullare, fresare/bisellare, ispezionare la sanità interna e superficiale, controllare i mescolamenti, marcare le singole barre, pesare/impacchettare, reggettare in automatico i pacchi.

I suoi principali componenti sono:

- ✓ piano di sbroglio: idoneo a ricevere pacchi da 3.5 t, caricati da carroponi con magneti; è costituito da 10 trasferitori a catena, con sollevatore a forche, un dispositivo per il dipanamento dei fasci ed il caricamento della barra singola su via a rulli di alimentazione raddrizzatrice;
- ✓ raddrizzatrice: via a rulli di alimentazione azionata con trasmissione a cinghie, regolata verticalmente ed orizzontalmente per l'allineamento barra con i rulli raddrizzatori. Raddrizzatrice S. Eustacchio a 9 rulli. Via a rulli di evacuazione, corredata di piano di evacuazione barre storte da ripassare;
- ✓ sabbiatrice BANFI a 4 turbine da 37.5 kW/cad., a singolo passaggio su via a rulli interna;
- ✓ rullatrice, canale di introduzione insonorizzato, equipaggiato con spingitore a catena, rullatrice WURTH con 10 rulli, tre inferiori raddrizzanti da 75 kW/cad., sette superiori di pressione. Canale di uscita per evacuazione barra rullata, dotato di piano di controllo e banco di evacuazione ripassi;
- ✓ via a rulli e trasferitore per alimentazione automatica di due unità fresatrici/bisellatrici, utilizzate per la lavorazione di entrambe le estremità della barra (lavorazioni selezionabili o escludibili);

- ✓ analisi mescolamenti con quantometro automatico con scarica in argon per analisi del carbonio e di altri elementi chimici (verifica fino a quindici elementi); con marcatura (numero di colata a marca) a micropunti a valle delle barre conformi e culla di raccolta per non conformità;
- ✓ controllo non distruttivo dei difetti superficiali ROTOFLUX FOERSTER con via a rulli di adduzione equipaggiata con n. 7 pinch-rolls ingresso/uscita;
- ✓ controllo non distruttivo per difetti interni ad ultrasuoni ECHOGRAPHF;
- ✓ il gruppo dei controlli non distruttivi è corredato da una pistola per marcatura a spruzzo delle zone difettose (sia difetti interni che superficiali gravi o riparabili);
- ✓ impianto di pesatura automatica del pacco (da 2 a 10 ton), con formazione e reggettatura. Successiva evacuazione su piano raccolta pacchi per la cartellinatura con i pesi. L'operatore provvede allo scarico dei fasci mediante carroponte attrezzato con magneti;
- ✓ piano per molatura e controllo delle barre da riparare, con via a rulli per ricongiungimento delle barre riparate, al lotto originale.

Linea per barre quadre

Può trattare quadri da 26mm di lato fino a 75mm, con barre di lunghezza compresa fra 4 e 12.2 m. Fasci di barre realizzati con peso compreso fra 2 e 3.5 t. La linea consente di raddrizzare, sabbiare, ispezionare la sanità superficiale ed interna, impacchettare, legare e pesare i fasci, il tutto in automatico. La tipologia d'impianto, ricalca per le lavorazioni descritte, quanto già specificato per la linea tondo.

Linea tondo e quadro

L'impianto consente di trattare barre tonde (da 76 a 125 mm) e barre quadre (da 76 a 100 mm); il controllo del prodotto è affidato ai sistemi di ispezione del ROTOFLUX, e ad ultrasuoni. E' costituito essenzialmente dalle seguenti attrezzature:

- ✓ piano di carico completo di via a rulli, dispositivo di scarico dal piano della via a rulli, scontri fissi scompenti;
- ✓ raddrizzatrice DEMAG a 11 rulli, manipolatore per rotazione e imbocco barre, via a rulli di evacuazione;
- ✓ CND in linea su via a rulli: ROTOFLUX FOERSTER, ultrasuoni e MAGNAFLUX;
- ✓ piani di trasferimento a catena per materiale raddrizzato atti a ricevere barre quadre, confezionate in strati con magneti automatici e culla per ricevere le barre tonde;
- ✓ piano avanti rullatrice con funzioni di trasferimento e carico, completo di dispositivo di scarico da via a rulli in uscita raddrizzatrice alla rullatrice Norton;
- ✓ rullatrice Norton a due rulli iperboliche;
- ✓ via a rulli dietro rullatrice, culla per ricevere barre tonde e piano di trasferimento con dispositivo di scarico da via a rulli a culla e piano. Il piano consente di trasferire le barre dalla via a rulli all'area ispezione;
- ✓ piani di bonifica completi di meccanismi di trasferimento, vie a rulli, riscontri e sistemi di scarico in culle di raccolta, sistemi di legatura e pesatura barre tonde, impilaggio delle barre quadre con bilico per la pesatura, trasferitore a catena.

Forno di ricottura barre

Nella medesima campata dove è collocata la linea tondo, esiste un Forno Stain (anno 1977) a rulli per ricottura barre, adatto per eseguire cicli di ricottura di lavorabilità, normalizzazione, ricottura isoterma. Esso è principalmente costituito da:

- bancale di carico con via a rulli di introduzione delle barre nel forno (V=11 m/min.).
- forno da 8.600.000 kCal/h
- camera di raffreddamento finale delle barre
- via a rulli di uscita delle barre e bancale di scarico.

Segatrici a nastro per taglio a misura pacchi o intestatura

Nel reparto di finitura sono presenti inoltre due segatrici a nastro per taglio di pacchi fino ad un diametro di 600 mm:

- n.1 sega FRIGGI con banco di carico manuale, corredata di via a rulli entrata/uscita sega
- n.1 sega BERINHGER manuale, corredata di via a rulli di entrata/uscita.

Per la tipologia di sostanze utilizzate in area laminazione, fra le sostanze classificate nell'Allegato I Parte 1 del D. Lgs. n. 334/99, vanno considerati il metano e l'ossigeno.

1.B.1.2.1.7 Reti distribuzione di stabilimento (ENE)

Il processo produttivo vede operanti una serie di reti di distribuzione fluidi di servizio al ciclo dello stabilimento, gestite dal personale dei Servizi Tecnici di Stabilimento (STS) / Area Energie (ENE), che provvede all'esercizio, al controllo ed al mantenimento delle seguenti reti di distribuzione:

- ✓ energia elettrica
- ✓ gas AFO
- ✓ gas COK
- ✓ gas LD
- ✓ gas naturale
- ✓ ossigeno
- ✓ azoto
- ✓ aria compressa
- ✓ acqua di mare
- ✓ acqua industriale
- ✓ vapore.

Si illustrano di seguito gli elementi salienti di caratterizzazione delle stesse.

Energia elettrica

Lo stabilimento è collegato alla rete ENEL (linea 1 e 2 di "Colmata", si veda anche lo schema generale di distribuzione riportato nella Tavola 1 in Allegato B1.2.1.7) a 130 kV; mediante trasformatori (TR5, e TR6 di riserva) vengono alimentate le sbarre A1 e A2 della stazione LAM2 (in zona nuovi impianti) da cui partono gli anelli di distribuzione primaria a 60 kV di stabilimento (CAL1 / CAL2 di connessione con la CET1, e RIC1 / RIC2 di connessione alla CET2).

Lo stabilimento è inoltre collegato alla centrale CET2 della ISE S.r.l. (n. 2 gruppi caldaie / turbogeneratori da 30 MWe cadauno), che assicura un'alimentazione indipendente dalla rete ENEL (la centrale CET1, dismessa alla fine degli anni '90, è in sicurezza).

Lo schema di distribuzione di stabilimento è caratterizzato dai seguenti anelli a 60 kV:

- ✓ **anello privilegiato** (collegato ad una delle due caldaie CET2, con utenze collegate garantite anche in caso di black-out esterno ENEL. In caso di guasto, un interruttore separa l'anello dalla rete ENEL e l'anello va "in isola", retto dall'alternatore della CET2)
- ✓ **anello semiprivilegiato** (collegato alla seconda caldaia della CET2, con utenze gemelle a quelle collegate sull'anello privilegiato, ma carico molto variabile che non garantisce la tenuta dell'alternatore in caso di guasto e sgancio dalla rete ENEL)
- ✓ **anello non privilegiato** (garantito solo da rete ENEL).

Sull'anello privilegiato sono collegate tutte le utenze critiche per la messa e/o il mantenimento in sicurezza degli impianti di stabilimento (per i servizi necessari per la marcia della caldaia CET2, una soffiante ed alcune delle utenze AFO/4, estrattori cokeria, una delle sezioni di alimentazione

delle stazioni di pompaggio acqua di mare, utenze per messa in sicurezza COV, ecc.), non asserviti a gruppi di alimentazione di emergenza (sistemi tampone, gruppi elettrogeni o diesel pompa). L'anello privilegiato ha utenze con carico e scambi pressoché costanti, ed in caso di sgancio dalla rete ENEL è garantita la sua alimentazione da parte del TA1 ed il funzionamento delle utenze collegate. Diversa la situazione dell'anello semiprivilegiato, sul cui elettrodotto sono collegate utenze quali i laminatoi in zona vecchi impianti (TSB e TPP), che hanno scambi di potenza molto variabili (a seconda della fase del ciclo di laminazione). In caso di sgancio per cambio rete, non è detto (dipende dalla situazione di carico) che l'alternatore TA2 riesca a restare in funzione e garantire l'alimentazione dell'anello (da cui deriva il termine "semiprivilegiato").

Gas AFO

Il gas ottenuto dal processo di produzione della ghisa nell'altoforno AFO/4, dopo la depurazione a secco (sacca a polvere) e ad umido (scrubbers), viene immesso nella rete e quindi distribuito alle utenze di stabilimento (cowpers AFO/4, batterie di distillazione fossile, servizi AFO/4, centrali termoelettriche CET2 e CET3 della ISE S.r.l. e CET-PIO della ELETTRA GLL S.p.A.).

La rete è costituita da tubazioni di diametro compreso tra 500÷3300 mm, sulla quale sono opportunamente installate valvole di intercettazione.

Il mantenimento costante della pressione in rete, il cui valore medio è di circa 500 mm c.a. è assicurato da un gasometro da 40.000 m³ sulla rete AFO, realizzato dalla ISE S.r.l. nell'ambito del progetto di realizzazione della propria CET3. Tale gasometro è stato ceduto in comodato per quanto riguarda l'esercizio e la manutenzione alla LUCCHINI S.p.A. (gennaio 2001), che di fatto gestisce la rete di distribuzione gas AFO.

Lo stesso gasometro, a fronte dell'evento incidentale del 10 settembre 2001 (ribaltamento piatto a seguito rottura fune del sistema di bilanciamento), è stato oggetto di modifica strutturale interna, che è risultata nell'adozione di una differente tipologia (adottato lo schema tipo WIGGINS), caratterizzata, dal punto di vista costruttivo da un pistone cilindrico interno di altezza pari a circa 1/3 di quella del mantello esterno, una membrana installata nell'intercapedine fra il mantello esterno e la parete cilindrica del pistone interno ed un sistema di guida e bilanciamento del pistone realizzato mediante contrappesi esterni che scorrono su appositi binari.

Il gasometro AFO/ISE, così modificato dalla ISE, è stato riconsegnato in comodato alla LUCCHINI S.p.A. a gennaio 2003, e rimesso in esercizio a polmonare la rete gas AFO (punto 8 §14 Prot. 7441).

Rispetto all'installazione precedente si evidenziano due fondamentali differenze:

- a) le modalità di funzionamento della membrana, che va a scorrere nella stretta intercapedine formata dalle due pareti (del pistone e del mantello esterno) rimanendo di fatto sempre aderente a queste ultime, esplicando una prevalente funzione di tenuta ed essendo scarsamente sollecitata dal punto di vista meccanico;
- b) il sistema di bilanciamento del pistone, che consiste in un sistema di guida a contrappesi esterni che, oltre a vantaggi di carattere manutentivo, comporta una capacità autoequilibrante dell'apparato.

Il gasometro AFO dispone di una candela ITAS di protezione per alta pressione rete AFO e gasometro AFO/ISE, posizionata sul collettore di ingresso al gasometro stesso. La candela è progettata per trattare una portata di 300.000 Nm³/h. Il dimensionamento della candela è tale da proteggere il gasometro da fenomeni transitori conseguenti a sbilanciamenti fra produzione e consumo utenze gas AFO.

La candela ITAS permette la combustione del gas AFO in tutte le condizioni transitorie che caratterizzano la marcia dell'altoforno, ed è progettato per prevenire il distacco di fiamma in qualsiasi condizione di esercizio, essendo dotato di anello di ritenzione di fiamma e di schermo protettivo antivento (rif. norme API-RP-521 edizione 1997).

Le principali caratteristiche della candela sono (punto 44 §14 Prot. 7441):

| | |
|---|----------------------------|
| 1) portata di progetto | 300.000 Nm ³ /h |
| 2) pressione gas al limite di batteria | 500 mm c.a. |
| 3) temperatura gas | 50 °C |
| 4) diametro nominale terminale | 2200 mm |
| 5) altezza candela | 61 m |
| 6) velocità uscita gas | 26 m/s |
| 7) velocità vento considerata | 10 m/s |
| 8) lunghezza fiamma | 36 m |
| 9) massimo irraggiamento al suolo escluso | 0,53 kW/m ² |
| 10) numero piloti accensione fiamma | 4 |
| 11) gas alimentazione piloti | metano |
| 12) pressione alimentazione gas piloti | 2÷6 bar |

L'efficienza di combustione della candela nel range 0÷100% della portata massima di gas scaricato è superiore al 99%. Il terminale di fiamma è di tipo "smokeless", con convogliamento aria di combustione al centro di fiamma, mediante sezione circolare attorno allo schermo antivento. L'anello di ritenzione evita strappamenti di fiamma, poiché obbliga il gas a passare lungo una direzione forzata e creare una miscela con l'aria. I piloti continui hanno una speciale testa antivento in grado di mantenerli accesi anche con velocità del vento di oltre 200 km/h e in qualsiasi condizione ambientale.

Il terminale (diametro nominale 2200 mm e lunghezza totale 3300 mm) è realizzato in AISI 310/304, con spessore 8/10 mm. Sul terminale sono montati:

- ✓ n. 4 piloti continui (diametro 2") costituiti da: a) testa speciale antivento AISI 310, b) tubazione collegamento al Venturi in AISI 321, c) venturi premiscelazione aria / gas (diametro 2") in AISI 304, d) collettore collegamento piloti diametro 1 ½" in AISI 321;
- ✓ n. 4 piloti accenditori per generazione di fiamma da 1", in AISI 321;
- ✓ n. 4 schermi di protezione di fiamma per piloti in AISI 310;
- ✓ n. 4 termocoppie per rilevazione fiamma inserite all'interno piloti continui, tipo K in Cr/Al, rivestite con guaina in Inconel 600;
- ✓ anello ritenzione fiamma in AISI 310S;
- ✓ schermo antivento brevettato, completo di supporti per dilatazione, in AISI 316.

La candela è dotata di quadro di controllo in locale e di quadro di controllo in remoto (sala fluidi), e di sistema di flussaggio con azoto della candela e dei collettori dei piloti di accensione. La torcia è dotata di valvola di regolazione di portata ORTON DN 1600 e valvola di intercettazione (normalmente aperta) ad occhiale (valvola LEVIVIER).

Lungo la rete sono inseriti portelli di esplosione e sovrappressione, scaricatori di condensa, caminelle, sfiati e immissioni azoto di bonifica. Lo schema planimetrico della rete di distribuzione gas AFO, le planimetrie del gasometro e della candela sono riportate in Allegato A1.2.2 (Tavola 6) ed in Allegato A1.2.3 (Tavola 8).

Gas COK

Il gas prodotto nelle batterie in cokeria durante la distillazione del fossile ed aspirato mediante gli estrattori, dopo il trattamento nell'impianto sottoprodotti, viene immesso nella rete di distribuzione gas COK, polmonata da gasometro, e quindi distribuito a varie utenze di stabilimento (batterie 45F e 27F, coppers AFO/4, centrali termoelettriche CET2 e CET3 della ISE S.r.l.).

La rete è costituita da tubazioni di diametro compreso tra 400 e 1600 mm sulla quale sono opportunamente installate valvole di intercettazione, portelli di esplosione e sovrappressione, scaricatori di condensa, caminelle, sfiati e immissioni azoto di bonifica.

Il mantenimento costante della pressione in rete di circa 400 mm c.a. è assicurato dal gasometro BADONI da 20.000 m³ lato batterie, mentre la distribuzione del gas verso l'altoforno AFO/4 e verso le centrali ISE è garantita dal funzionamento dei ventilatori della stazione di rilancio del gas di cokeria che provvedono a rilanciare la pressione del gas da ~1600 mm c.a. a valle dei ventilatori stessi, fino a ~1500 mm c.a. all'altoforno AFO/4.

Lo schema planimetrico della rete di distribuzione gas COK, le principali planimetrie del gasometro BADONI sono riportati in Allegato A1.2.2 (Tavola 6) ed in Allegato A1.2.3 (Tavola 7).

Una candela ITAS opera a protezione della rete gas COK e del gasometro BADONI, posizionata sul collettore di rete DN 700 in prossimità della cabina elettrica zona trattamento fumi aspirazione sfornamento batterie (si veda la Tavola 6 in Allegato A1.2.2). Tale candela ha sostituito, per esigenze di rinnovamento impiantistico, la precedente torcia calda operante in zona sala fluidi, definitivamente isolata dalla rete gas COK, essendo il relativo collettore intercettato con disco cieco (punto 22 §14 Prot. 7441).

La candela ITAS è progettata per trattare una portata di 30.000 Nm³/h, con pressione gas nel range 400÷500 mm c.a. alla base della stessa. Il dimensionamento della candela è tale da proteggere il gasometro da fenomeni transitori conseguenti a sbilanciamenti fra produzione e consumo utenze.

In condizioni di normale esercizio, la regolazione automatica avviene tramite impostazione dell'altezza del gasometro. In caso di sovrapproduzione, l'eccesso di gas è inviato in torcia, tramite l'intervento della valvola a farfalla di regolazione della portata, asservita ad un regolatore di pressione. La torcia è dotata di valvola di intercettazione a lama (ORBINOX, normalmente aperta), che consente l'effettuazione in sicurezza di interventi di manutenzione sulla candela.

La torcia ITAS ha altezza di 50 m rispetto al piano di campagna e, nella sezione terminale, uno sfogo di diametro 26". E' dotata di tre fiamme pilota alimentate a metano, disposte a 120° in prossimità della bocca. Il sistema è in grado di garantire la completa combustione di almeno il 90% del gas alla portata massima.

Ogni pilota consuma tra 3 e 5 Nm³/h di metano, è internamente costituito da un tubo di 2" in acciaio inox ed è provvisto di una serranda di regolazione dell'aria primaria e secondaria. Per garantire una buona stabilità di fiamma ed una pronta accensione, la pressione del gas è mantenuta nell'ordine di 1.0÷1.5 bar all'ugello del pilota. La testa pilota, secondo quanto dichiarato dalla fornitrice dell'apparato ITAS, permette stabilità di fiamma con velocità del vento fino a 200 km/h, anche nelle condizioni atmosferiche più sfavorevoli. Ogni pilota è provvisto di un sistema interno per lo scocco della scintilla e per la rilevazione della fiamma tramite termocoppia. Il sistema di accensione e regolazione è gestito mediante quadro di comando locale (base torcia) e remoto (sala fluidi).

L'apparato nel suo complesso è equipaggiato con un sistema per il flussaggio con azoto della candela e dei collettori dei piloti di accensione. La connessione della torcia alla rete gas COK è realizzata secondo lo schema illustrato nel P&I riportato nella Tavola 2 in Allegato B1.2.1.7.

Onde evitare intasamenti, la tubazione gas COK è periodicamente spurgata con vapore. **Durante questa operazione la fiamma pilota (e quindi la torcia) non sono disponibili per l'uso.** Sono state modificate, dove possibile, le inclinazioni della tubazione coke, con l'intento di minimizzare il verificarsi di ostruzioni.

Gli operatori in sala controllo reti (sala fluidi), impostano l'altezza dei gasometri e di controllare il bilancio di massa nelle reti di distribuzione. L'altezza del gasometro, viene scelta a cura del responsabile di esercizio all'interno dei limiti descritti nel seguito e in modo tale da minimizzare le quantità di gas da bruciare in aria in caso di eccedenze (gasometro non alla massima altezza) e garantire una sufficiente riserva in caso di bassa produzione (gasometro non alla minima altezza).

Stazione rilancio gas COK

La stazione di rilancio del gas di cokeria "Chicago Blowers" ha recentemente sostituito l'esistente stazione "Boldrocchi". Il gas proveniente dalla cokeria tramite il collettore DN 1000, viene veicolato alla sezione di aspirazione della stazione di rilancio, costituita da due ventilatori centrifughi ciascuno in grado di fornire una portata nominale di 28000 m³/h. I nuovi ventilatori, di costruzione "Chicago Blower", operano con logica 1 su 2 e sono collegati in ingresso ed in uscita sulla rete gas COK tramite due nuovi tratti di collettore con stacchi ricavati in prossimità della derivazione verso la stazione "Boldrocchi".

L'impianto ha il compito di garantire, alla pressione richiesta, l'alimentazione del gas di cokeria verso i cowpers AFO/4 e le centrali ISE CET2 e CET3. A tale scopo, stante la natura ciclica del carico, essendo la ciclicità determinata dal funzionamento intermittente del sistema di riscaldamento dei cowpers, i ventilatori sono in grado di fornire una portata compresa fra 10000 e 28000 m³/h, con capacità di rispondere alle variazioni di assetto in tempi dell'ordine di 30 sec.

La stazione è costituita da due linee indipendenti ed autonome, ciascuna delle quali (in grado di fornire l'intera portata richiesta) comprende: (1) una serranda sull'aspirazione Booster (DN 600), (2) il gruppo Booster e (3) una serranda sulla mandata Booster (DN 500).

In condizioni di normale esercizio è previsto il funzionamento della stazione con una linea in marcia e l'altra in stand-by a caldo. L'impianto è completato da una linea di connessione DN 300 installata a cavallo tra il collettore di uscita dai booster e il collettore di veicolazione del gas verso la candela gas COK (derivazione sul collettore principale di alimentazione utenze zona AFO/4). Tale connessione ha funzioni di ricircolo alle basse portate e, in caso di necessità, costituisce un percorso di by-pass della stazione per il flusso di gas verso le utenze.

L'impianto è equipaggiato di tutta la strumentazione necessaria per la supervisione ed il controllo da sala fluidi. Nella Tavola 2 in Allegato B1.2.1.3 è riportato il P&I del sistema.

Gas di acciaieria (LD)

I fumi prodotti durante il soffiaggio, nei convertitori LD, sono raffreddati e depurati nell'impianto LT, dove vengono separate polveri grossolane e fini. Poiché il tenore di CO è discontinuo durante il processo batch, il recupero del gas viene effettuato nella fase intermedia del processo mentre i fumi vengono inviati in fiaccola nella fase iniziale e finale dello stesso.

A monte della fiaccola (una per convertitore) è installata una valvola a campana che, sulla base delle indicazioni date da un analizzatore di CO in continua su ciascuna linea, dirotta il flusso dei fumi alla fiaccola ovvero al collettore di immissione nella rete gas d'acciaieria, polmonata da gasometro (COMIMP, da 36000 m³), dopo un ulteriore raffreddamento effettuato nel gas cooler.

Dal gasometro COMIMP (pressione di esercizio 230 mm c.a.), il gas viene veicolato attraverso una stazione di boosteraggio nella rete di distribuzione ELETTRA GLL fino alla CET-PIO, ubicata in

area adiacente all'altoforno AFO/4 di stabilimento. Il gasometro è di tipo WIGGINS (tenuta a secco). Per la gestione del gasometro sono disponibili misure di controllo di pressione, livello, e temperatura gas. Quest'ultimo parametro riveste particolare importanza in quanto condiziona la durata della membrana di tenuta del gasometro. La gestione della rete a valle della stazione di rilancio è ELETTRA GLL S.p.A. (limite di batteria valvola di intercettazione uscita boosteraggio).

Stante il processo di produzione discontinuo del gas LD, il gasometro ha quindi funzione esclusiva di serbatoio di accumulo per garantire l'alimentazione continuativa della CET-PIO, e di consentire un recupero in modalità qualità e/o quantità, sulla base delle condizioni di carico della CET-PIO, con arricchimento del tenore di CO del gas nel gasometro, miscelando al gas preesistente gas recuperato ad elevato tenore (innalzamento soglia di recupero CO).

Gli allarmi operativi sul gasometro sono asserviti alle seguenti misure (si veda anche il P & I riportato nella Tavola 2 in Allegato B1.2.1.5, punto 8 §14 Prot. 7441):

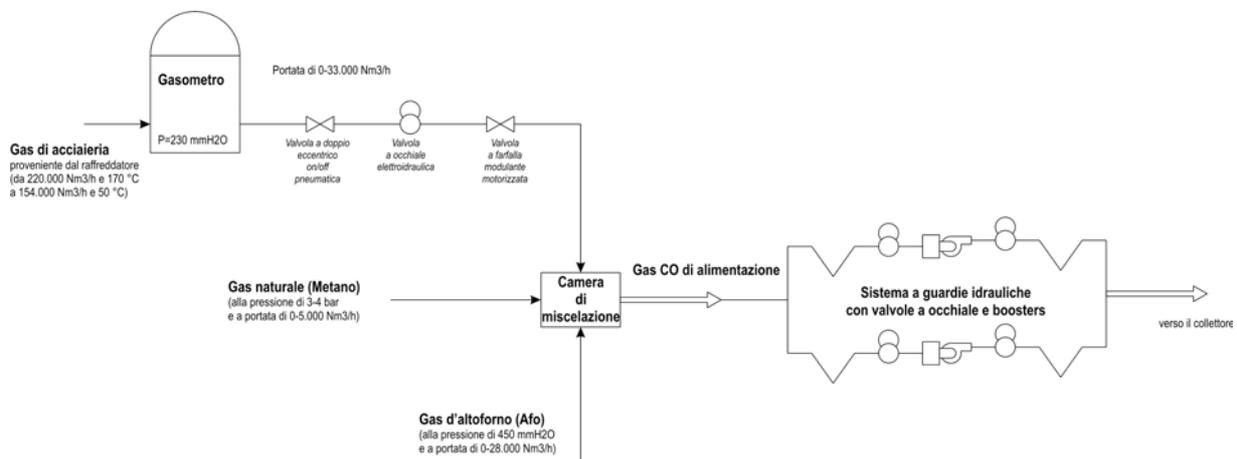
- controllo della temperatura a monte (TT104) e a valle (TT105) del gasometro;
- temperatura gasometro (TIA, H): allarme per alto valore; arresto recupero gas, ovvero commutazione in torcia per altissimo valore;
- pressione gasometro (PIAL, H), allarme per basso ed alto valore; arresto booster e soffiante CET per bassissimo valore (CET-PIO ELETTRA); arresto recupero gas, ovvero commutazione in torcia, per altissimo valore (gestione ACC/COV);
- livelli gasometro (3 misure, LIAL, H, LL, HH), allarme per basso ed alto valore; arresto booster e soffiante CET per bassissimo valore; arresto recupero gas; ovvero commutazione in torcia, per altissimo valore (gestione ACC/COV).

La rete di veicolazione, a valle della stazione di boosteraggio, è costituita da una tubazione di diametro 1100 mm, sulla quale sono opportunamente installate valvole di intercettazione, portelli di esplosione e sovrappressione, sistemi di scarico e recupero di condense, caminelle, sfiati e immissioni azoto di bonifica.

Boosteraggio gas, preparazione miscela CET/PIO

La stazione di boosteraggio è collocata in prossimità del gasometro LD, e preliminarmente alla veicolazione nella rete, si ha una camera di miscelazione all'interno della quale, in percentuale variabile a seconda dell'assetto di marcia della CET, si ha la miscelazione di gas LD, gas AFO e metano (Figura 19). Per l'esercizio dell'impianto sono previsti tre assetti di marcia, caratterizzati dalla diversa percentuale dei gas in miscela, a seconda della disponibilità del gas LD.

Figura 19: Schema di flusso alimentazione collettore LD e interfacce.



Il metano, derivato dalla rete di stabilimento a 3.5 bar, viene inviato alla camera di miscelazione previa riduzione di pressione a ~600 mm c.a. attraverso un gruppo di riduzione e regolazione. Al termine della fase di commutazione del gas LD in assetto “gasometro”, è l’operatore STS/ENE di sala fluidi che sceglie la modalità di esercizio in Marcia A, B o C (punto 18 §14 Prot. 7441).

La marcia A, marcia a solo gas AFO integrato da metano (in funzione del PCI di riferimento del gas da inviare alla CET-PIO), corrisponde all’assetto di impianto selezionato automaticamente in caso di indisponibilità del gasometro.

La marcia B, marcia a gas misto LD, gas AFO e metano in proporzione variabile a seconda del livello del gasometro, permette di utilizzare al meglio la funzionalità da “polmone” del gasometro stesso, limitando la possibilità di dover ricorrere alla commutazione in candela (impianto di trattamento fumi primari acciaieria) in caso di troppo pieno del gasometro.

La marcia C, marcia a gas misto LD, gas AFO e metano in proporzione costante, impostata in accordo alla produzione di gas LD e calcolata a partire dalle misure di portata gas dell’impianto LT (trattamento fumi primari di acciaieria). Tale marcia favorisce condizioni di regolarità di marcia della centrale, mantenendosi stabile il funzionamento del sistema arricchimento che produce un gas con caratteristiche e PCI costanti.

Descrizione funzionale – sequenza di avviamento impianto

Il sistema di gestione è dotato di interfaccia operatore con sinottico a pagine grafiche GE, che permette l’attivazione di modo di funzionamento automatico o manuale della stazione, ovvero la definizione dei set-point di riferimento per le varie grandezze.

Una volta raggiunta la condizione di “gasometro pronto ad erogare”, il sistema effettua una serie di verifiche sulla linea gas LD per garantire le condizioni necessarie al successivo avviamento della fase di rilancio verso CET-PIO con la marcia più opportuna.

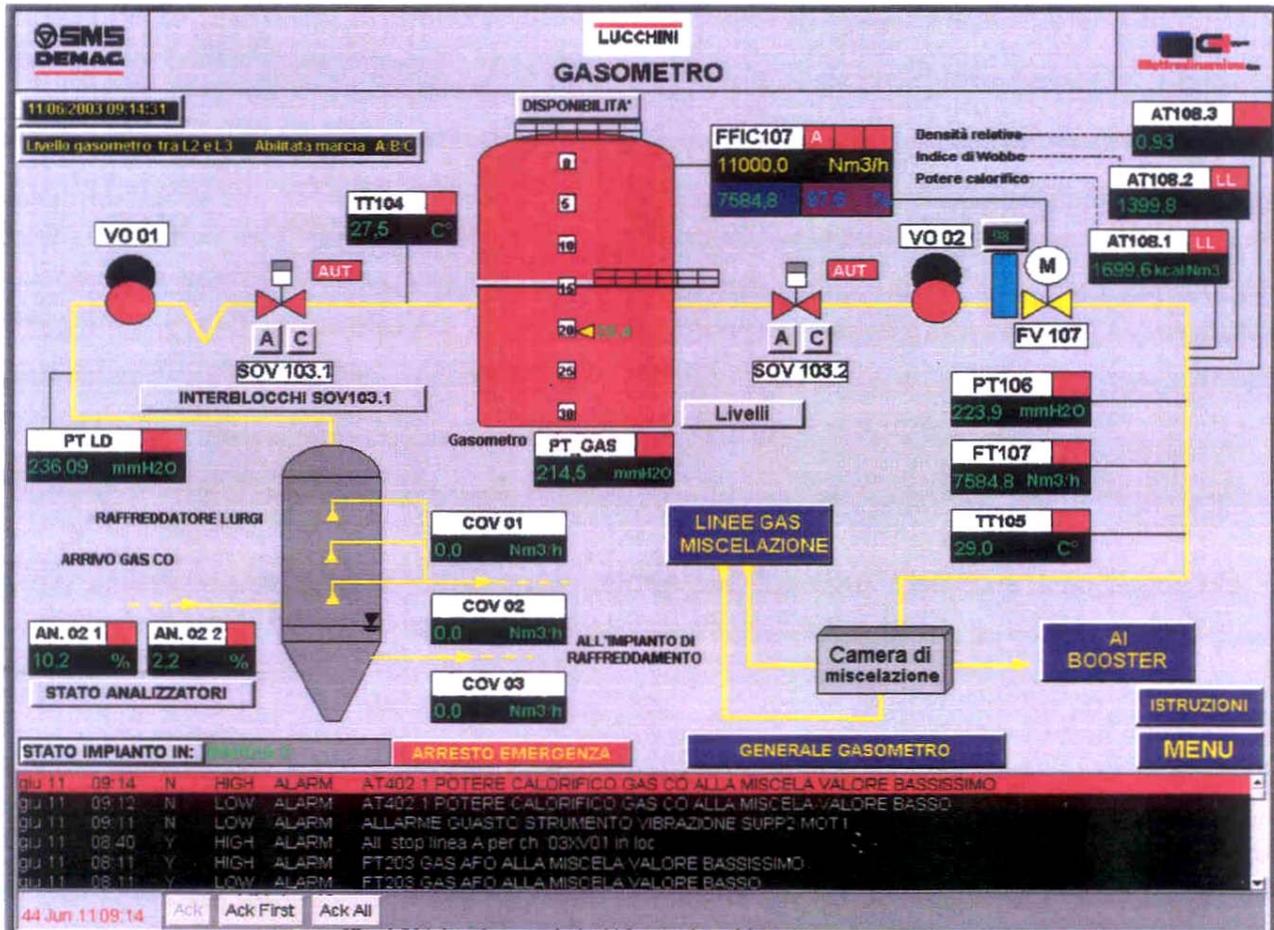
Le verifiche operative effettuate sono:

- sistema raffreddamento gas LD in marcia;
- temperatura del gas in ingresso gasometro (TT104) inferiore al set-point di alto livello;
- valvola ad occhiale ingresso gasometro (VO1) aperta (ossia i tre fine-corsa di posizione dei martinetti non impegnati, e fine-corsa interno all’attuatore BIFFI di valvola aperta impegnato);
- valvola a farfalla ingresso gasometro (SOV 103.1) aperta;
- verifica positiva dei controlli su misuratori di livello del gasometro (congruenza fra le tre misure, almeno due dei tre misuratori di livello attivi, livello inteso come media dei tre o due misuratori compreso tra il minimo e il massimo);
- valvola ad occhiale a valle del gasometro (VO2) aperta (ossia i tre fine-corsa di posizione dei martinetti non impegnati, e fine-corsa interno all’attuatore BIFFI di valvola aperta impegnato);
- valvola a farfalla di tenuta a valle gasometro (SOV 103.2) chiusa;
- valvola regolatrice valle gasometro FV 107 chiusa;
- temperatura gas LD in uscita dal gas cooler;
- valvola ad occhiale in uscita gas cooler (trasmesso dal PLC parti comuni impianto LT) aperta;
- segnale di emergenza che richiede il blocco gasometro (segnale generato dal PLC parti comuni impianto LT) assente;
- segnale di stato dell’impianto di raffreddamento gas LD (segnale generato dal PLC raffreddamento e trasmesso dal PLC parti comuni impianto LT) in marcia.

Se tutte le suddette condizioni sono soddisfatte, il sistema di supervisione comunica all’operatore che può scegliere la marcia opportuna. Qualora la linea gas LD non fosse disponibile, l’operatore

può avviare solo in Marcia A. Se anche la linea gas AFO è indisponibile o non è disponibile la linea metano, il sistema dà un NON PRONTO, e non rende possibile l'avviamento dell'impianto.

Figura 20: Sinottico stazione booster: pagina gasometro.

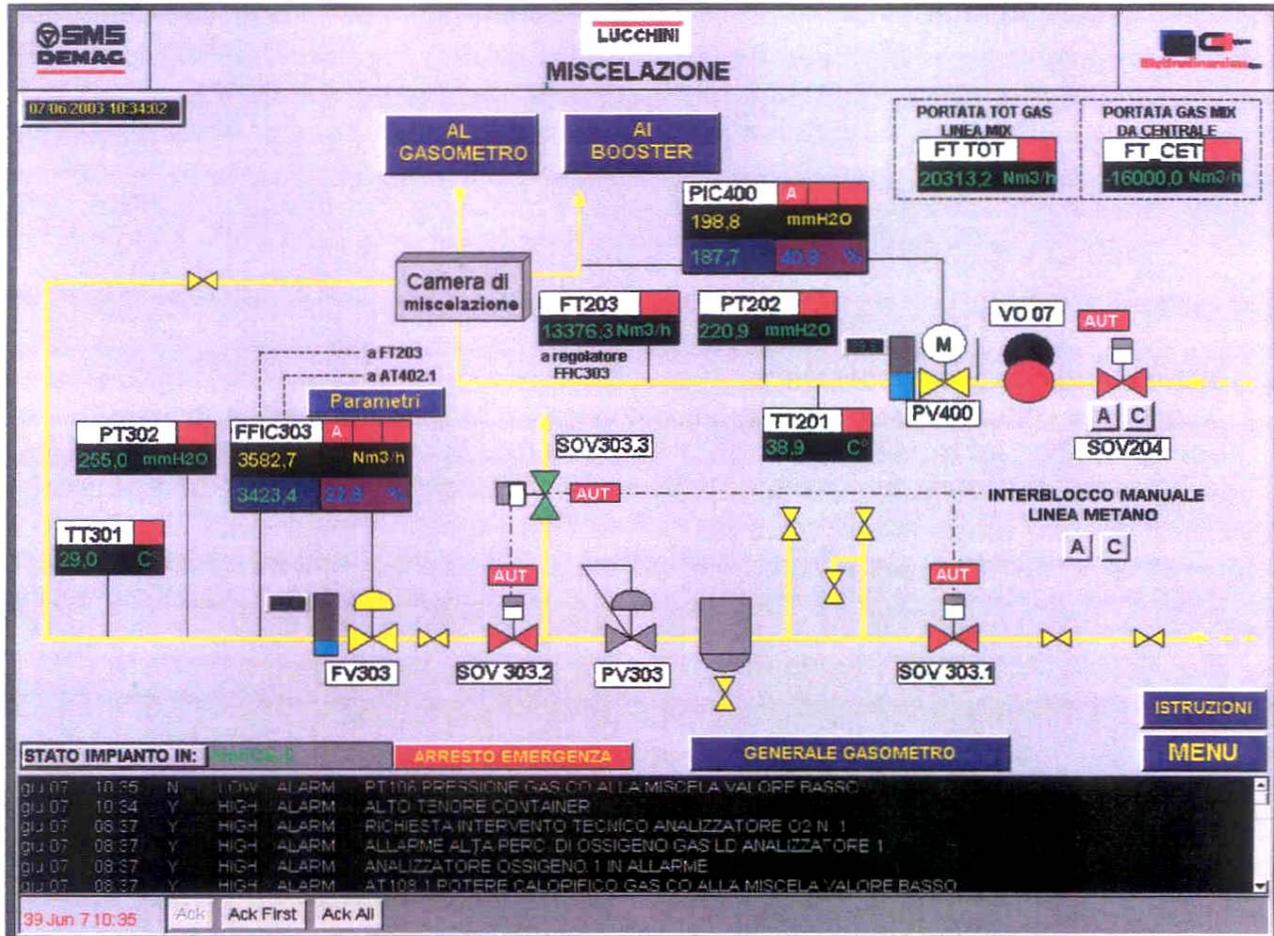


Gli allarmi operativi sulla stazione di boosteraggio prevedono:

- ✓ allarme per alta temperatura cuscinetti booster (TT404), blocco per altissima temperatura, ed avvio in automatico del ventilatore in stand-by;
- ✓ allarme per alta temperatura avvolgimenti motori booster (TT405), blocco per altissima temperatura, ed avvio in automatico del ventilatore in stand-by;
- ✓ allarme basso o alto livello da pressostato livello acqua industriale guardie idrauliche;
- ✓ allarme basso o alto livello da pressostato azoto di spurgo e comando valvole (PSAL), procedura di emergenza ed esclusione gasometro per bassa pressione azoto;
- ✓ allarme bassa o alta pressione partenza collettore ELETTRA (PIC401), con:
 - blocco booster in marcia e procedura d'emergenza ed esclusione gasometro in caso di altissima pressione;
 - avvio booster in stand-by in caso di bassissima pressione;
- ✓ allarme e blocco con messa in sicurezza gasometro per pressione gas LD a valle gasometro (PT106) maggiore della pressione gasometro;
- ✓ allarme e messa in sicurezza collettore gas AFO per bassa pressione gas AFO (PT202);
- ✓ allarme per alta o bassa pressione collettore metano (PT302), con intervento delle sicurezze intrinseche della stazione.

Se il booster in stand-by non partisse, si attiva in automatico la procedura di emergenza con esclusione gasometro.

Figura 21: Sinottico stazione booster: pagina miscelazione.



Modi di funzionamento impianto

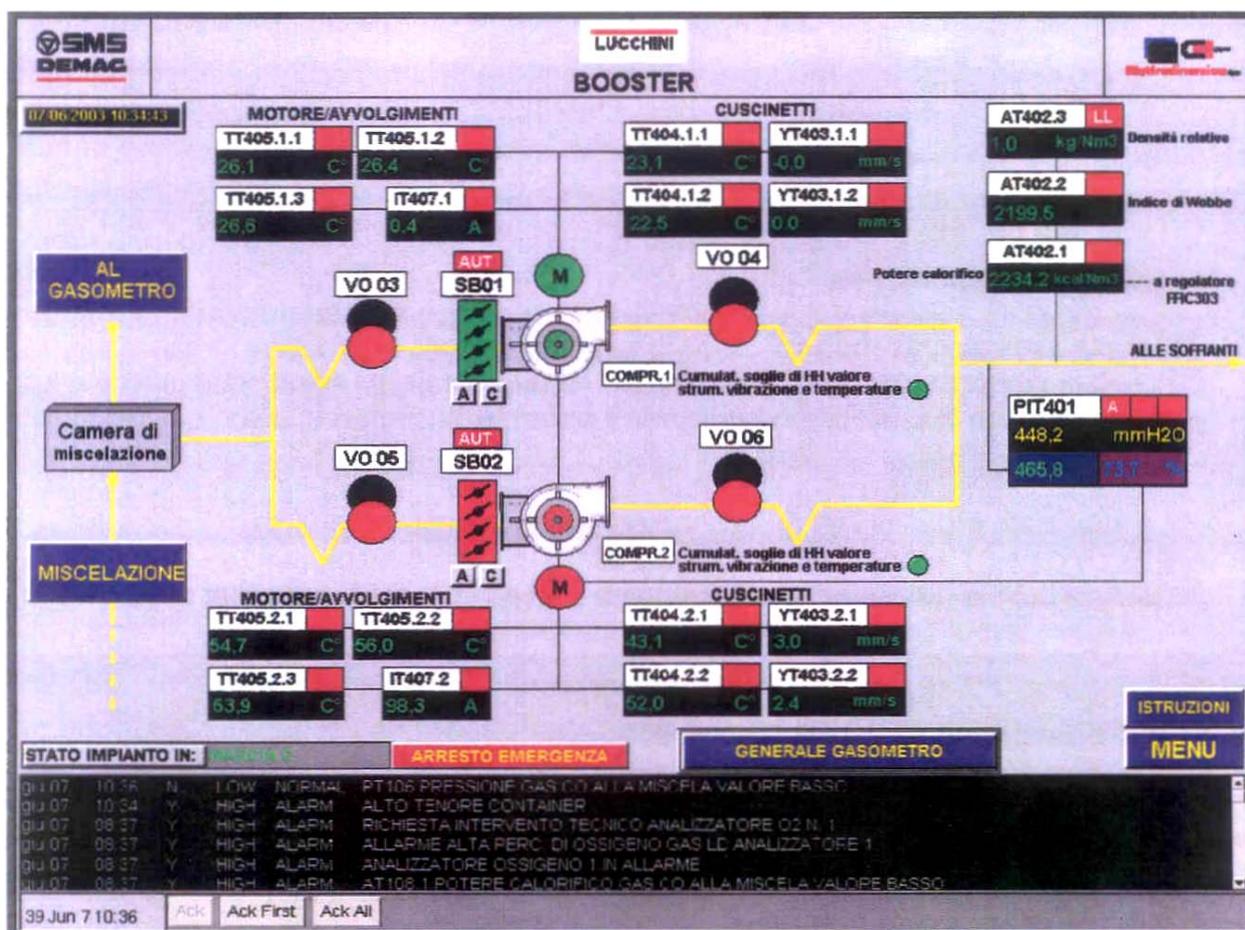
Il sistema di controllo “riconosce” lo stato d’impianto, onde attivare le correlate logiche di gestione. Gli stati possibili sono di seguito descritti.

Impianto fermo

Si ha con tutte le utenze in sicurezza, ovvero (si vedano anche la Figura 20, 21 e 22):

- ✓ Valvola intercettazione gas LD da gasometro (SOV103.2) **chiusa**
- ✓ Valvola regolatrice gas LD da gasometro FV107 **chiusa**
- ✓ Valvola intercettazione gas AFO alla miscelazione SOV204 **chiusa**
- ✓ Valvola regolazione gas AFO alla miscelazione PV400 **chiusa**
- ✓ Valvola intercettazione metano alla stazione riduzione SOV303.1 **chiusa**
- ✓ Valvola intercettazione metano alla miscelazione SOV303.2 **chiusa**
- ✓ Valvola intercettazione metano stazione riduzione SOV303.3 **aperta**
- ✓ Valvola regolatrice metano alla miscelazione FV303 **chiusa**
- ✓ Booster 1 e 2 **fermi**
- ✓ Farfalla regolazione miscela ingresso booster 1 SB01 **chiusa**
- ✓ Farfalla regolazione miscela ingresso booster 2 SB02 **chiusa**
- ✓ Nessuna sequenza automatica in corso.

Figura 22: Sinottico stazione booster: pagina booster.



Sequenza Marcia A

Se sussistono le condizioni operative idonee alla marcia A, conseguentemente all'invio del comando di partenza (OK) dell'operatore, l'avviamento procede in automatico.

In tali condizioni, le utenze sono così posizionate:

- ✓ Livello gasometro inferiore max. livello;
- ✓ Valvola intercettazione gas LD da gasometro (SOV103.2) **chiusa**
- ✓ Valvola regolatrice gas LD da gasometro FV107 **chiusa**
- ✓ Valvola intercettazione gas AFO alla miscelazione SOV204 **aperta**
- ✓ Valvola intercettazione metano alla stazione riduzione SOV303.1 **aperta**
- ✓ Valvola intercettazione metano alla miscelazione SOV303.2 **aperta**
- ✓ Valvola intercettazione metano stazione riduzione SOV303.3 **chiusa**
- ✓ Valvola regolatrice metano alla miscelazione FV303 **chiusa**
- ✓ Almeno un Booster in automatico in **marcia**
- ✓ Farfalla regolazione miscela ingresso booster SB01 o SB2 **aperta**
- ✓ Nessuna sequenza automatica di arresto o commutazione in corso.

L'impianto può essere portato in marcia A o con sequenza automatica di avvio o manualmente. Con marcia in automatico, l'impianto può essere arrestato con sequenza automatica di arresto marcia A.

Sequenza Marcia B

La marcia è basata sui livelli gasometro preimpostati, con valvola FV107 in regolazione a gradini (0, 25, 50, 100%):

- basso livello (L)
- medio livello inferiore(L1);
- medio livello superiore (L2)
- alto livello (L3),
- altissimo livello (L4).

In base al livello del gasometro in relazione ai set-point definiti, gli assetti di marcia saranno:

- per livello del gasometro compreso tra L ed L1, solo gas AFO e metano (in effetti passaggio automatico in Marcia A);
- per livello compreso tra il minimo (L1) ed il medio (L2), bassa percentuale di gas LD (apertura valvola fissata al 25%) ed integrazione con gas AFO e metano (in regolazione di pressione PIC400);
- per livello compreso tra il medio (L2) e l'alto (L3), alta percentuale gas LD (apertura valvola fissata al 50%) ed integrazione con gas AFO e metano (in regolazione di pressione PIC400);
- per livello tra L3 ed L4, solo gas LD e metano (apertura valvola fissata al 100%, valvola gas AFO SOV204 chiusa).

Lo stato delle utenze, in marcia B è:

- ✓ Livello gasometro fra L1 e L4;
- ✓ Valvola intercettazione gas LD da gasometro (SOV103.2) **aperta**
- ✓ Valvola regolatrice gas LD da gasometro FV107 **aperta in regolazione a gradini**
- ✓ Valvola intercettazione gas AFO alla miscelazione SOV204 **aperta (o chiusa per max. livello gasometro)**
- ✓ Valvola intercettazione metano alla stazione riduzione SOV303.1 **aperta**
- ✓ Valvola intercettazione metano alla miscelazione SOV303.2 **aperta**
- ✓ Valvola intercettazione metano stazione riduzione SOV303.3 **chiusa**
- ✓ Regolatore miscelazione FFIC303 **in manuale**
- ✓ Almeno un Booster in automatico in **marcia**
- ✓ Farfalla regolazione miscela ingresso booster SB01 o SB2 **aperta**
- ✓ Nessuna sequenza automatica di arresto o commutazione in corso.

La logica di valutazione delle portate dei gas da miscelare è legata alle seguenti valutazioni analitico-strumentali:

- un primo calcolo delle portate dei gas LD e gas AFO secchi, a partire dalle misure tal quali dei gas umidi e dalle relative temperature e pressioni;
- il calcolo della portata di metano da immettere in relazione ai poteri calorifici di ciascun gas (grandezza preimpostata dall'operatore per il metano e il gas AFO e misurata per il gas LD);
- confronto del valore del potere calorifico misurato della miscela con quanto in specifica in modo da, eventualmente, variare la portata di gas metano addizionato.

Con marcia in automatico, l'impianto può essere arrestato con sequenza automatica di arresto marcia B/C. Possono essere avviate anche altre sequenze di commutazione, a seconda del livello del gasometro.

Sequenza Marcia C

La Marcia C prevede la miscelazione in regolazione automatica in funzione della portata di gas LD, o in funzione del set-point di portata impostato dall'operatore nel pannello del regolatore, con gas AFO e metano ad integrazione. Il valore di portata gas LD viene calcolato dal sistema di supervisione in base alla portata di gas prodotto dall'acciaieria. In particolare:

- I PLC dei tre COV dell'impianto LT di trattamento gas LD inviano al PLC gasometro i dati di portata gas LD secco sulla base anche della marcia dei relativi ventilatori nonché lo stato di recupero gas;
- Il PLC gasometro calcola la portata di gas LD secco mediata sull'ora precedente al calcolo.

Il calcolo suddetto viene ripetuto ogni 15 minuti e per i 15 minuti successivi, la portata di gas LD secco estratta dal gasometro, viene mantenuta costante al valore calcolato.

La regolazione della portata di metano di arricchimento viene condotta nello stesso modo della Marcia B. Anche in questo caso il passaggio in Marcia A per basso livello gasometro è automatico; il ritorno a Marcia C per idoneo livello gasometro è invece da comandarsi tramite operatore.

In caso di raggiungimento di alto livello gasometro, si apre al 100% la valvola di regolazione FV107 in uscita al gasometro.

Lo stato delle utenze non differisce dalla marcia B, tranne che per il sistema di regolazione:

- ✓ Livello gasometro fra L1 e L4;
- ✓ Valvola intercettazione gas LD da gasometro (SOV103.2) **aperta**
- ✓ Valvola regolatrice gas LD da gasometro FV107 **aperta in regolazione automatica di portata**
- ✓ Valvola intercettazione gas AFO alla miscelazione SOV204 **aperta**
- ✓ Valvola intercettazione metano alla stazione riduzione SOV303.1 **aperta**
- ✓ Valvola intercettazione metano alla miscelazione SOV303.2 **aperta**
- ✓ Valvola intercettazione metano stazione riduzione SOV303.3 **chiusa**
- ✓ Regolatore miscelazione FFIC303 **in manuale**
- ✓ Almeno un Booster in automatico in **marcia**
- ✓ Farfalla regolazione miscela ingresso booster SB01 o SB2 **aperta**
- ✓ Nessuna sequenza automatica di arresto o commutazione in corso.

Con marcia in automatico, l'impianto può essere arrestato con sequenza automatica di arresto marcia B/C. Possono essere avviate anche altre sequenze di commutazione, a seconda del livello del gasometro.

Se sull'impianto, anche a seguito di un avvio o una commutazione in automatico, vengono effettuate manovre dall'operatore sulle valvole delle linee, viene di fatto escluso il modo di funzionamento in automatico ed il sistema di controllo non riconosce più lo "stato di marcia" dell'impianto (INCONGRUENZA), di fatto escludendo la possibilità di attuare sequenze di arresto in automatico.

L'impianto quindi si può trovare in uno dei seguenti stati:

FERMO

MARCIA A

MARCIA B

MARCIA C

SEQUENZA AVVIO/ARRESTO

SEQUENZA COMMUTAZIONE

INCONGRUENZA

Nel caso di incongruenza, l'operatore dovrà fare un controllo sulle utenze per verificare quali si trovino in stato di MANUALE, riportandone lo stato in AUTOMATICO. Ad impianto attivo, in ogni caso, da ogni stato è possibile attuare un ARRESTO DI EMERGENZA. In concomitanza di un qualsiasi blocco, si verificherà dalla pagina dei blocchi d'impianto lo stato delle condizioni di blocco (INCLUSO / ESCLUSO) e quale di questi è intervenuto, prima del suo ripristino.

Il sistema, in automatico, provvede ad attuare le commutazioni automatiche di marcia che si dovessero rendere necessarie. Ad esempio, il sistema di controllo commuterà l'impianto in MARCIA A al verificarsi di una delle seguenti situazioni:

1. livello gasometro compreso fra la soglia di minimo e quella di medio inferiore
2. portata dal gasometro alla miscelazione (FT107) inferiore al set-point
3. differenza di pressione fra linea alimentazione gas LD e linea MIX alla miscelazione (PT106 – PT400) inferiore al set-point.

Il verificarsi di una delle ultime due situazioni potrebbe dar luogo al rischio di un ritorno di gas MIX al gasometro.

Dalla pagina dei blocchi e cause di arresto impianto è possibile verificare lo stato degli interblocchi e sicurezze automatiche d'impianto (con dettagli sul tipo di blocco, cause ed effetti sull'impianto). Ad esempio, se la valvola d'intercettazione gas LD al gasometro (SOV103.1), in automatico, va in chiusura (isolamento gasometro lato COV), si sarà verificata una delle seguenti condizioni:

- 1) anomalia generale PLC raffreddamento
- 2) anomalia generale PLC parti comuni
- 3) livello media gasometro superiore set-point altissimo livello
- 4) allarme analizzatore laser ossigeno (anomalie analizzatore o alta % O₂)
- 5) allarme bassissima pressione linea gas LD
- 6) allarme alta temperatura gas ingresso gasometro (TT104).

In Allegato C1.8.10 sono riportate ulteriori pagine del sinottico del sistema di controllo.

Rete gas naturale

Il gas è fornito mediante stacco sul metanodotto della rete nazionale SNAM, che alimenta una stazione di riduzione, ubicata in prossimità della viabilità di accesso a Piombino, e da questa, attraverso apposita rete di tubazioni su pipe rack, è distribuito alle varie utenze di stabilimento. Il lay-out generale della rete di stabilimento è riportato nelle Tavole 7 e 8 in Allegato A1.2.2 e Tavola 3 in Allegato B1.2.1.7. La pressione di esercizio della rete di stabilimento è di 4 bar, con portata complessiva di 30.000 Nm³/h. Lungo la rete sono inserite valvole di intercettazione, immissione azoto e sfiati. Localmente, in ingresso alle varie utenze, sono operanti stazioni di riduzione costituite da gruppi di laminazione / regolazione, che provvedono ad assicurare corretti valori di pressione e portata di alimentazione alle utenze.

In merito all'alimentazione delle utenze della ISE (centrali CET2 e CET3), la rete è indipendente dalla rete LUCCHINI, essendo operante un collegamento dedicato alla rete SNAM con stazione di filtrazione e riduzione in zona nuovi impianti (DALMINE), in prossimità dello stacco e della stazione di filtrazione e riduzione ad uso esclusivo ELETTRA GLL che alimenta le utenze della CET-PIO. La tubazione gas naturale ELETTRA GLL (a monte stazione decompressione: collettore 10" pressione ~73 bar, a valle stazione: collettore 4", pressione 28 bar) e la tubazione ISE (a monte stazione decompressione: collettore 10" pressione ~73 bar, a valle stazione: collettore 4", pressione 24 bar), nei tratti comuni di collegamento fra le rispettive stazioni e le utenze, si sviluppano con percorso parallelo, lungo il percorso già utilizzato per la tubazione LUCCHINI che alimenta le utenze in zona nuovi impianti (forni TMP e TVE), tubazione a maggiore diametro, essendo molto più bassa la pressione di esercizio.

Rete ossigeno

Varie utenze di stabilimento (principali utenze: altoforno, acciaieria, oltre ad altre utenze minori officine, ecc.) utilizzano ossigeno durante varie fasi del ciclo produttivo. L'ossigeno è fornito dal vicino stabilimento della SOL S.p.A., che mediante una doppia linea alimenta una serie di serbatoi a

“sigaro” di ossigeno gassoso, polmoni della rete, in zona Cotone, il cui lay-out è riportato nella planimetria in Allegato 1.2.2 (Tavola 9).

Dai polmoni, una linea è dedicata all'alimentazione dell'altoforno AFO/4, mentre una seconda linea alimenta le utenze acciaieria, dove, a valle di un gruppo locale di polmonazione, opera un centralino di riduzione che provvede allo smistamento verso le varie utenze (convertitori, colate continue, ecc.). La situazione complessiva stoccaggi e rete distribuzione ossigeno di stabilimento vede quindi:

1. stoccaggio adiacenze “Cotone”, n. 14 serbatoi, capacità di 116 m³ ciascuno, con ossigeno gassoso a pressione di ~22 bar,
2. stoccaggio “Acciaieria”, n. 5 serbatoi, da 116 m³ cadauno, con ossigeno gassoso a ~22 bar.

Lungo la rete sono inserite valvole di intercettazione dei vari tratti. Tutte le utenze sono dotate di disco di misura, che per superamento di max. portata ammessa per l'utenza, automaticamente provvede allo stacco dell'utenza, con intercettazione e messa in sicurezza della linea.

Rete azoto

Lo stabilimento è dotato di n. 2 reti separate di distribuzione azoto gassoso. L'azoto arriva dal vicino stabilimento della SOL S.p.A., mediante due tubazioni separate, garantito un serbatoio polmone di azoto liquido da 300.000 m³, dotato di evaporatore con produttività di azoto gassoso di 5.000÷6.000 m³/h, che di fatto costituisce il valore max. garantito di fornitura SOL. In stabilimento è disponibile:

- I. azoto “puro” (al 99.95%, punto di rugiada -60 °C, c.d. azoto di 1° qualità), consumi medi 2.500÷3.000 m³/h, per l'alimentazione dell'acciaieria dello stabilimento mediante tubazione dedicata, ad una pressione di ~4 bar; tale azoto viene compresso mediante un gruppo di boosteraggio per l'alimentazione delle utenze acciaieria (pressione polmoni stoccaggio 24 bar) come azoto di processo, al posto dell'argon;
- II. azoto di 2° qualità, consumi medi di riferimento 13.000÷15.000 m³/h, pressione di rete di ~10 bar, rete con DN 250 nata 25 anni fa per l'alimentazione delle utenze dell'altoforno AFO/4, avente affidabilità analoga alla prima, ma per la quale non è garantita la purezza del gas distribuito.

La compressione (stazione ubicata in zona centralino riduzione O₂, 13÷22 bar) dell'azoto di 1° qualità è realizzata da un gruppo di n. 4 compressori che provvede ad alimentare un serbatoio polmone da 100 m³ a servizio dell'acciaieria, dove si hanno utenze a circa 10 bar. Ulteriori n. 2 serbatoi da 30 m³ hanno funzione di polmone della rete di distribuzione a 4 bar.

In relazione all'azoto di 2° qualità, un serbatoio da 100 m³ funziona da polmone, in parallelo alla rete, mentre n. 2 serbatoi da 80 m³ sono utilizzati per bonifica d'emergenza degli elettrofiltri dell'impianto LT di trattamento dei fumi primari.

In precedenza, in acciaieria, l'azoto di 1° qualità veniva utilizzato come back-up, in alternativa all'argon (distribuito alla pressione di 13÷14 bar). La filosofia del parallelismo per l'azoto di processo è stata di fatto oggi abbandonata, poiché soprattutto per le utenze a grosso consumo (p.es. desolfurazione ghisa), è preferito l'uso dell'azoto di 1° qualità al posto dell'argon, in virtù di evidenti ragioni di convenienza economica.

In acciaieria, l'azoto a bassa pressione, viene anche utilizzato per le attuazioni pneumatiche al posto dell'aria compressa. Per le bonifiche viene normalmente utilizzato l'azoto di 2° qualità (collettori reti gas, gasometri, ecc.), o azoto di 1° qualità per quelle utenze in cui non si ha presenza, nelle adiacenze, della rete azoto di 2° qualità.

N. 3 serbatoi polmone di azoto gassoso sono collocati in prossimità del capannone acciaieria, due dei quali sono in serie alla rete (i polmoni sono caricati dalla rete, pressione 11 bar, e dotati di valvole di ritegno), ed in grado di garantire portate elevate (10.000 m³/h) per tempi brevi.

In altoforno, è altresì operante un polmone indipendente di N₂ liquido con impianto di vaporizzatore, gestito dal personale dell'area altoforno (rifornimento diretto con autocisterna da SOL), utilizzato per far fronte ad esigenze di punta e/o back-up in caso di emergenza sulla rete azoto di stabilimento verso AFO/4.

Aria compressa

L'aria compressa necessaria come aria di processo o per azionamenti pneumatici viene distribuita attraverso una rete di stabilimento alimentata da n. 3 gruppi di compressori, due dei quali sono collegati fra loro mediante tubazione e valvola regolatrice. Gli azionamenti critici sono comunque garantiti mediante doppia alimentazione aria / azoto.

I due gruppi collegati sono operanti in zona centralino ossigeno, mentre il terzo gruppo di produzione di aria compressa è installato all'interno del capannone CET2 in area ISE. La rete aria compressa all'interno del capannone CET2 è promiscua (ISE / LUCCHINI), la ISE provvede anche all'essiccazione dell'aria prodotta, che viene utilizzata per le proprie utenze e per le utenze AFO/4.

Il gruppo di compressori in area AFO/4 lavora a 6,5÷7 bar, mentre il resto della rete di produzione e distribuzione dello stabilimento a 5 bar. Il flusso è quindi dall'altoforno verso il resto dello stabilimento, con stabilità complessiva di funzionamento della rete a 5 bar, stanti le perdite di carico nel tratto da AFO/4 a vecchi impianti.

Acqua di mare

La rete di distribuzione acqua di mare provvede all'alimentazione del secondario dei circuiti di raffreddamento di vari processi dello stabilimento. In emergenza, per mancanza acqua industriale, assicura lo spegnimento del coke e l'alimentazione delle guardie idrauliche dei gasometri.

La rete di stabilimento è alimentata mediante alcune stazioni di pompaggio, operanti per zone di stabilimento: nella zona vecchi impianti opera la “stazione **2° salto**”, dove il gruppo di pompaggio è costituito da n. 5 pompe da ~4000 m³/h (di cui n. 2 in esercizio e n. 3 in stand-by), con portata ai collettori di alimentazione di ~8500 (±500) m³/h con prevalenza di 5 bar.

In zona AFO/4 opera la “stazione **1° salto**” (sezione A e sezione Bis) che alimenta preferenzialmente le utenze in zona AFO/4. La stazione **1° salto A** è costituita da due gruppi di pompaggio con prevalenza di ~2 bar: n. 3 pompe da 6000 m³/h (n. 1 in esercizio e n. 2 in stand-by) e da n. 3 pompe da 7000 m³/h (n. 2 in esercizio e n. 1 in stand-by), queste ultime dedicate all'alimentazione delle utenze della CET-PIO ELETTRA. La stazione **1° salto Bis** è invece costituita da n. 3 pompe da 16000 m³/h (n. 2 in esercizio e n. 1 in stand-by).

In uscita dalla “stazione **2° salto**” (si veda la Tavola 4 in Allegato B1.2.1.7), opera una serie di collettori che alimentano sistemi di distribuzione ad anello, così come illustrato di seguito:

- ✓ n. 2 collettori in parallelo (2 x DN 1000) alimentano un sistema di distribuzione ad anello, a servizio dell'acciaieria. La presenza di una serie di by-pass e valvole di intercettazione permette l'alimentazione delle varie utenze anche in caso di indisponibilità di uno dei due collettori o di sezioni dello stesso anello;
- ✓ n. 2 collettori in parallelo (DN 600 e DN 700) alimentano un sistema di distribuzione ad anello, a servizio della cokeria. La presenza di una serie di by-pass e valvole di intercettazione permette

l'alimentazione delle varie utenze anche in caso di indisponibilità di uno dei due collettori o di sezioni dello stesso anello;

- ✓ n. 2 collettori in parallelo (2 x DN 1600) alimentano un collegamento alla “stazione 1° salto”, in zona AGROITTICA. Dalla “stazione 1° salto” partono vari collettori, fra cui due collettori (2 x DN 1500) verso l'area altoforno AFO/4 e CET2 (ISE). La presenza di una serie di by-pass e valvole di intercettazione, permette l'alimentazione delle varie utenze anche in caso di indisponibilità di uno dei collettori o di sezioni dello stesso anello.

Acqua industriale

L'alimentazione degli impianti di processo e trattamento nelle varie aree di stabilimento, le guardie idrauliche delle reti di distribuzione gas e dei gasometri, nonché lo spegnimento del coke sfornato dalle batterie in cokeria sono garantite mediante acqua industriale, distribuita nelle varie aree dello stabilimento mediante rete dedicata.

La rete acqua industriale è alimentata dai “Pozzi di Vignarca” (n. 19 pozzi emunti da n. 19 pompe, operanti in località Torre del Sale): l'acqua prelevata viene stoccata in vasche intermedie di accumulo, da cui un gruppo di pompaggio costituito da n. 5 pompe (di cui n. 3 in esercizio e n. 2 in stand-by) provvede a fornire complessivamente 1000 (± 50) m³/h, con prevalenza di 0.6 MPa, di acqua industriale alla rete di stabilimento (si veda la Tavola 3 in Allegato B1.2.1.7).

Lo stoccaggio di Vignarca vede una sezione con acqua aventi migliori caratteristiche chimico-fisiche ed una con acqua di peggiore qualità.

Il collegamento dai Pozzi al vascone è realizzato mediante un doppio collegamento:

1. collettore lato monte, alimentato da n. 2 tubazioni DN 500 interrate in vetroresina che corrono parallele per unificarsi in unico collettore DN 600 → DN 500 → 2x DN 300 in acciaio preventivamente all'attraversamento del Fiume Cornia;
2. collettore lato mare, costituito da una tubazione DN 400, con percorso distinto dal precedente, che trasporta l'acqua di migliore qualità emunta dai pozzi, destinata principalmente all'impianto di produzione acqua DEMI di stabilimento (impianto acqua demineralizzata), con stramazzo dall'alto nel “vascone” di stabilimento, dove provvede, senza inquinarsi, ad addolcire l'acqua proveniente dal collettore lato monte, avente alta salinità.

Dal collettore acqua industriale lato monte sono derivati gli stacchi di alimentazione delle utenze nuovi impianti (TMP e TVE).

La pressione di rete è mantenuta tramite piezometrico ($H_{MAX} = 35$ m, in località Capezzolo, cosiddetto “vascone”, con capienza 10.000 m³), che, alla connessione con la rete, garantisce una pressione maggiore di 0.3 MPa.

In uscita dal piezometrico si dipartono n. 3 collettori: un collettore DN 600 verso l'area altoforno e servizi AFO/4, macchina a colare, CET2 e CET3 (ISE), nonché n. 2 collettori che corrono paralleli verso la zona vecchi impianti (cokeria ed acciaieria, tubazioni DN 300 e DN 450). Un sistema di collegamenti di by-pass con valvole di intercettazione permette l'alimentazione di ogni utenza da ciascuno dei due collettori (operante in zona “mensa AFO/4”).

Acqua CIGRI. Alcune utenze di stabilimento (acciaieria, cokeria, macchina a colare, ecc.) sono alimentabili mediante l'acqua del CIGRI, impianto consortile che provvede alla distribuzione dell'acqua recuperata dall'impianto di depurazione acque provenienti degli scarichi del comune di Piombino. L'acqua così recuperata è stoccata in una vasca di accumulo da ~3000 m³, dalla quale un gruppo di pompaggio costituito da n. 4 pompe (di cui n. 1 in esercizio e n. 3 in stand-by) con prevalenza di 0.7 MPa alimenta la rete che serve le suddette utenze di stabilimento (tubazione DN 300 in acciaio, fuori terra).

Rete vapore. Il vapore di processo utilizzato all'interno dello stabilimento è prodotto nelle caldaie delle centrali della ISE (CET2 e CET3), operanti in zona altoforno AFO/4 e dall'impianto di raffreddamento fumi primari di acciaieria ("caldaie" COV1, COV2, COV3). La rete vapore ha pressione di esercizio, in zona vecchio stabilimento di 9÷10 bar, (con un massimo di 11 bar ai degasaggi, in acciaieria), mentre in zona AFO/4 si ha una pressione di 13 bar per l'umidificazione del vento in altoforno, laddove le altre utenze vapore e servizi AFO/4 hanno pressione di alimentazione di 5.5 bar.

La produzione vapore in acciaieria (caldaie/camini di raffreddamento convertitori) vede le tre caldaie, con funzionamento batch legato al ciclo dei convertitori stessi, connesse mediante un elemento comune alla rete vapore di stabilimento. In particolare, si ha un degasatore e n. 2 serbatoi di accumulo vapore, il tutto comunicante con la rete vapore di stabilimento mediante una regolatrice, che in base alla pressione di rete provvede all'immissione del vapore necessario al mantenimento del set-point di pressione della rete. La rete è dotata di valvole di intercettazione, valvole di sicurezza, ecc.

Per la tipologia ed i quantitativi di sostanze veicolate dalle reti di distribuzione, fra le sostanze classificate nell'Allegato I Parte 1 del D. Lgs. n. 334/99, vanno considerati il metano e l'ossigeno, mentre fra quelle incluse nella Parte 2 va considerato il gas d'altoforno "gas AFO", contenente monossido di carbonio ed idrogeno, il gas di cokeria "gas COK", contenente idrogeno, metano, e monossido di carbonio, nonché il gas d'acciaieria "gas LD", contenente monossido di carbonio ed idrogeno.

1.B.1.2.1.8 Magazzini generali

Un capannone in zona nuovi impianti (adiacenze GSI LUCCHINI) è adibito a magazzino generale, a cui afferisce un'area esterna ad uso esclusivo. Il magazzino ha un'area complessiva di circa 5000 m², cui oltre 4000 m² sono coperti (si veda anche la Tavola 1 in Allegato B1.2.1.8). Il magazzino generale di stabilimento provvede a:

- ✓ ricevimento delle merci e successiva distribuzione ai reparti che le hanno ordinate,
- ✓ stoccaggio parti di ricambio impianti e macchinari di stabilimento,
- ✓ stoccaggio indumenti di protezione individuale, componentistica ed attrezzature varie.

La gestione delle scorte è ottimizzata in maniera tale da consentire uno stoccaggio minimo dei materiali e ricambi di magazzino. La gestione degli ordini è di tipo centralizzato, a cura del personale del magazzino. Il materiale consegnato in relazione ad uno specifico ordine viene immediatamente smistato al reparto che lo ha commissionato, di fatto minimizzando i quantitativi e le tipologie di materiali in deposito.

All'esterno del capannone, in area dedicata, sono presenti il deposito oli lubrificanti (~40 m³ di stoccaggio) ed il deposito gas in bombole. Il deposito oli lubrificanti è protetto da un bacino di contenimento, ed è dotato di accesso con soglia rialzata.

Il deposito gas in bombole (GPL, acetilene, ossigeno, azoto, miscela UCAR per saldature) è collocato in una struttura in cemento e mattoni con suddivisione in celle (con indicazione tipologia bombole, pieni e vuoti), con piano di stoccaggio a quota rialzata rispetto al piano di campagna, onde consentire il carico e scarico delle bombole direttamente dal pianale dei mezzi di trasporto.

Il personale del magazzino ha la gestione del carico e scarico del carburante (benzina verde e gasolio) utilizzato per l'alimentazione dei mezzi che circolano all'interno dello stabilimento. A tal

fine è operante un distributore carburanti ad uso privato, ubicato all'interno di una piazzola ai margini della viabilità principale di stabilimento (dall'acciaieria verso il parco rottame), in prossimità del capannone "manutenzione centrale", alle spalle del capannone ospitante l'officina di rifacimento siviere.

Il distributore, recentemente adeguato ai sensi della normativa vigente (razionalizzazione sistema distribuzione carburanti e prevenzione da inquinamento da benzene) è costituito da n. 1 serbatoio interrato da 60 m³ per gasolio e da n. 1 serbatoio interrato da 23 m³ per benzina verde, ciascuno collegato ad una colonnina ad erogatore singolo. L'impianto è corredato da un accettatore di schede magnetiche di ultima generazione.

Un deposito di gasolio per autotrazione (n. 3 serbatoi interrati da 23 m³ cadauno ubicati in area adiacente al magazzino generale) è utilizzato come deposito di stoccaggio per il rifornimento di un'autocisterna (omologata ADR, con conducente dotato di patentino ADR) che provvede, periodicamente, al rifornimento di piccoli serbatoi o utenze distribuite nello stabilimento. Tale deposito è rifornito mediante autocisterna dall'esterno.

Per la tipologia ed i quantitativi di sostanze trattate in area magazzino generale, fra le sostanze classificate nell'Allegato I Parte 1 del D. Lgs. n. 334/99, vanno considerati l'ossigeno e la benzina verde, mentre fra quelle incluse nella Parte 2 va considerato il gasolio.

1.B.1.2.1.9 Impianto REDSMELT NST

L'impianto REDSMELT NST è un impianto di tipo dimostrativo, sganciato dal ciclo produttivo dello stabilimento e dall'esercizio. L'impianto è stato progettato e realizzato nell'ambito di un programma di innovazione tecnologica (Progetto ECSC N° 7215-PA/PB/060) finanziato dalla Comunità Europea.

REDSMELT NST è il risultato di un progetto dimostrativo avente lo scopo di studiare un nuovo concetto di produzione della ghisa, caratterizzato da aspetti ambientali di tipo migliorativo, schematizzabile in 2 fasi:

- 1) pre-riduzione di pellet verdi, prodotte a partire dai residui ferrosi presenti nello stabilimento (fanghi AFO, polverino AFO, fini pellet, scaglie di laminazione, fini coke), in un forno a suola rotante (RHF, Rotary Hearth Furnace);
- 2) riduzione finale e fusione delle pellet pre-ridotte (DRI) in un forno fusorio insufflato con ossigeno e carbone.

Lo schema semplificato del processo è rappresentato in Figura 23, e descritto di seguito. Il lay-out 3D schematico dell'impianto è riportato in Figura 24. Nell'impianto sono identificabili le seguenti sezioni funzionali:

- 1) Miscelazione e formatura, per la produzione di pellet verdi da caricare nel RHF
- 2) Rotary Hearth Furnace (RHF)
- 3) Sistema di iniezione per il carbone e gli additivi da alimentare alle lance del fusore
- 4) Forno fusorio ossigeno / carbone (Figura 25).

Peculiarità di fondo dell'impianto è quella di permettere il recupero e lo smaltimento della quasi totalità dei residui di lavorazione prodotti dal ciclo siderurgico, con riduzione drastica dei materiali destinati a discarica (fanghi AFO, polverino AFO (PAF)) e/o al commercio come materia prima seconda (scaglie laminazione, fini pellet, fini coke), con evidente miglioramento del quadro ambientale complessivo di stabilimento.

Il funzionamento dell'impianto prevede un programma di sperimentazione costituito da una serie di prove di funzionamento dei singoli componenti per l'ottimizzazione dei parametri di funzionamento, oltre a una campagna di prove d'impianto finalizzate alla dimostrazione della funzionalità complessiva dell'impianto (produzione ghisa) in varie condizioni operative e per diverse composizioni della carica.

Miscelazione e formatura pellet

Il ferrifero e il riducente, macinati con granulometria abbastanza fine ($80\% < 100 \mu\text{m}$), sono miscelati ad umido, con l'eventuale aggiunta di legante, per ottenere pellet con una resistenza meccanica sufficiente per le successive fasi di movimentazione.

Il sistema di miscelazione viene alimentato dai seguenti sili:

- ⇒ sili metallici del materiale ferrifero macinato (recuperi di stabilimento: fanghi AFO, polverino AFO, fini di pellet, scaglie di laminazione)
- ⇒ silo metallico del riducente macinato per il RHF (fini di coke o carbone o antracite)
- ⇒ silo metallico del legante (bentonite o altro).

La miscela così ottenuta viene alimentata al disco di formatura, dove viene ulteriormente umidificata. La formatura viene effettuata da un disco di pellettizzazione. Le pellet prodotte sono scaricate su di un vaglio, che ne permette una verifica dimensionale, e quindi inviate al forno di riduzione RHF.

Rotary Hearth Furnace (RHF)

Le pellet verdi prodotte sono caricate nel forno a suola rotante (RHF) in uno strato uniforme di circa 30 kg/m^2 , corrispondente ad uno spessore di $20 \div 25 \text{ mm}$, per essere ridotte fino al grado di metallizzazione richiesto.

Durante il tempo di permanenza nel forno, alimentato a metano, che può variare dai 12' ai 20', le pellet sono scaldate rapidamente fino a $\sim 1200 \text{ }^\circ\text{C}$ e sottoposte alle seguenti trasformazioni chimico-fisiche:

- ⇒ essiccazione
- ⇒ de-volatilizzazione del carbone
- ⇒ riduzione degli ossidi di ferro
- ⇒ indurimento delle pellet (sinterizzazione dei grani di ferro).

La dimensione delle particelle di materiale ossidato e di riducente e la temperatura molto elevata consentono velocità di reazione estremamente rapide.

Per evitare fenomeni di re-ossidazione del ferro metallizzato, la sezione finale del forno è mantenuta in atmosfera ipostechiometrica.

Le pellet di pre-ridotto (DRI) caldo sono scaricate dalla suola del forno attraverso una coclea di estrazione, dotata di sistema di raffreddamento, e caricate tramite nastro nel forno fusorio ad ossigeno / carbone.

I gas che escono dal forno a suola rotante attraversano un condotto refrattariato dove viene completata la combustione dei componenti che non sono bruciati all'interno del forno stesso. I fumi sono quindi raffreddati ed inviati per la loro depolverazione al filtro a maniche, operante in zona macchina a colare.

Sistema di iniezione per fusore (carbone e additivi)

Il carbone e gli additivi vengono scaricati dai seguenti silii:

- ⇒ silo metallico del riducente grossolano 0 – 2 mm (fini di coke o carbone o antracite)
- ⇒ silo metallico degli additivi (dolomite di recupero o calce o altro),

e vengono inviati al sistema di iniezione, che alimenta le lance inferiori del forno fusorio, che utilizza azoto come gas vettore. L'azoto viene anche utilizzato come gas di inertizzazione in caso di emergenza.

Fusore (SMELTER) ossigeno / carbone

Il DRI viene caricato tramite nastro nel forno fusorio attraverso uno scivolo refrattariato, a temperatura di ~1000 °C. Ad avviamento impianto, è previsto il funzionamento di un bruciatore ossigeno/metano, sì da permettere il riscaldamento del refrattario e la fusione della ghisa residua nello SMELTER, prima del caricamento delle pellet dal RHF.

Il forno fusorio è dotato di due livelli di lance: un primo livello di lance nella parte inferiore per l'iniezione di ossigeno primario e carbone, un secondo livello di lance nella parte superiore per l'iniezione di ossigeno secondario, utilizzato per completare la post-combustione. Il forno fusorio è tutto rivestito di refrattario ed è raffreddato nella zona critica (area scoria) attraverso un sistema a cassette in rame.

Durante il tempo di permanenza nel forno fusorio, le pellet di pre-ridotto (DRI) sono sottoposte alle seguenti trasformazioni:

- ⇒ completamento del processo di riduzione (utilizzando sia il carbonio residuo contenuto nel DRI che il carbonio iniettato dalle lance nella zona inferiore);
- ⇒ fusione dei prodotti.

La ghisa e la loppa prodotte sono colate attraverso un sifone; la ghisa è spillata attraverso un sistema di canalizzazioni ("rigole") di refrattario, mantenute alla temperatura di esercizio mediante una serie di piccoli bruciatori di riscaldamento.

La postcombustione del gas prodotto dal forno fusorio viene per lo più completata nella parte superiore del forno fusorio stesso, attraverso l'iniezione di ossigeno secondario. I gas che escono dal forno fusorio passano attraverso un condotto raffreddato ad acqua (proveniente dalla rete acqua demineralizzata, operante in ciclo chiuso, e raffreddata mediante aerotermini) dove avviene la combustione completa dei componenti che non sono stati bruciati all'interno del forno fusorio stesso.

Quencher

I fumi in uscita dalla sezione di postcombustione del forno fusorio sono quindi raffreddati mediante l'iniezione di acqua industriale (26 °C) in un quencher, ed inviati ad un filtro a maniche di depolverazione.

In uscita dal forno fusorio, si avrà, analogamente al processo tipo "altoforno", loppa (rivenduta all'esterno come materia prima seconda), mentre l'acqua industriale non utilizzata nel quencher viene inviata, mediante tubazione, all'esistente vasca dell'acqua di ricircolo della vicina macchina a colare.

Figura 23: Schema a blocchi e peculiarità di base del processo REDSMELT NST.

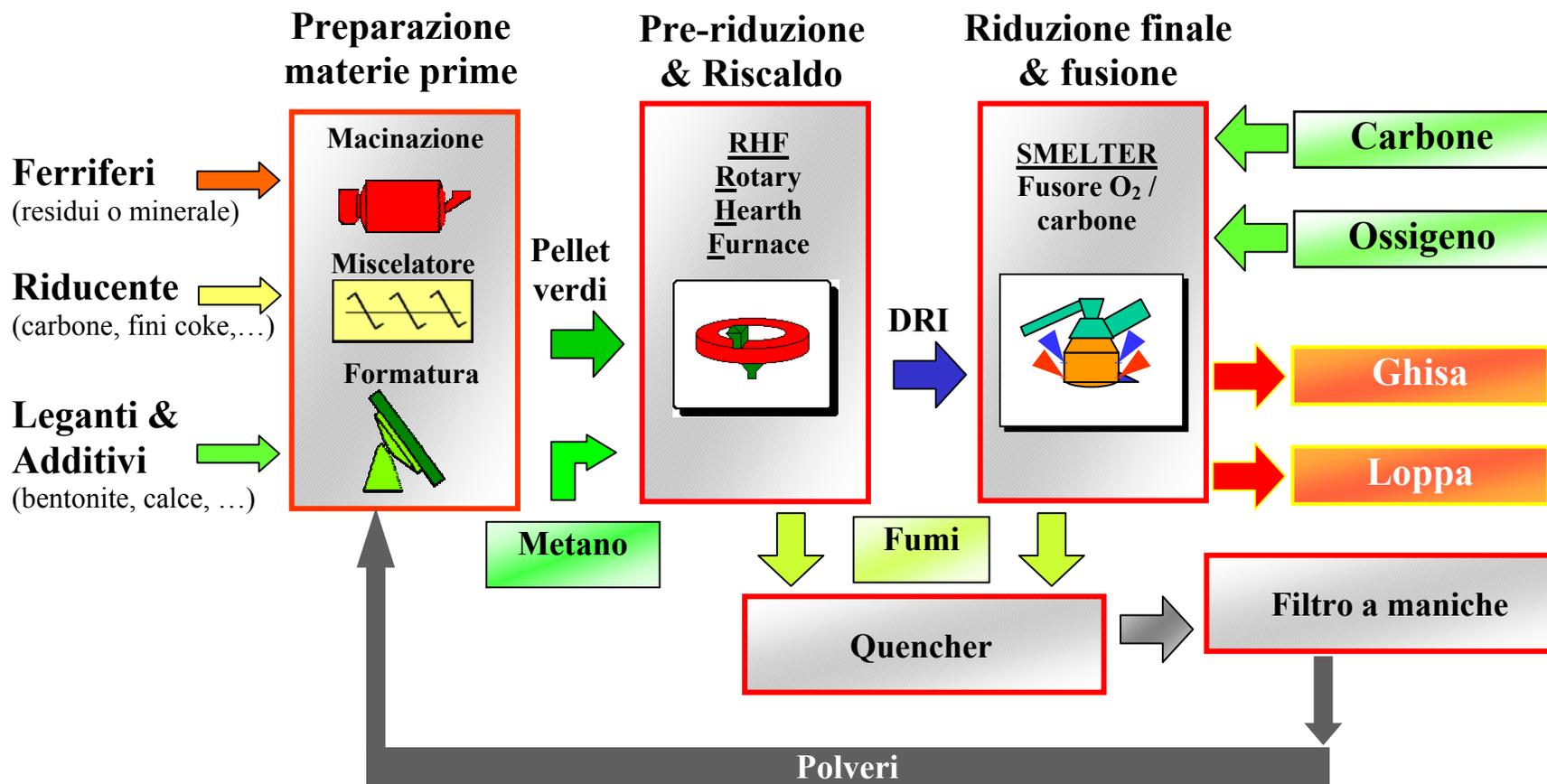


Figura 24: Complessivo 3D impianto REDSMELT NST.

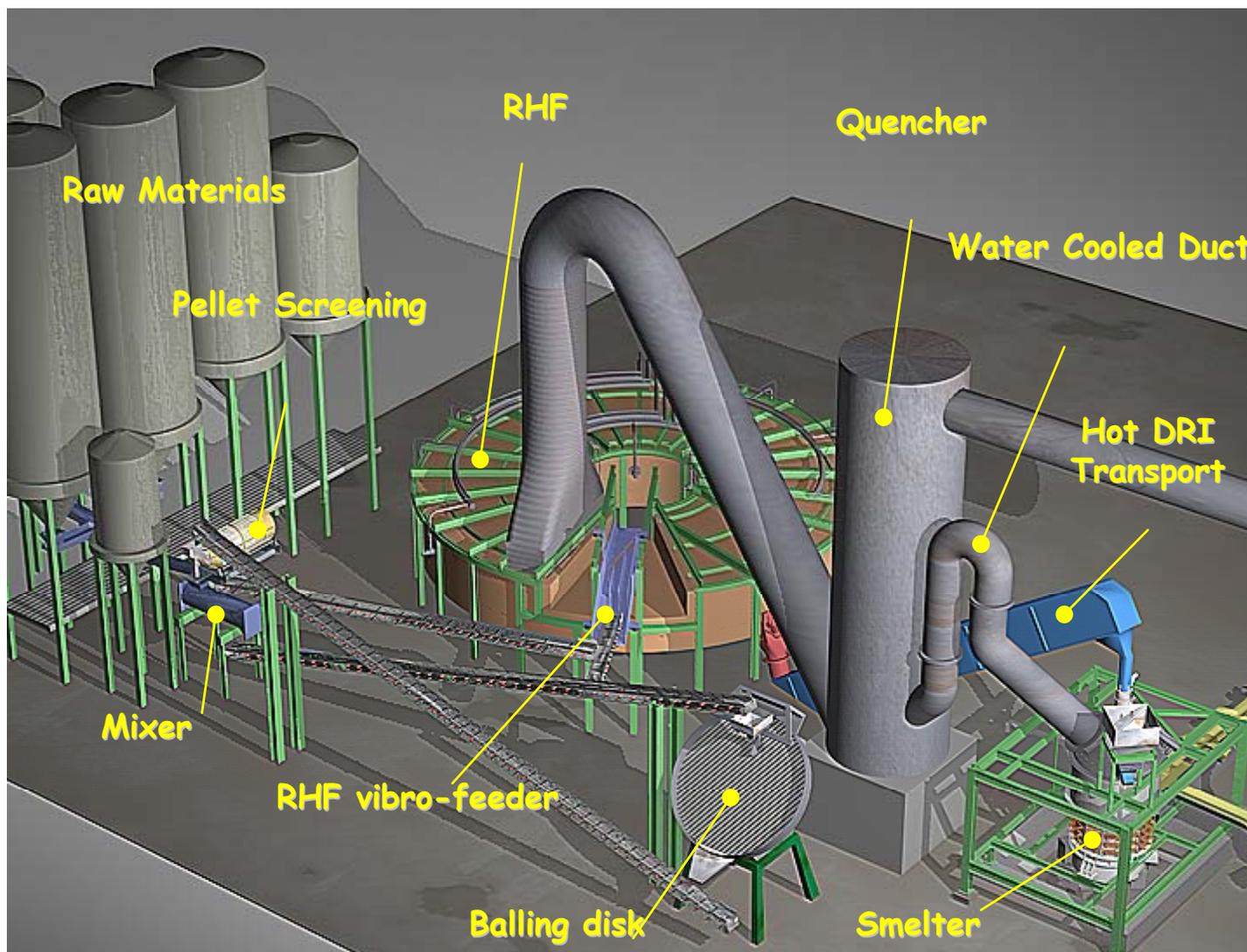
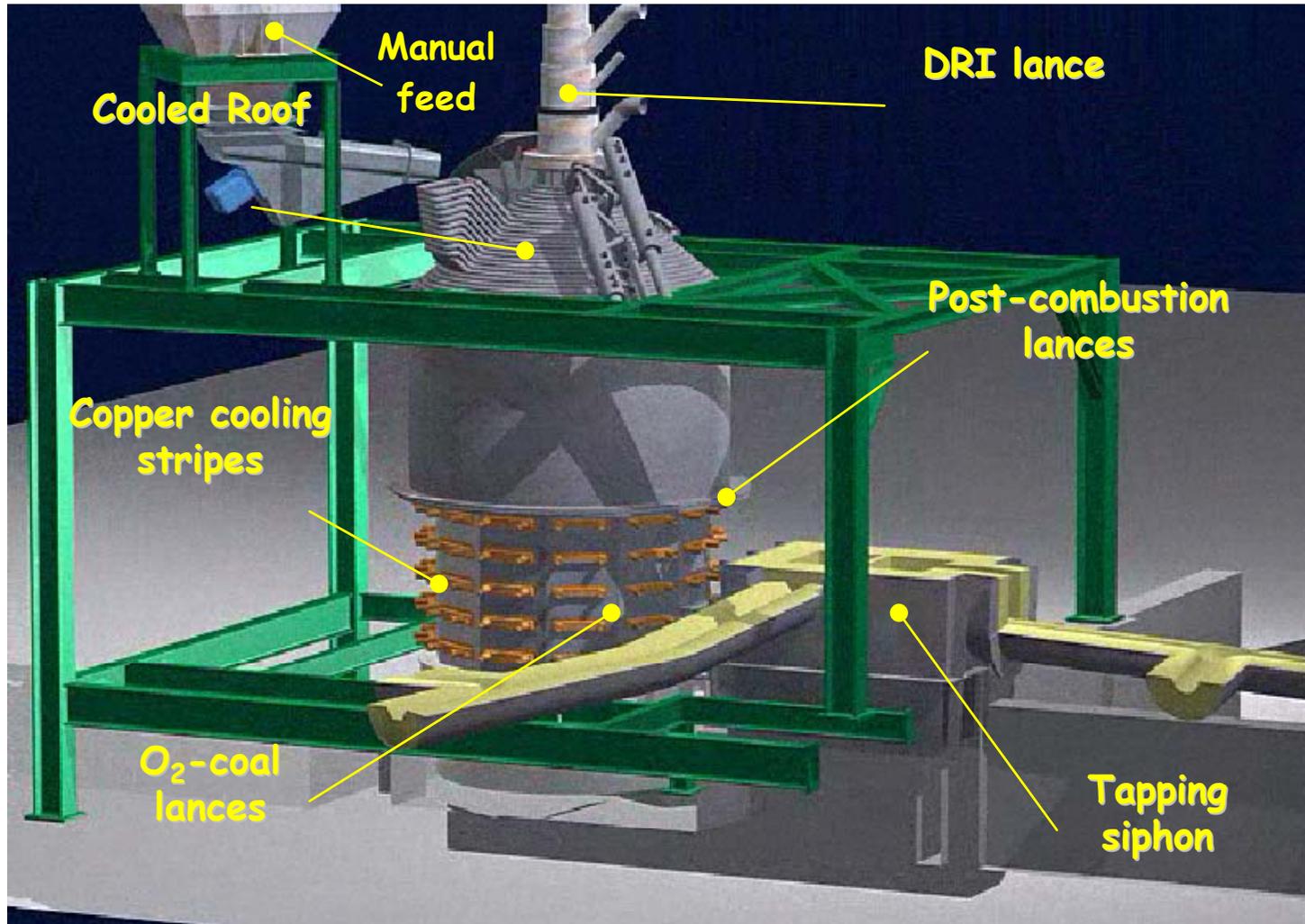


Figura 25: Vista assometria laterale forno fusore SMELTER.



1.B.1.2.2 Codice di attività (allegato IV O.M. 21/02/85 Ministero Sanità).

Il codice delle attività dello stabilimento di Piombino della LUCCHINI S.p.A. secondo la classificazione dell'Allegato IV all'Ordinanza Ministeriale 21/02/1985 del Ministero della Sanità è:

✓ 3.09.X (Industrie Metallurgiche).

1.B.1.2.3 Tecnologia di base adottata nella progettazione del processo.

Nel caso di processo tecnologico di tipo nuovo, precisare l'organismo che lo ha sviluppato, le sperimentazioni eseguite, lo stato attuale delle conoscenze tecnico-scientifiche al riguardo e gli studi effettuati al fine di rendere minimi i rischi comportati dal processo stesso.

Il ciclo produttivo dello stabilimento è quello caratteristico di uno stabilimento siderurgico a ciclo integrale, e quindi comprendente svariati processi produttivi sincronizzati, interfacciati e integrati fra loro.

D'altra parte, tenendo conto dell'evoluzione storica e tecnologica, il ciclo dello stabilimento ha assunto tale configurazione ad inizio agli anni '70, per subire poi una serie di sostanziali interventi di rewamping come evidenziato nel seguente prospetto di sintesi.

La progettazione di base degli impianti di stabilimento nella configurazione anni '70 è di ITALIMPIANTI, gruppo dotato di specialisti nel campo delle tecnologie di produzione dell'acciaio e di notevole esperienza nel settore della progettazione di impianti meccanici.

In tale ambito era stato realizzato l'altoforno e gli impianti ausiliari a servizio dello stesso, alla fine degli anni '70. I successivi rewamping e le modifiche d'impianto alla sezione lavaggio gas, sono state successivamente progettate da specialisti quali PAUL WURTH, DEMAG / ITALIMPIANTI, HOOGOVENS, SMS DEMAG, con comprovata esperienza nell'impiantistica del settore.

Analogamente, gli interventi di rewamping operati in cokeria sulle batterie e sull'impianto sottoprodotti sono stati progettati da specialisti, fra i quali basta ricordare CEC, CARL STILL, SMS DEMAG, e SIRTEC NIGI. In acciaieria, fra le società che hanno curato la progettazione e/o il rewamping delle colate continue basti citare CONCAST, mentre il recente rewamping in area Convertitori è stato progettato e realizzato dalla LURGI BISHOP con caldaie OSCHATZ, proprietaria della particolare tecnologia utilizzata per il trattamento e recupero dei fumi primari di acciaieria.

In relazione ai gasometri, data la particolare tipologia impiantistica, la progettazione e la realizzazione delle opere connesse è sempre stata affidata ad aziende leader nel settore di tali apparecchi, quali CLAYTON WALKER & MOTHERWELL BRIDGE, BADONI.

In relazione alla realizzazione delle reti di distribuzione di gas tecnici di stabilimento, nel tempo lo stabilimento si è avvalso della consulenza SOL, avente esperienza consolidata nella progettazione e realizzazione di impianti di tale tipologia, essendo comunque operante un rapporto di collaborazione consolidato fra SOL e LUCCHINI.

1.B.1.2.4 Schema a blocchi per le materie prime ed i prodotti, con regimi di temperatura, pressione e portata.

Lo schema a blocchi generale di stabilimento per materie prime e prodotti è rappresentato in Figura n 1. Al fine di caratterizzare le effettive interconnessioni fra i vari impianti di stabilimento, dal punto di vista degli impianti che producono e/o utilizzano le sostanze pericolose d'interesse, in termini di materie prime e prodotti, con temperature, pressioni e portate, laddove applicabile, sono riportati in Allegato, gli schemi a blocchi relativi alle seguenti sezioni d'impianto:

- ⇒ sezione batterie cokeria;
- ⇒ sezione sottoprodotti della cokeria,
- ⇒ rete distribuzione gas di cokeria;

- ⇒ sezione altoforno;
- ⇒ rete distribuzione gas d'altoforno;
- ⇒ sezione convertitori acciaieria;
- ⇒ sezione treni di laminazione.

1.B.1.2.5 Capacità produttiva dell'impianto.

L'altoforno ha capacità produttiva max. di 460.000 Nm³/h di gas AFO, con produzione annua di 2.400.000 ton di ghisa.

Le batterie di distillazione della cokeria, hanno capacità produttiva di circa 29.000 Nm³/h di gas di cokeria, con produzione annua di 500.000 ton di coke metallurgico. Fra i sottoprodotti della cokeria, si ricorda la produzione di catrame, di cui si ha una capacità produttiva annua di ~12.000 ton.

Ciascuno dei tre convertitori dell'acciaieria ha capacità produttiva in termini di gas d'acciaieria di circa 85.000 Nm³/h, essendo da prevedere al più la sovrapposizione di due convertitori su tre, si avrà una produzione max. di gas di ~170.000 Nm³/h, con produzione media annuale di acciaio di ~2.100.000 ton. Va comunque evidenziato che il processo di soffiaggio è di tipo discontinuo e che la quantità globale di gas recuperato può essere variata in base al tipo di recupero in atto (risultato di esigenze variabili in termini di qualità e di quantità).

Le relative reti distribuzione gas sono dimensionate per movimentare e polmonare quantità di gas sicuramente superiori alla produzione degli impianti. In merito alla distribuzione di gas metano e di ossigeno, le relative reti hanno dimensionamento delle tubazioni e capacità di polmonazione (ossigeno) tali da consentire ampiamente la distribuzione dei gas alle utenze di stabilimento.

1.B.1.2.6 Informazioni relative alle sostanze adoperate, immagazzinate o prodotte in condizioni normali o che possono svilupparsi in circostanze anomale prevedibili.

Con riferimento all'elenco di sostanze riportato in Allegato I al D. Lgs. n. 334/99 nello stabilimento di Piombino sono prodotte, detenute e/o utilizzate nel ciclo produttivo le seguenti sostanze e/o preparati pericolosi:

- Allegato I Parte 1

- ✓ gas liquefatti estremamente infiammabili e gas naturale
- ✓ acetilene
- ✓ ossigeno
- ✓ benzina per autoveicoli e altre essenze minerali

- Allegato I Parte 2

- ✓ gas d'acciaieria (monossido di carbonio, idrogeno)
- ✓ gas d'altoforno (monossido di carbonio, idrogeno)
- ✓ gas di cokeria (idrogeno, metano, monossido di carbonio, aromatici)
- ✓ catrame
- ✓ gasolio per auto-trazione
- ✓ oli con PCB.

In Allegato B1.2.6 sono riportate le schede di sicurezza, aggiornate per quanto possibile al XXVIII adeguamento della Direttiva 67/548/CEE sulla classificazione delle sostanze pericolose, di gas d'altoforno, gas di cokeria, gas d'acciaieria, catrame, metano, ossigeno, oltre a quelle di monossido di carbonio e idrogeno che sono i componenti principali dei gas prodotti all'interno dello stabilimento. In esse sono indicate tra l'altro le informazioni e i dati generali di cui all'Allegato V del D. Lgs. n. 334/99. La classificazione della pericolosità delle sostanze e preparati prodotti nello stabilimento, ai sensi della normativa vigente, è riportata nell'Allegato B1.2.6.1 (punto 38 §14 Prot. 7441).

Date le caratteristiche chimico-fisiche dei gas, stante il processo utilizzato, non sono prevedibili:

- fenomeni di instabilità;
- modificazioni o trasformazioni della sostanza considerata;
- reazioni con altri prodotti incompatibili.

1.B.1.2.6.1 Dati e informazioni sostanze

GAS D'ALTOFORNO

A. Identificazione della sostanza

a1 *Nome chimico*: gas d'altoforno.

Sostanza: Miscela gassosa ottenuta per reazione chimica all'interno dell'altoforno

a2 *Formula empirica*.

Non applicabile

a3 *Composizione della sostanza*:

Preparato avente composizione media di riferimento:

| Sostanza | Nome | % in volume | CAS number |
|-----------------|-----------------------|-------------|------------|
| N ₂ | Azoto | 52.8 | - |
| CO | Monossido di carbonio | 23.2 | 630-08-0 |
| CO ₂ | Biossido di carbonio | 21 | - |
| H ₂ | Idrogeno | 3.0 | 1333-74-0 |

a4 *Metodi di individuazione e di determinazione disponibili per l'impianto*: descrizione dei metodi seguiti o indicazione dei riferimenti di letteratura scientifica.

Trattandosi di una miscela di gas prodotta nell'ambito di particolari processi produttivi (sottoprodotto della reazione chimica di carburazione del minerale di ferro con il carbone coke) non risultano applicabili particolari metodologie, oltre a quanto normalmente previsto per questa tipologia impiantistica.

a5 *Metodi e precauzioni relative alla manipolazione, al deposito e all'incendio previsti dal fabbricante*.

Manipolazione e Immagazzinamento

- √ Verificare la messa a terra delle apparecchiature.
- √ Aprire lentamente la valvola per evitare colpi di pressione.
- √ Non immagazzinare con gas o materiali comburenti.
- √ Evitare il risucchio di acqua nel contenitore.
- √ Non permettere il riflusso del gas nel contenitore.
- √ Utilizzare solo materiali ed apparecchiature specifiche, adatte per il prodotto, la pressione e la temperatura di impiego.
- √ Tenere lontano da fonti di ignizione (comprese cariche elettrostatiche).
- √ Mantenere il contenitore sotto i 50 °C, in zona ben ventilata.

Misure antincendio

Pericoli specifici:

- √ L'esposizione alle fiamme può causare la rottura o l'esplosione del recipiente.
- √ Estremamente infiammabile.

Prodotti di combustione pericolosi:

- √ Nessuno.

Mezzi di estinzione utilizzabili:

- √ Si possono usare tutti i mezzi estinguenti conosciuti.

Metodi specifici:

- √ Se possibile arrestare la fuoriuscita del prodotto.
- √ Irrorare continuamente con acqua da posizione protetta fino al raffreddamento del contenitore.
- √ Non spegnere il gas incendiato se non assolutamente necessario, poiché può verificarsi una riaccensione esplosiva.
- √ Spegnere le fiamme circostanti.

Mezzi di protezione speciali:

- √ Usare l'autorespiratore.

a6 Misure di emergenza previste dal fabbricante in caso di dispersione accidentale.

Misure contro le fuoriuscite accidentali di prodotto:

Protezioni individuali:

- √ Evacuare l'area.
- √ Assicurare un'adeguata ventilazione.
- √ Eliminare le fonti di ignizione.
- √ Usare l'autorespiratore in aree con presenza di gas.

Protezione per l'ambiente

- √ Tentare di arrestare la fuoriuscita.
- √ Evitarne l'ingresso in locali chiusi e zone dove l'accumulo può essere pericoloso.

Metodi di rimozione del prodotto

- √ Ventilare la zona
- √ Mantenere la zona sgombra ed evitare fonti di ignizione finché tutto il gas fuoriuscito non si sia disperso.

a7 Mezzi a disposizione del fabbricante per rendere inoffensiva la sostanza.

Non applicabile

B. Brevi indicazioni sui rischi

b1 per l'uomo:

Immediati

Gas infiammabile e tossico per inalazione. L'esposizione a fiamma può provocare ustioni.

Elevato pericolo di esplosione in presenza di calore o fiamme. Può formare miscele esplosive con aria o ossigeno.

Differiti

Gas tossico per inalazione.

b.2. Per l'ambiente:

Immediati

Nessuno

Differiti

Nessuno.

GAS D'ACCIAIERIA

A. Identificazione della sostanza

a1 *Nome chimico*: gas d'acciaieria.

Sostanza: Miscela gassosa ottenuta per reazione chimica all'interno dei convertitori LD.

a2 Formula empirica.

Non applicabile.

a3 Composizione della sostanza:

Preparato avente composizione media di riferimento:

| Sostanza | Nome | % in volume | CAS number |
|----------------------------------|-----------------------|-------------|------------|
| N ₂ | Azoto | 18.9 | - |
| CO ^(**) | Monossido di carbonio | 57 | 630-08-0 |
| CO ₂ ^(***) | Biossido di carbonio | 19.8 | - |
| H ₂ | Idrogeno | 3.9 | 1333-74-0 |
| O ₂ | Ossigeno | 0.2 | 74-84-0 |
| Ar | Argon | 0.2 | - |

(**) valore massimo ottenibile durante il processo di soffiaggio.

(***) La concentrazione aumenta al diluire del tenore di CO.

a4 Metodi di individuazione e di determinazione disponibili per l'impianto: descrizione dei metodi seguiti o indicazione dei riferimenti di letteratura scientifica.

Trattandosi di una miscela di gas prodotta nell'ambito di particolari processi produttivi (sottoprodotto del processo di conversione della ghisa in acciaio in convertitore Linz Donavit) non risultano applicabili particolari metodologie, oltre a quanto normalmente previsto per questa tipologia impiantistica.

a5 Metodi e precauzioni relative alla manipolazione, al deposito e all'incendio previsti dal fabbricante.

Manipolazione e Immagazzinamento

- √ Verificare la messa a terra delle apparecchiature.
- √ Aprire lentamente la valvola per evitare colpi di pressione.
- √ Non immagazzinare con gas o materiali comburenti.
- √ Evitare il risucchio di acqua nel contenitore.
- √ Non permettere il riflusso del gas nel contenitore.
- √ Utilizzare solo materiali ed apparecchiature specifiche, adatte per il prodotto, la pressione e la temperatura di impiego.
- √ Tenere lontano da fonti di ignizione (comprese cariche elettrostatiche).
- √ Mantenere il contenitore sotto i 50 °C, in zona ben ventilata.

Misure antincendio

Pericoli specifici:

- √ L'esposizione alle fiamme può causare la rottura o l'esplosione del recipiente.
- √ Estremamente infiammabile.

Prodotti di combustione pericolosi:

- √ Nessuno.

Mezzi di estinzione utilizzabili:

- √ Si possono usare tutti i mezzi estinguenti conosciuti.

Metodi specifici:

- √ Se possibile arrestare la fuoriuscita del prodotto.
- √ Irroriare continuamente con acqua da posizione protetta fino al raffreddamento del contenitore.
- √ Non spegnere il gas incendiato se non assolutamente necessario, poiché può verificarsi una riaccensione esplosiva.
- √ Spegnere le fiamme circostanti.

Mezzi di protezione speciali:

- √ Usare l'autorespiratore.

a6 Misure di emergenza previste dal fabbricante in caso di dispersione accidentale.

Misure contro le fuoriuscite accidentali di prodotto:

Protezioni individuali:

- √ Evacuare l'area.
- √ Assicurare un'adeguata ventilazione.
- √ Eliminare le fonti di ignizione.
- √ Usare l'autorespiratore in aree con presenza di gas.

Protezione per l'ambiente

- √ Tentare di arrestare la fuoriuscita.
- √ Evitarne l'ingresso in locali chiusi e zone dove l'accumulo può essere pericoloso.

Metodi di rimozione del prodotto

- √ Ventilare la zona
- √ Mantenere la zona sgombra, evitare fonti di ignizione finché il gas non si è disperso.

a7 Mezzi a disposizione del fabbricante per rendere inoffensiva la sostanza.

Non applicabile

B. Brevi indicazioni sui rischi

b1 per l'uomo:

Immediati

Gas infiammabile, tossico per inalazione. L'esposizione a fiamma può provocare ustioni. Elevato pericolo di esplosione in presenza di calore o fiamme. Può formare miscele esplosive con aria o ossigeno.

Differiti

Gas tossico per inalazione.

b.2. Per l'ambiente:

Immediati

Nessuno

Differiti

Nessuno.

GAS DI COKERIA

A. Identificazione della sostanza

a1 Nome chimico: gas di cokeria.

Sostanza: Miscela gassosa ottenuta per distillazione a alta temperatura del carbone fossile.

a2 Formula empirica.

Non applicabile.

a3 Composizione della sostanza:

Preparato avente composizione media di riferimento:

| Sostanza | Nome | % in volume | CAS number |
|-------------------------------|-----------------------|-------------|------------|
| H ₂ | Idrogeno | 63.5 | 1333-74-0 |
| CH ₄ | Metano | 25.0 | 74-82-8 |
| CO | Monossido di carbonio | 4.6 | 630-08-0 |
| N ₂ | Azoto | 2.0 | - |
| CO ₂ | Biossido di carbonio | 1.3 | - |
| C ₂ H ₄ | Etilene | 2.0 | 74-85-1 |
| C ₂ H ₆ | Etano | 1.0 | 74-84-0 |
| C ₆ H ₆ | Benzene | 0.4 | 71-43-2 |
| O ₂ | Ossigeno | 0.2 | 74-84-0 |

- a4 Metodi di individuazione e di determinazione disponibili per l'impianto: descrizione dei metodi seguiti o indicazione dei riferimenti di letteratura scientifica.

Trattandosi di una miscela di gas prodotta nell'ambito di particolari processi produttivi (sottoprodotto del processo di distillazione distruttiva del carbone fossile a temperature maggiori di 700 °C) non risultano applicabili particolari metodologie, oltre a quanto normalmente previsto per questa tipologia impiantistica.

- a5 Metodi e precauzioni relative alla manipolazione, al deposito e all'incendio previsti dal fabbricante.

Manipolazione e Immagazzinamento

- √ Verificare la messa a terra delle apparecchiature.
- √ Aprire lentamente la valvola per evitare colpi di pressione.
- √ Non immagazzinare con gas o materiali comburenti.
- √ Evitare il risucchio di acqua nel contenitore.
- √ Non permettere il riflusso del gas nel contenitore.
- √ Utilizzare solo materiali ed apparecchiature specifiche, adatte per il prodotto, la pressione e la temperatura di impiego.
- √ Tenere lontano da fonti di ignizione (comprese cariche elettrostatiche).
- √ Mantenere il contenitore sotto i 50 °C, in zona ben ventilata.

Misure antincendio

Pericoli specifici:

- √ L'esposizione alle fiamme può causare la rottura o l'esplosione del recipiente.
- √ Estremamente infiammabile.

Prodotti di combustione pericolosi:

- √ Nessuno.

Mezzi di estinzione utilizzabili:

- √ Si possono usare tutti i mezzi estinguenti conosciuti.

Metodi specifici:

- √ Se possibile arrestare la fuoriuscita del prodotto.
- √ Irroriare continuamente con acqua da posizione protetta fino al raffreddamento del contenitore.
- √ Non spegnere il gas incendiato se non assolutamente necessario, poiché può verificarsi una riaccensione esplosiva.
- √ Spegnere le fiamme circostanti.

Mezzi di protezione speciali:

- √ Usare maschere protettive o l'autorespiratore.

- a6 Misure di emergenza previste dal fabbricante in caso di dispersione accidentale.

Misure contro le fuoriuscite accidentali di prodotto:

Protezioni individuali:

- √ Evacuare l'area.
- √ Assicurare un'adeguata ventilazione.
- √ Eliminare le fonti di ignizione.
- √ Usare l'autorespiratore in aree con presenza di gas.

Protezione per l'ambiente

- √ Tentare di arrestare la fuoriuscita.
- √ Evitarne l'ingresso in locali chiusi e zone dove l'accumulo può essere pericoloso.

Metodi di rimozione del prodotto

- √ Ventilare la zona
- √ Mantenere la zona sgombra ed evitare fonti di ignizione finché tutto il gas fuoriuscito non si sia disperso.

a7 Mezzi a disposizione del fabbricante per rendere inoffensiva la sostanza.

Non applicabile

B. Brevi indicazioni sui rischi

b1 per l'uomo:

Immediati

Gas infiammabile e tossico per inalazione. L'esposizione a fiamma può provocare ustioni.

Elevato pericolo di esplosione in presenza di calore o fiamme. Può formare miscele esplosive con aria o ossigeno. Per la presenza di idrogeno, esiste il pericolo di reazioni violente con CO₂, ossido di rame, nitrilfluoruro, NO, N₂O₄, PdO₂, CrF₃, Cl₂, F₂

Differiti

Gas tossico per inalazione.

b.2. Per l'ambiente:

Immediati

Nessuno

Differiti

Nessuno.

CATRAME DI COKERIA

A. Identificazione della sostanza

a1 *Nome chimico*: catrame di cokeria.

Sostanza: catrame di carbone fossile.

a2 *Formula empirica*.

Non applicabile.

a3 Composizione della sostanza:

Miscela di idrocarburi avente numero di atomi di carbonio superiori a 25, che contiene altri componenti organici ad elevato peso molecolare. Fra gli idrocarburi presenti nella massa catramosa si elencano i seguenti: benzene, toluene, xileni, indeni, naftalina, metilnaftalina, difenile, acenatfene, fluorene, antracene, pirene, crisene, naftacene, florantrene, fra i composti ossigenati: fenolo cresolo, xilenoli, naftoli, ossido di difenile, fra i composti azotati: piridina picolina, chinolina, isochinolina, chinaldina, indolo acridina, carbazolo, fra i composti solforati: solfuro di carbonio tiofene e tionaftene.

a4 Metodi di individuazione e di determinazione disponibili per l'impianto: descrizione dei metodi seguiti o indicazione dei riferimenti di letteratura scientifica.

Trattandosi di una miscela prodotta nell'ambito di particolari processi produttivi (sottoprodotto del processo di distillazione distruttiva del carbone fossile a temperature maggiori di 700 °C) non risultano applicabili particolari metodologie, oltre a quanto normalmente previsto per questa tipologia impiantistica.

a5 Metodi e precauzioni relative alla manipolazione, al deposito e all'incendio previsti dal fabbricante.

Manipolazione e Immagazzinamento

- √ Verificare la messa a terra delle apparecchiature.
- √ Non immagazzinare con gas o materiali comburenti.
- √ Utilizzare solo materiali ed apparecchiature specifiche, adatte per il prodotto, la pressione e la temperatura di impiego.
- √ Tenere lontano da fonti di ignizione (comprese cariche elettrostatiche).

Misure antincendio

Pericoli specifici:

- √ L'esposizione alle fiamme può causare la rottura o l'esplosione del recipiente.

Prodotti di combustione pericolosi:

- √ Prodotti di decomposizione in caso d'incendio: CO_x SO₂ H₂S.

Mezzi di estinzione utilizzabili:

- √ Usare liquidi schiumogeni, polvere chimica, acqua nebulizzata.

Metodi specifici:

- √ Se possibile arrestare la fuoriuscita del prodotto.
- √ Irroriare continuamente con acqua da posizione protetta fino al raffreddamento del contenitore.
- √ Spegnerle le fiamme circostanti.

Mezzi di protezione speciali:

- √ Usare maschere protettive.

a6 Misure di emergenza previste dal fabbricante in caso di dispersione accidentale.

Misure contro le fuoriuscite accidentali di prodotto:

Protezioni individuali:

- √ Evacuare l'area.
- √ Assicurare un'adeguata ventilazione.
- √ Eliminare le fonti di ignizione.
- √ Usare l'autorespiratore in aree con presenza di incendio.

Protezione per l'ambiente

- √ Tentare di arrestare la fuoriuscita.
- √ Evitare lo spandimento nel terreno arginando con sabbia o terra.
- √ Evitarne l'ingresso in fognature, cunicoli, condotte e corsi d'acqua.

Metodi di rimozione del prodotto

- √ Mantenere la zona sgombra ed evitare fonti di ignizione finché tutto il liquido fuoriuscito non si sia disperso.

a7 Mezzi a disposizione del fabbricante per rendere inoffensiva la sostanza.

Non applicabile

B. Brevi indicazioni sui rischi

b1 per l'uomo:

Immediati

L'esposizione a vapori, irritanti, può dar luogo a perdita dei sensi. L'esposizione a fiamma può provocare ustioni.

Può formare miscele esplosive con aria o ossigeno.

Differiti

Riconosciuto cancerogeno.

b.2. Per l'ambiente:

Immediati

Non solubile in acqua

Differiti

Prodotto scarsamente biodegradabile.

OSSIGENO

A. Identificazione della sostanza

a1 *Nome chimico:* ossigeno.

Sostanza: Ossigeno gassoso

N° CAS: 07782-44-7

Denominazione IUPAC: OSSIGENO

N° CEE : 231-956-9

a2 Formula empirica.

O₂

a3 Composizione della sostanza:

Principali impurità: non contiene altri prodotti e/o impurezze che influenzano la classificazione del prodotto.

(Grado di purezza dichiarato: 99,5%, con N₂ + Ar < 0,5%; C_nH_n < 20vpm)

a4 Metodi di individuazione e di determinazione disponibili per l'impianto: descrizione dei metodi seguiti o indicazione dei riferimenti di letteratura scientifica.

Trattandosi di un deposito di stoccaggio di ossigeno gassoso non risultano applicabili particolari metodologie, oltre a quanto normalmente previsto per questa tipologia impiantistica che vede l'impiego di materiali speciali per basse temperature quali acciaio inox in caso di stoccaggio di liquido.

a5 Metodi e precauzioni relative alla manipolazione, al deposito e all'incendio previsti dal fabbricante.

Manipolazione e Immagazzinamento

- √ Non usare olio e grasso.
- √ Aprire lentamente la valvola per evitare colpi di pressione.
- √ Non immagazzinare con gas o materiali infiammabili.
- √ Evitare il risucchio di acqua nel contenitore.
- √ Non permettere il riflusso del gas nel contenitore.
- √ Utilizzare solo apparecchiature specifiche, adatte per il prodotto, la pressione e la temperatura di impiego. In caso di dubbi contattare il fornitore del gas.
- √ Tenere lontano da fonti di ignizione (comprese cariche elettrostatiche).
- √ Far riferimento alle istruzioni del fornitore per la manipolazione del contenitore.
- √ Mantenere il contenitore sotto i 50 °C, in zona ben ventilata.

Misure antincendio

Pericoli specifici:

- √ Alimenta la combustione.
- √ L'esposizione alle fiamme può causare la rottura o l'esplosione del recipiente.
- √ Non infiammabile.

Prodotti di combustione pericolosi:

- √ Nessuno

Mezzi di estinzione utilizzabili:

- √ Si possono usare tutti i mezzi estinguenti conosciuti

Metodi specifici:

- √ Se possibile arrestare la fuoriuscita del prodotto.
- √ Irrorare con acqua da posizione protetta fino a raffreddamento del contenitore.
- √ Rimuovere il recipiente o raffreddarlo con acqua da posizione protetta.

Mezzi di protezione speciali:

√ Nessuno

a6 Misure di emergenza previste dal fabbricante in caso di dispersione accidentale.

Misure contro le fuoriuscite accidentali di prodotto:

Protezioni individuali:

- √ Evacuare l'area.
- √ Assicurare un'adeguata ventilazione.
- √ Eliminare le fonti di ignizione.
- √ Usare indumenti protettivi.

Protezione per l'ambiente

- √ Tentare di arrestare la fuoriuscita.
- √ Evitarne l'ingresso in locali chiusi e zone dove l'accumulo può essere pericoloso.

Metodi di rimozione del prodotto

- √ Ventilare la zona
- √ Mantenere la zona sgombra ed evitare fonti di ignizione finché tutto il gas fuoriuscito non si sia disperso.

a7 Mezzi a disposizione del fabbricante per rendere inoffensiva la sostanza.

Non applicabile

B. Brevi indicazioni sui rischi

b1 per l'uomo:

Immediati

Gas a bassa temperatura. Il contatto con il prodotto può provocare ustioni da freddo.

Ossidante. Alimenta fortemente la combustione.

Ossida violentemente i materiali organici. Può reagire violentemente con gli infiammabili, materiali combustibili, agenti riducenti.

Differiti

Nessun effetto tossicologico conosciuto.

Considerato non tossico

b.2. Per l'ambiente:

Immediati

Può causare danni alla vegetazione per congelamento

Differiti

Nessuno.

IDROGENO

A. Identificazione della sostanza

a1 *Nome chimico*: idrogeno.

Sostanza: Idrogeno gassoso

N° CAS: 1333-74-0

Denominazione IUPAC: IDROGENO

N° CEE : 215-605-7

a2 Formula empirica.

H₂

a3 Composizione della sostanza:

Principali impurità: non contiene altri prodotti e/o impurezze che influenzano la classificazione del prodotto.

a4 Metodi di individuazione e di determinazione disponibili per l'impianto: descrizione dei metodi seguiti o indicazione dei riferimenti di letteratura scientifica.

Trattandosi di un componente presente in miscela in gas prodotti nell'ambito di particolari processi produttivi non risultano applicabili particolari metodologie, oltre a quanto normalmente previsto per questa tipologia impiantistica che vede l'impiego di analizzatori per la determinazione del tenore nella miscela. D'altra parte, il valore di concentrazione dipende dalla carica e dalle caratteristiche del processo, e sono state indicate concentrazioni medie misurate su campioni di gas in condizioni standard d'impianto.

a5 Metodi e precauzioni relative alla manipolazione, al deposito e all'incendio previsti dal fabbricante.

Manipolazione e Immagazzinamento

- √ Verificare la messa a terra delle apparecchiature.
- √ Aprire lentamente la valvola per evitare colpi di pressione.
- √ Non immagazzinare con gas o materiali comburenti.
- √ Evitare il risucchio di acqua nel contenitore.
- √ Non permettere il riflusso del gas nel contenitore.
- √ Utilizzare solo materiali ed apparecchiature specifiche, adatte per il prodotto, la pressione e la temperatura di impiego.
- √ Tenere lontano da fonti di ignizione (comprese cariche elettrostatiche).
- √ Mantenere il contenitore sotto i 50 °C, in zona ben ventilata.

Misure antincendio

Pericoli specifici:

- √ L'esposizione alle fiamme può causare la rottura o l'esplosione del recipiente.
- √ Estremamente infiammabile.

Prodotti di combustione pericolosi:

√ Nessuno

Mezzi di estinzione utilizzabili:

√ Si possono usare tutti i mezzi estinguenti conosciuti

Metodi specifici:

√ Se possibile arrestare la fuoriuscita del prodotto.

√ Irrorare continuamente con acqua da posizione protetta fino al raffreddamento del contenitore.

√ Non spegnere il gas incendiato se non assolutamente necessario, poiché può verificarsi una riaccensione esplosiva.

√ Spegnere le fiamme circostanti.

Mezzi di protezione speciali:

√ Usare l'autorespiratore in spazi ristretti.

a6 Misure di emergenza previste dal fabbricante in caso di dispersione accidentale.

Misure contro le fuoriuscite accidentali di prodotto:

Protezioni individuali:

√ Evacuare l'area.

√ Assicurare un'adeguata ventilazione.

√ Eliminare le fonti di ignizione.

√ Usare l'autorespiratore per entrare in locali chiusi con presenza di gas.

Protezione per l'ambiente

√ Tentare di arrestare la fuoriuscita.

√ Evitarne l'ingresso in locali chiusi e zone dove l'accumulo può essere pericoloso.

Metodi di rimozione del prodotto

√ Ventilare la zona

√ Mantenere la zona sgombra ed evitare fonti di ignizione finché tutto il gas fuoriuscito non si sia disperso.

a7 Mezzi a disposizione del fabbricante per rendere inoffensiva la sostanza.

Non applicabile

B. Brevi indicazioni sui rischi

b1 per l'uomo:

Immediati

Gas infiammabile. L'esposizione a fiamma può provocare ustioni.

Elevato pericolo di esplosione in presenza di calore o fiamme. Dà luogo a reazioni di tipo esplosivo con (aria+Pt), Br₂, Cl₂, I₂, ClF₃, (diossano+Ni), F₂, Li, (Mg+CaCO₃), NF₃, OF₂ (Pd+alcool isopropilico), PbF₃, ossidanti.

Differiti

Nessun effetto tossicologico conosciuto.

Considerato non tossico.

b.2. Per l'ambiente:

Immediati

Nessuno

Differiti

Nessuno.

METANO

A. Identificazione della sostanza

a1 *Nome chimico*: metano.

Sostanza: Gas naturale

N° CAS: 74-82-8

Denominazione IUPAC: METANO

N° CEE : 200-812-7

a2 Formula empirica.

CH₄

a3 Composizione della sostanza:

Principali impurità: non contiene altri prodotti e/o impurezze che influenzano la classificazione del prodotto.

a4 Metodi di individuazione e di determinazione disponibili per l'impianto: descrizione dei metodi seguiti o indicazione dei riferimenti di letteratura scientifica.

Il gas è fornito da SNAM per l'alimentazione di ben precise utenze. In relazione al componente presente in miscela in gas prodotti nell'ambito di particolari processi produttivi (gas di cokeria) non risultano applicabili particolari metodologie, oltre a quanto normalmente previsto per questa tipologia impiantistica che vede l'impiego di analizzatori per la determinazione del tenore nella miscela, il cui valore di concentrazione dipende dalla carica e dalle caratteristiche del processo.

a5 Metodi e precauzioni relative alla manipolazione, al deposito e all'incendio previsti dal fabbricante.

Manipolazione e Immagazzinamento

- √ Verificare la messa a terra delle apparecchiature.
- √ Aprire lentamente la valvola per evitare colpi di pressione.
- √ Non immagazzinare con gas o materiali comburenti.
- √ Evitare il risucchio di acqua nel contenitore.
- √ Non permettere il riflusso del gas nel contenitore.

- √ Utilizzare solo apparecchiature specifiche, adatte per il prodotto, la pressione e la temperatura di impiego.
- √ Tenere lontano da fonti di ignizione (comprese cariche elettrostatiche).
- √ Mantenere il contenitore sotto i 50 °C, in zona ben ventilata.

Misure antincendio

Pericoli specifici:

- √ L'esposizione alle fiamme può causare la rottura o l'esplosione del recipiente.
- √ Estremamente infiammabile.

Prodotti di combustione pericolosi:

- √ Nessuno

Mezzi di estinzione utilizzabili:

- √ Si possono usare tutti i mezzi estinguenti conosciuti

Metodi specifici:

- √ Se possibile arrestare la fuoriuscita del prodotto.
- √ Irrorare continuamente con acqua da posizione protetta fino al raffreddamento del contenitore.
- √ Rimuovere il recipiente o raffreddarlo con acqua da posizione protetta.

Mezzi di protezione speciali:

- √ Usare l'autorespiratore in spazi ristretti.

a6 Misure di emergenza previste dal fabbricante in caso di dispersione accidentale.

Misure contro le fuoriuscite accidentali di prodotto:

Protezioni individuali:

- √ Evacuare l'area.
- √ Assicurare un'adeguata ventilazione.
- √ Eliminare le fonti di ignizione.
- √ Usare l'autorespiratore per entrare in locali chiusi con presenza di gas.

Protezione per l'ambiente

- √ Tentare di arrestare la fuoriuscita.
- √ Evitarne l'ingresso in locali chiusi e zone dove l'accumulo può essere pericoloso.

Metodi di rimozione del prodotto

- √ Ventilare la zona
- √ Mantenere la zona sgombra ed evitare fonti di ignizione finché tutto il gas fuoriuscito non si sia disperso.

a7 Mezzi a disposizione del fabbricante per rendere inoffensiva la sostanza.

Non applicabile

B. Brevi indicazioni sui rischi

b1 per l'uomo:

Immediati

Gas infiammabile. L'esposizione a fiamma può provocare ustioni.

Elevato pericolo di esplosione in presenza di calore o fiamme.

Forma miscele esplosive con aria. Dà luogo a violente reazioni con BrF₅, Cl₂, I₂, ClO₂, NF₃, O₂ liquido, OF₂. Incompatibile con alogeni, ossidanti ed aria.

Differiti

Nessun effetto tossicologico conosciuto.

Considerato non tossico

b.2. Per l'ambiente:

Immediati

Nessuno.

Differiti

Nessuno.

OSSIDO DI CARBONIO

A. Identificazione della sostanza

a1 *Nome chimico*: monossido di carbonio.

Sostanza: Ossido di Carbonio

N° CAS: 630-8-0

Denominazione IUPAC: OSSIDO DI CARBONIO

N° CEE : 211-128-3

a2 Formula empirica.

CO

a3 Composizione della sostanza:

Principali impurità: non contiene altri prodotti e/o impurezze che influenzano la classificazione del prodotto.

a4 Metodi di individuazione e di determinazione disponibili per l'impianto: descrizione dei metodi seguiti o indicazione dei riferimenti di letteratura scientifica.

Trattandosi di un componente presente in miscela in gas prodotti nell'ambito di particolari processi produttivi (gas d'altoforno, gas di cokeria, gas d'acciaieria) non risultano applicabili particolari metodologie, oltre a quanto normalmente previsto per questa tipologia impiantistica che vede l'impiego di analizzatori per la determinazione del tenore nella miscela, il cui valore di concentrazione dipende dalla carica e dalle caratteristiche del processo in condizioni standard d'impianto.

a5 Metodi e precauzioni relative alla manipolazione, al deposito e all'incendio previsti dal fabbricante.

Manipolazione e Immagazzinamento

- √ Verificare la messa a terra delle apparecchiature.
- √ Aprire lentamente la valvola per evitare colpi di pressione.
- √ Non immagazzinare con gas o materiali comburenti.
- √ Evitare il risucchio di acqua nel contenitore.
- √ Non permettere il riflusso del gas nel contenitore.
- √ Utilizzare solo materiali ed apparecchiature specifiche, adatte per il prodotto, la pressione e la temperatura di impiego.
- √ Tenere lontano da fonti di ignizione (comprese cariche elettrostatiche).
- √ Mantenere il contenitore sotto i 50 °C, in zona ben ventilata.

Misure antincendio

Pericoli specifici:

- √ L'esposizione alle fiamme può causare la rottura o l'esplosione del recipiente.
- √ Estremamente infiammabile.

Prodotti di combustione pericolosi:

- √ Nessuno

Mezzi di estinzione utilizzabili:

- √ Si possono usare tutti i mezzi estinguenti conosciuti

Metodi specifici:

- √ Se possibile arrestare la fuoriuscita del prodotto.
- √ Irroriare continuamente con acqua da posizione protetta fino al raffreddamento del contenitore.
- √ Non spegnere il gas incendiato se non assolutamente necessario, poiché può verificarsi una riaccensione esplosiva.
- √ Spegnere le fiamme circostanti.

Mezzi di protezione speciali:

- √ Usare l'autorespiratore.

a6 Misure di emergenza previste dal fabbricante in caso di dispersione accidentale.

Misure contro le fuoriuscite accidentali di prodotto:

Protezioni individuali:

- √ Evacuare l'area.
- √ Assicurare un'adeguata ventilazione.
- √ Eliminare le fonti di ignizione.
- √ Usare l'autorespiratore per entrare in locali chiusi con presenza di gas.

Protezione per l'ambiente

- √ Tentare di arrestare la fuoriuscita.
- √ Evitarne l'ingresso in locali chiusi e zone dove l'accumulo può essere pericoloso.

Metodi di rimozione del prodotto

- √ Ventilare la zona
- √ Mantenere la zona sgombra ed evitare fonti di ignizione finché tutto il gas fuoriuscito non si sia disperso.

a7 Mezzi a disposizione del fabbricante per rendere inoffensiva la sostanza.

Non applicabile

B. Brevi indicazioni sui rischi

b1 per l'uomo:

Immediati

Gas infiammabile e tossico per inalazione. L'esposizione a fiamma può provocare ustioni.

Elevato pericolo di esplosione in presenza di calore o fiamme. Può reagire in modo pericoloso in presenza delle seguenti sostanze: BrF₃, Cs₂O, ClF₃, IF₇, (Li+H₂O), NF₃, O₂, OF₂, (K+O₂), Ag₂O, (Na+NH₃).

Sostanza incompatibile con Fluoro, Ossigeno, Alogeni, Ossidi Metallici, Metalli, Ossidanti.

Differiti

Gas tossico per inalazione.

b.2. Per l'ambiente:

Immediati

Nessuno

Differiti

Nessuno.

ACETILENE

A. Identificazione della sostanza

a1 Nome chimico: etino.

Sostanza: Acetilene

N° CAS: 74-86-2

Denominazione IUPAC: ACETILENE

N° CEE : 200-816-9

a2 Formula empirica.



a3 Composizione della sostanza:

Principali impurità: non contiene altri prodotti e/o impurezze che influenzano la classificazione del prodotto.

- a4 Metodi di individuazione e di determinazione disponibili per l'impianto: descrizione dei metodi seguiti o indicazione dei riferimenti di letteratura scientifica.

La sostanza viene fornita in bombole per l'alimentazione di complessi di taglio con cannello ossiacetilenico.

- a5 Metodi e precauzioni relative alla manipolazione, al deposito e all'incendio previsti dal fabbricante.

Manipolazione e Immagazzinamento

- √ Verificare la messa a terra delle apparecchiature.
- √ Aprire lentamente la valvola per evitare colpi di pressione.
- √ Non immagazzinare con gas o materiali comburenti.
- √ Evitare il risucchio di acqua nel contenitore.
- √ Non permettere il riflusso del gas nel contenitore.
- √ Utilizzare solo materiali ed apparecchiature specifiche, adatte per il prodotto, la pressione e la temperatura di impiego.
- √ Evitare il contatto con mercurio, argento, ottone e rame puro o leghe con contenuto di rame > 70%.
- √ Tenere lontano da fonti di ignizione (comprese cariche elettrostatiche).
- √ Mantenere il contenitore sotto i 50 °C, in zona ben ventilata.

Misure antincendio

Pericoli specifici:

- √ L'esposizione alle fiamme può causare la rottura o l'esplosione del recipiente.
- √ Estremamente infiammabile.

Prodotti di combustione pericolosi:

- √ La combustione incompleta può formare ossido di carbonio.

Mezzi di estinzione utilizzabili:

- √ Si possono usare tutti i mezzi estinguenti conosciuti.

Metodi specifici:

- √ Se possibile arrestare la fuoriuscita del prodotto.
- √ Irroriare continuamente con acqua da posizione protetta fino al raffreddamento del contenitore.
- √ Non spegnere il gas incendiato se non assolutamente necessario, poiché può verificarsi una riaccensione esplosiva.
- √ Spegnere le fiamme circostanti.

Mezzi di protezione speciali:

- √ Usare l'autorespiratore in spazi ristretti.

- a6 Misure di emergenza previste dal fabbricante in caso di dispersione accidentale.

Misure contro le fuoriuscite accidentali di prodotto:

Protezioni individuali:

- √ Evacuare l'area.
- √ Assicurare un'adeguata ventilazione.
- √ Eliminare le fonti di ignizione.
- √ Usare l'autorespiratore per entrare in locali chiusi con presenza di gas.

Protezione per l'ambiente

- √ Tentare di arrestare la fuoriuscita.
- √ Evitarne l'ingresso in locali chiusi e zone dove l'accumulo può essere pericoloso.

Metodi di rimozione del prodotto

- √ Ventilare la zona
- √ Mantenere la zona sgombra ed evitare fonti di ignizione finché tutto il gas fuoriuscito non si sia disperso.

a7 Mezzi a disposizione del fabbricante per rendere inoffensiva la sostanza.

Non applicabile

B. Brevi indicazioni sui rischi

b1 per l'uomo:

Immediati

Gas infiammabile. L'esposizione a fiamma può provocare ustioni.

Ad alta concentrazione può dar luogo ad asfissia, non percepita, con perdita di mobilità e/o conoscenza. A bassa concentrazione può avere effetto narcotico (vertigini, mal di testa, nausea, perdita di coordinazione).

Può formare miscele esplosive con l'aria. Può decomporsi violentemente ad alta temperatura e/o pressione o in presenza di catalizzatori.

Forma acetiluri esplosivi con rame, argento e mercurio.

Non usare leghe contenenti più del 70% di rame.

Differiti

Nessuno.

b.2. Per l'ambiente:

Immediati

Nessuno

Differiti

Nessuno.

IDROGENO SOLFORATO

A. Identificazione della sostanza

a1 *Nome chimico*: solfuro di idrogeno.

Sostanza: Idrogeno solforato

N° CAS: 7783-6-4

Denominazione IUPAC: IDROGENO SOLFORATO

N° CEE : 231-977-3

a2 Formula empirica.

H₂S

a3 Composizione della sostanza:

Non applicabile

a4 Metodi di individuazione e di determinazione disponibili per l'impianto: descrizione dei metodi seguiti o indicazione dei riferimenti di letteratura scientifica.

Trattandosi di un'impurezza presente in gas prodotti nell'ambito di particolari processi produttivi (gas di cokeria grezzo) non risultano applicabili particolari metodologie, oltre a quanto normalmente previsto per questa tipologia impiantistica, il cui valore di concentrazione dipende dalla carica e dalle caratteristiche del processo in condizioni standard d'impianto.

a5 Metodi e precauzioni relative alla manipolazione, al deposito e all'incendio previsti dal fabbricante.

Manipolazione e Immagazzinamento

- √ Verificare la messa a terra delle apparecchiature.
- √ Aprire lentamente la valvola per evitare colpi di pressione.
- √ Non immagazzinare con gas o materiali comburenti.
- √ Evitare il risucchio di acqua nel contenitore.
- √ Non permettere il riflusso del gas nel contenitore.
- √ Utilizzare solo materiali ed apparecchiature specifiche, adatte per il prodotto, la pressione e la temperatura di impiego.
- √ Tenere lontano da fonti di ignizione (comprese cariche elettrostatiche).
- √ Mantenere il contenitore sotto i 50 °C, in zona ben ventilata.

Misure antincendio

Pericoli specifici:

- √ L'esposizione alle fiamme può causare la rottura o l'esplosione del recipiente.
- √ Estremamente infiammabile.

Prodotti di combustione pericolosi:

- √ In caso di incendio può originare, per decomposizione termica, anidride solforosa.

Mezzi di estinzione utilizzabili:

- √ Si possono usare tutti i mezzi estinguenti conosciuti

Metodi specifici:

- √ Se possibile arrestare la fuoriuscita del prodotto.
- √ Irroriare continuamente con acqua da posizione protetta fino al raffreddamento del contenitore.
- √ Non spegnere il gas incendiato se non assolutamente necessario, poiché può verificarsi una riaccensione esplosiva.
- √ Spegnere le fiamme circostanti.

Mezzi di protezione speciali:

- √ Usare l'autorespiratore.

a6 Misure di emergenza previste dal fabbricante in caso di dispersione accidentale.

Misure contro le fuoriuscite accidentali di prodotto:

Protezioni individuali:

- √ Evacuare l'area.
- √ Assicurare un'adeguata ventilazione.
- √ Eliminare le fonti di ignizione.
- √ Usare l'autorespiratore per entrare in locali chiusi con presenza di sostanza.

Protezione per l'ambiente

- √ Tentare di arrestare la fuoriuscita.
- √ Evitarne l'ingresso in locali chiusi, scantinati, fognature e zone dove l'accumulo può essere pericoloso.

Metodi di rimozione del prodotto

- √ Ventilare la zona
- √ Mantenere la zona sgombra ed evitare fonti di ignizione finché tutto la sostanza fuoriuscita non sia evaporata.

a7 Mezzi a disposizione del fabbricante per rendere inoffensiva la sostanza.

Non applicabile

B. Brevi indicazioni sui rischi

b1 per l'uomo:

Immediati

Gas infiammabile e altamente tossico per inalazione. L'esposizione a fiamma può provocare ustioni.

L'esposizione ad elevate concentrazioni può danneggiare il sistema nervoso centrale, il metabolismo e l'apparato gastrointestinale.

Elevato pericolo di esplosione in presenza di calore o fiamme. Può formare miscele esplosive con l'aria. Con acqua causa corrosione rapida di alcuni metalli.

Può reagire violentemente con gli ossidanti.

Differiti

L'esposizione prolungata a piccole concentrazioni può provocare edema polmonare.

b.2. Per l'ambiente:

Immediati

Pericoloso per l'acqua potabile.

Differiti

Può causare variazioni di pH nei sistemi ecologici acquatici.

PROPANO

A. Identificazione della sostanza

a1 *Nome chimico:* propano.

Sostanza: Idrogeno solforato

N° CAS: 74-98-6

Denominazione IUPAC: PROPANO

N° CEE : 200-827-9

a2 Formula empirica.



a3 Composizione della sostanza:

Principali impurità: non contiene altri prodotti e/o impurezze che influenzano la classificazione del prodotto.

a4 Metodi di individuazione e di determinazione disponibili per l'impianto: descrizione dei metodi seguiti o indicazione dei riferimenti di letteratura scientifica.

La sostanza viene fornita in bombole per l'alimentazione di complessi di saldatura e taglio con cannello.

a5 Metodi e precauzioni relative alla manipolazione, al deposito e all'incendio previsti dal fabbricante.

Manipolazione e Immagazzinamento

- √ Verificare la messa a terra delle apparecchiature.
- √ Aprire lentamente la valvola per evitare colpi di pressione.
- √ Non immagazzinare con gas o materiali comburenti.
- √ Evitare il risucchio di acqua nel contenitore.
- √ Non permettere il riflusso del gas nel contenitore.
- √ Utilizzare solo materiali ed apparecchiature specifiche, adatte per il prodotto, la pressione e la temperatura di impiego.
- √ Tenere lontano da fonti di ignizione (comprese cariche elettrostatiche).
- √ Mantenere il contenitore sotto i 50 °C, in zona ben ventilata.

Misure antincendio

Pericoli specifici:

- √ L'esposizione alle fiamme può causare la rottura o l'esplosione del recipiente.
- √ Estremamente infiammabile.

Prodotti di combustione pericolosi:

- √ La combustione incompleta può formare ossido di carbonio.

Mezzi di estinzione utilizzabili:

- √ Si possono usare tutti i mezzi estinguenti conosciuti.

Metodi specifici:

- √ Se possibile arrestare la fuoriuscita del prodotto.
- √ Irrorare continuamente con acqua da posizione protetta fino al raffreddamento del contenitore.
- √ Non spegnere il gas incendiato se non assolutamente necessario, poiché può verificarsi una riaccensione esplosiva.
- √ Spegnere le fiamme circostanti.

Mezzi di protezione speciali:

- √ Usare l'autorespiratore in spazi ristretti.

a6 Misure di emergenza previste dal fabbricante in caso di dispersione accidentale.

Misure contro le fuoriuscite accidentali di prodotto:

Protezioni individuali:

- √ Evacuare l'area.
- √ Assicurare un'adeguata ventilazione.
- √ Eliminare le fonti di ignizione.
- √ Usare l'autorespiratore per entrare in locali chiusi con presenza di gas.

Protezione per l'ambiente

- √ Tentare di arrestare la fuoriuscita.
- √ Evitarne l'ingresso in locali chiusi, scantinati condotte e zone dove l'accumulo può essere pericoloso.

Metodi di rimozione del prodotto

- √ Ventilare la zona
- √ Mantenere la zona sgombra ed evitare fonti di ignizione finché tutto il gas fuoriuscito non si sia disperso.

a7 Mezzi a disposizione del fabbricante per rendere inoffensiva la sostanza.

Non applicabile

B. *Brevi indicazioni sui rischi*

b1 per l'uomo:

Immediati

Gas infiammabile. L'esposizione a fiamma può provocare ustioni.

Ad alta concentrazione può dar luogo ad asfissia, non percepita, con perdita di mobilità e/o conoscenza. A bassa concentrazione può avere effetto narcotico (vertigini, mal di testa, nausea, perdita di coordinazione).

Può formare miscele esplosive con l'aria.

Differiti

Nessuno.

b.2. Per l'ambiente:

Immediati

Nessuno

Differiti

Nessuno.

BENZINA SENZA PIOMBO

A. Identificazione della sostanza

a1 *Nome chimico*: miscela complessa di idrocarburi, ottenuta da varie frazioni petrolifere, intervallo di distillazione 20÷220 °C.

a2 Formula empirica.

Miscela complessa di idrocarburi, con numero atomi carbonio C₄ – C₁₂

a3 Composizione della sostanza:

Contiene benzene (fino a 1% in peso), contiene toluene e xilene (> 1% in peso).

a4 Metodi di individuazione e di determinazione disponibili per l'impianto: descrizione dei metodi seguiti o indicazione dei riferimenti di letteratura scientifica.

Prodotto commerciale.

a5 Metodi e precauzioni relative alla manipolazione, al deposito e all'incendio previsti dal fabbricante.

Manipolazione e Immagazzinamento

- √ Verificare la messa a terra delle apparecchiature.
- √ Operare in ambienti ben ventilati
- √ Non immagazzinare con gas o materiali comburenti.
- √ Utilizzare solo materiali ed apparecchiature specifiche, adatte per il prodotto, la pressione e la temperatura di impiego.
- √ Tenere lontano da fonti di ignizione (comprese cariche elettrostatiche).

Misure antincendio

Pericoli specifici:

- √ L'esposizione alle fiamme può causare la rottura o l'esplosione del recipiente.
- √ Estremamente infiammabile.

Prodotti di combustione pericolosi:

- √ La combustione incompleta può formare ossido di carbonio e idrocarburi incombusti.

Mezzi di estinzione utilizzabili:

- √ Usare anidride carbonica, schiuma, polvere chimica, evitare getti d'acqua.

Metodi specifici:

- √ Se possibile arrestare la fuoriuscita del prodotto.
- √ Irrorare continuamente con acqua da posizione protetta fino al raffreddamento del contenitore.
- √ Spegnere le fiamme circostanti, coprire spandimenti non incendiati con schiuma, sabbia o terra.

Mezzi di protezione speciali:

- √ Usare dispositivi di protezione delle vie respiratorie in ambienti confinati.

a6 Misure di emergenza previste dal fabbricante in caso di dispersione accidentale.

Misure contro le fuoriuscite accidentali di prodotto:

Protezioni individuali:

- √ Evacuare l'area.
- √ Assicurare un'adeguata ventilazione.
- √ Eliminare le fonti di ignizione.
- √ Usare dispositivi per le vie respiratorie in locali chiusi con presenza di sostanza.

Protezione per l'ambiente

- √ Tentare di arrestare la fuoriuscita.
- √ Evitarne l'ingresso in locali chiusi, scantinati, fognature, condotte e zone dove l'accumulo può essere pericoloso.

Metodi di rimozione del prodotto

- √ Ventilare la zona
- √ Spandimenti sul suolo devono essere oggetto di contenimento con terra o sabbia o altro materiale assorbente.
- √ Spandimenti in acqua devono essere recuperati gli strati inquinati superficiali mediante adeguati sistemi assorbenti o di trattamento.
- √ Mantenere la zona sgombra ed evitare fonti di ignizione finché tutto il liquido fuoriuscito non sia evaporato, o assorbito.

a7 Mezzi a disposizione del fabbricante per rendere inoffensiva la sostanza.

Non applicabile.

B. Brevi indicazioni sui rischi

b1 per l'uomo:

Immediati

Liquido estremamente infiammabile e tossico. L'esposizione a fiamma può provocare ustioni.

Può formare miscele esplosive con l'aria. Può reagire violentemente con forti ossidanti.

Differiti

A causa della presenza di benzene, è classificato cancerogeno di categoria 2.

b.2. Per l'ambiente:

Immediati

Nessuno

Differiti

Nessuno.

GASOLIO

A. Identificazione della sostanza

a1 *Nome chimico*: miscela complessa di idrocarburi, ottenuta per distillazione del petrolio grezzo, intervallo di distillazione 160÷390 °C.

a2 Formula empirica.

Miscela complessa di idrocarburi, con numero atomi carbonio C₉ – C₂₀

a3 Composizione della sostanza:

Prodotto commerciale.

a4 Metodi di individuazione e di determinazione disponibili per l'impianto: descrizione dei metodi seguiti o indicazione dei riferimenti di letteratura scientifica.

Prodotto commerciale.

a5 Metodi e precauzioni relative alla manipolazione, al deposito e all'incendio previsti dal fabbricante.

Manipolazione e Immagazzinamento

- √ Verificare la messa a terra delle apparecchiature.
- √ Operare in ambienti ben ventilati
- √ Non immagazzinare con gas o materiali comburenti.
- √ Utilizzare solo materiali ed apparecchiature specifiche, adatte per il prodotto, la pressione e la temperatura di impiego.
- √ Tenere lontano da fonti di ignizione (comprese cariche elettrostatiche).

Misure antincendio

Pericoli specifici:

- √ L'esposizione alle fiamme può causare la rottura o l'esplosione del recipiente.

Prodotti di combustione pericolosi:

- √ La combustione incompleta può formare CO e idrocarburi incombusti.

Mezzi di estinzione utilizzabili:

- √ Usare anidride carbonica, schiuma, polvere chimica, evitare getti d'acqua.

Metodi specifici:

- √ Se possibile arrestare la fuoriuscita del prodotto.

- √ Irrorare con acqua da posizione protetta fino al raffreddamento del contenitore.
- √ Spegnere le fiamme circostanti, coprire spandimenti non incendiati con schiuma, sabbia o terra.

Mezzi di protezione speciali:

- √ Nessuno

a6 Misure di emergenza previste dal fabbricante in caso di dispersione accidentale.

Misure contro le fuoriuscite accidentali di prodotto:

Protezioni individuali:

- √ Evacuare l'area.
- √ Assicurare un'adeguata ventilazione.
- √ Eliminare le fonti di ignizione.
- √ Usare dispositivi per mani e pelle.

Protezione per l'ambiente

- √ Tentare di arrestare la fuoriuscita.
- √ Evitarne l'ingresso in fognature, condotte e corsi d'acqua.

Metodi di rimozione del prodotto

- √ Ventilare la zona
- √ Spandimenti sul suolo devono essere oggetto di contenimento con terra o sabbia o altro materiale assorbente.
- √ Spandimenti in acqua devono essere recuperati gli strati inquinati superficiali mediante adeguati sistemi assorbenti o di trattamento.
- √ Mantenere la zona sgombra ed evitare fonti di ignizione finché tutto il liquido fuoriuscito non sia stato assorbito.

a7 Mezzi a disposizione del fabbricante per rendere inoffensiva la sostanza.

Non applicabile.

B. Brevi indicazioni sui rischi

b1 per l'uomo:

Immediati

Liquido nocivo. L'esposizione a fiamma può provocare ustioni. Può reagire violentemente con forti ossidanti.

Differiti

Classificato cancerogeno di categoria 3.

b.2. Per l'ambiente:

Immediati

Tossico per gli organismi acquatici

Differiti

Prodotto scarsamente biodegradabile.

1.B.1.2.6.2 Fase dell'attività in cui esse intervengono o possono intervenire.

Il gas d'altoforno è un prodotto secondario del ciclo di funzionamento dell'altoforno, e si forma nella sezione libera superiore dello stesso, per poi essere veicolato dalla bocca dell'altoforno verso la sezione di trattamento gas, prima della sua immissione nella rete di distribuzione gas AFO, polmonata da gasometro. Il gas viene quindi distribuito alle varie utenze di stabilimento (riscaldamento cokeria, cowpers altoforno, centrali ISE ed ELETTRA).

Il gas di cokeria è un prodotto secondario del ciclo di distillazione del carbone fossile nei forni delle batterie della cokeria, da cui, dopo estrazione con successivo raffreddamento e trattamento nell'impianto sottoprodotti ed ecologico, viene immesso nella rete di distribuzione gas COK, polmonata da gasometro. Il gas viene quindi distribuito alle varie utenze di stabilimento (riscaldamento cokeria, cowpers altoforno, centrali ISE ed ELETTRA).

Il gas di acciaieria è un prodotto secondario del processo di conversione della ghisa in acciaio ottenuto con insufflaggio di ossigeno nei convertitori LD dell'acciaieria di stabilimento. Il gas, a valle del trattamento (depolverazione e raffreddamento) viene immesso nella rete di distribuzione gas LD, polmonata da gasometro. Dal gasometro, mediante una stazione di boosteraggio, il gas viene re-immesso nella rete ELETTRA che ne assicura il trasporto fino alla CET-PIO (in zona AFO/4).

Il catrame è un prodotto secondario del processo di distillazione del carbone fossile nei forni delle batterie della cokeria, ottenuto durante il ciclo di trattamento del gas di cokeria con acqua ammoniacale. A valle della separazione dalle acque ammoniacali in appositi decantatori, il catrame viene stoccato in alcuni piccoli serbatoi polmone in cokeria, da cui può essere caricato su autocisterna da un'apposita postazione di carico. I serbatoi alimentano, mediante condotta dedicata, il serbatoio di stoccaggio principale in Darsena, da cui il catrame viene successivamente caricato su nave o su ferro-cisterna per la vendita.

Il metano, fornito dalla SNAM, dopo opportuna riduzione di pressione, viene immesso nella rete di distribuzione di stabilimento, che provvede ad alimentare le varie utenze (forni di riscaldamento treni di laminazione, forni sottoprodotti, riscaldamento siviere, riscaldamento siluri, postazioni di riscaldamento e taglio colate continue, caldaie, ecc.).

L'ossigeno, fornito dal vicino stabilimento SOL, a cui lo stabilimento è collegato mediante tubazione dedicata che alimenta una serie di serbatoi polmone GOX, viene immesso nella rete di distribuzione di stabilimento e distribuito alle utenze (convertitori, trattamenti acciaieria, postazioni taglio colate continue, ecc.).

L'acetilene ed il propano vengono forniti in bombole e stoccati a magazzino. Le bombole sono quindi distribuite ai reparti di pertinenza dove viene utilizzato per l'alimentazione di impianti di saldatura e/o taglio.

La benzina ed il gasolio sono stoccati nei serbatoi del distributore di carburanti interno ad uso privato, da cui vengono alimentati i mezzi di stabilimento. Un ulteriore stoccaggio di gasolio in prossimità del magazzino permette l'alimentazione, con distribuzione via autocisterna, di piccoli depositi mobili di combustibile presenti nello stabilimento o dei locomobili che assicurano la circolazione delle tratte ferroviarie interne di stabilimento.

1.B.1.2.6.3 Quantità effettiva massima prevista.

Si riportano di seguito, per ciascuna sostanza e preparato pericoloso prodotto, utilizzato e stoccato in stabilimento, le valutazioni dei quantitativi previsti nelle condizioni di massimo stoccaggio, separando gli hold-up degli impianti e tubazioni.

Gas di cokeria (COK)

Il gas è prodotto secondario della distillazione del carbone fossile che si ha nelle batterie di forni della cokeria, ed è un gas energetico che viene in parte utilizzato nella stessa cokeria (forni di riscaldamento) ed in parte per l'alimentazione di altre utenze di stabilimento, alle quali viene veicolato attraverso una specifica rete distribuzione gas (rete gas COK), polmonata da gasometro da 20000 m³ (gasometro BADONI). La composizione dipende essenzialmente dalle caratteristiche del fossile distillato. La composizione media di riferimento del gas è riportata nella Tabella seguente.

| Sostanza | % in vol. media di riferimento a 25°C e 1 bar |
|-------------------------------|---|
| H ₂ | 63.5 % |
| CH ₄ | 25.0 % |
| CO | 4.6 % |
| CO ₂ | 1.3 % |
| N ₂ | 2.0 % |
| O ₂ | 0.2 % |
| C ₂ H ₄ | 2.0 % |
| C ₂ H ₆ | 1.0 % |
| C ₆ H ₆ | 0.4 % |

Nel gas grezzo sono presenti impurezze (ammoniaca, HCN, H₂S, benzolo, naftalina, catrame, polveri) eliminate in fase di trattamento e depurazione del gas, che si ha a valle della sua estrazione dai forni della cokeria. Per la valutazione dei quantitativi si prende a riferimento il volume del gasometro (20000 m³) e quello della rete gas COK (~8100 m³).

Con riferimento alle proprietà fornite in tali condizioni di temperatura e pressione dal programma EFFECTS V1.0 del TNO, il gas COK ha densità media di 0.484 kg/m³, da cui deriva che lo stoccaggio complessivo (gasometro + rete) è di ~13600 kg (gasometro ~9680 kg + rete ~3920 kg).

Tale inventario, aggiornato rispetto alla situazione Ottobre 2001, tiene conto infatti delle modifiche apportate sulla rete gas COK trattate mediante procedura di non aggravio di rischio:

- 1) messa in servizio nuova torcia gas COK: incremento gas COK + 18 kg
- 2) messa in servizio nuova stazione rilancio gas COK: incremento gas COK + 30 kg

D'altra parte, con riferimento alle sostanze pericolose presenti nel gas si ha:

- H₂ (28100 m³ * 0.635 * 0.0814 kg/m³) ~1452 kg
- CH₄ (28100 m³ * 0.25 * 0.648 kg/m³) ~4552 kg
- CO (28100 m³ * 0.046 * 1.130 kg/m³) ~1461 kg

Gas d'altoforno (AFO)

Il gas d'altoforno (gas AFO) è prodotto secondario del processo di produzione della ghisa per carburazione del minerale di ferro con coke metallurgico. Il gas è utilizzato per l'alimentazione di utenze di stabilimento, nonché ceduto per l'alimentazione delle centrali elettriche della ISE (CET2 e CET3) e CET-PIO della ELETTRA, alle quali viene veicolato attraverso una specifica rete di distribuzione gas (rete gas AFO), polmonata da gasometro da 40000 m³ (gasometro ISE/Lucchini). La composizione dipende essenzialmente dalle caratteristiche della carica dell'altoforno. La composizione media di riferimento del gas è riportata nella Tabella seguente.

| Sostanza | % in vol. media di riferimento a 25°C e 1 bar |
|-----------------|---|
| N ₂ | 52.8 % |
| CO | 23.2 % |
| CO ₂ | 21 % |
| H ₂ | 3.0 % |

Per la valutazione dei quantitativi si prende a riferimento il volume utile del gasometro ISE (~38800 m³) e quello della rete gas AFO (~7375 m³). Con riferimento alle proprietà fornite in tali condizioni di temperatura e pressione dal programma EFFECTS V1.0 del TNO, il gas AFO ha densità media di 1.283 kg/m³, da cui deriva che lo stoccaggio complessivo (gasometro + rete) è di ~59240 kg (gasometro ~49780 kg + rete ~9460 kg).

Tale inventario, aggiornato rispetto alla situazione Ottobre 2001, tiene conto infatti delle modifiche apportate sul gasometro ISE a valle dell'incidente del Settembre 2001 e sulla rete gas AFO trattate mediante procedura di non aggravio di rischio:

- 1) ristrutturazione interna gasometro gas AFO: decremento gas AFO – 2000 kg
(riduzione 1 m corsa pistone)
- 2) messa in servizio nuovo impianto turbo espansore: incremento gas AFO + 100 kg

D'altra parte, con riferimento alle sostanze pericolose presenti nel gas si ha:

- CO (46175 m³ * 0.23 * 1.130 kg/m³) ~12000 kg
- H₂ (46175 m³ * 0.03 * 0.0814 kg/m³) ~113 kg

Gas d'acciaieria (LD)

Il gas LD è prodotto secondario dell'impianto di aspirazione e trattamento fumi primari dai convertitori. Il gas è utilizzato per l'alimentazione della centrale elettrica CET-PIO della ELETTRA, alla quali viene veicolato attraverso una specifica rete di distribuzione gas (rete gas LD), polmonata da gasometro da 36000 m³ (gasometro COMIMP).

La composizione del gas dipende essenzialmente dalle caratteristiche della carica del convertitore (qualità rottame). La composizione media di riferimento del gas, valutata sulla base dei dati medi forniti per il 2003 (aggiornata rispetto alla situazione 2001), è riportata nella Tabella seguente.

| Sostanza | % in volume media di riferimento a 25°C e 1 bar |
|-----------------|---|
| N ₂ | 18.9 % |
| CO | 57.0 % |
| CO ₂ | 19.8 % |
| H ₂ | 3.9 % |
| O ₂ | 0.2 % |
| Ar | 0.2 % |

Per la valutazione dei quantitativi si prende a riferimento il volume del tratto di tubazione dal convertitore fino alla fiaccola e si assume che 2/3 convertitori siano entrambi in fase di soffiaggio (2 COV: ~4700 m³). A tale quantitativo va aggiunto il volume del collettore a valle delle stazioni di commutazione fino al gas cooler, e da questo fino al gasometro (gasometro da 36000 m³, rete distribuzione ~1330 m³). Con riferimento alle proprietà fornite in tali condizioni di temperatura e pressione dal programma EFFECTS V1.0 del TNO, il gas d'acciaieria ha densità media di

1.217 kg/m³, da cui deriva che lo stoccaggio complessivo (gasometro + rete) è di ~45430 kg (gasometro ~43810 kg + ~1620 rete kg).

D'altra parte, con riferimento alle sostanze pericolose presenti nel gas si ha:

- CO (37330 m³ * 0.57 * 1.130 kg/m³) ~25895 kg
- H₂ (37330 m³ * 0.039 * 0.0814 kg/m³) ~118 kg

Metano

Relativamente al gas naturale, va considerato il quantitativo derivante dal volume della rete distribuzione metano di stabilimento (p_{rif}=4 bar), che ha uno sviluppo complessivo pari ~630 m³, da cui si ha (rete metano):

- CH₄ (630 m³ * 4 * 0.648 kg/m³) ~1633 kg

A tale inventario, vanno incluse le modifiche trattate mediante procedura di non aggravio di rischio:
1) messa in servizio nuovo impianto turbo espansore: incremento gas CH₄ + 20 kg

Nella valutazione di tale contributo si assimila, in via conservativa, il gas naturale (fornitura SNAM) a gas metano, trascurando la composizione media effettiva, che risulterebbe essere (da fonte ISE): CH₄ 83.8 %, C₂H₆ 7.7 %, C₃H₈ 1.9 %, C₄H₁₀ 0.9 %, N₂ 5.6 %, CO₂ 0.2 %.

L'inventario aggiornato di stabilimento per il metano è quindi di ~1650 kg.

Catrame di cokeria

Il catrame è prodotto secondario ottenuto in cokeria, dal trattamento e depurazione del gas COK. All'interno dello stabilimento è presente, in cokeria, un complesso di decantatori e di serbatoi polmone, mentre lo stoccaggio di catrame in attesa di spedizione, è rappresentato dal serbatoio in Darsena (serbatoio Marina), a cui viene inviato mediante tubazione dedicata. La situazione globale, è riassunta nella seguente Tabella:

| Serbatoio polmone | Capacità (m ³) |
|----------------------------|--------------------------------|
| DP1 | 400 |
| DP2 | 450 |
| DP3 | 400 |
| <i>Decantatore n.</i> | |
| DC1 STILL | 400 (max. 100 m ³) |
| DC2 STILL | 400 (max. 100 m ³) |
| DC3 OTTO (45F) | 450 (max. 100 m ³) |
| Tubazione DN 150 (500 m) | 10 |
| DP4 (Marina) | 1650 |
| TOTALE CAPACITÀ STA | 3210 m³ |
| Densità a 15°C | 1.05-1.2 g/ml |
| TOTALE | ~3400 ton |

L'inventario globale di stabilimento per il catrame è quindi di ~3400 ton.

Ossigeno

Per la valutazione dei quantitativi di ossigeno stoccati in stabilimento si fa riferimento ai due principali depositi di stoccaggio ossigeno gassoso:

- 1) deposito adiacenze "Cotone", costituito da n. 14 serbatoi, ciascuno avente capacità di 116 m³ con ossigeno gassoso a pressione di ~22 bar,

2) deposito zona Acciaieria, costituito da n. 5 serbatoi, da 116 m³ con ossigeno gassoso a pressione di ~22 bar.

A tale contributo va aggiunto quello legato alla rete ossigeno, avente dorsali principali DN250 e DN150 e diramazioni fino a DN50 e/o DN 25 alle utenze. Si considera una lunghezza di ~3500 m (maggiorata in via conservativa), con diametro di riferimento DN150 (anch'esso in via conservativa) ed una pressione di 22 bar (trascurando riduzioni). In tali condizioni, agli stoccaggi è associabile un quantitativo di ~63700 kg, mentre la rete contribuisce per ulteriori ~1300 kg, per cui lo stoccaggio globale di ossigeno dello stabilimento è di **~65000 kg**.

A tale situazione, a termine istruttoria, si aggiungerà il quantitativo relativo allo stoccaggio LOX per l'impianto sperimentale REDSMELT NST, dove veniva valutato il quantitativo totale massimo presente fra stoccaggio, sistema di vaporizzazione ed erogazione in ulteriori 67500 kg di ossigeno, per cui l'inventario globale di ossigeno passerà a ~132500 kg.

PCB

All'interno dello stabilimento sono presenti alcuni trasformatori elettrici contenenti o contaminati da PCB, ed un deposito autorizzato di sostanza (AROCLOR) da utilizzare in caso di necessità per manutenzione ordinaria, con stoccaggio minimo (n. 1 fusto da 180 kg).

Gli interventi manutentivi in cui è necessaria la manipolazione di PCB vengono effettuati da operatori specializzati, che utilizzano le precauzioni previste dal fornitore sia a livello di DPI che di procedure per la manipolazione.

L'ultima dichiarazione degli apparecchi contenenti PCB e/o oli contaminati con PCB ed i relativi quantitativi è stato inviato nel Dicembre 2002 in ottemperanza a quanto previsto dal D. Lgs. n. 209/1999, già dichiarati ai sensi del DPR n. 216/1988.

Gli apparecchi in questione, il cui elenco è riportato in Allegato B1.2.6.3, sono oggetto di un piano di smaltimento pluriennale in fase di attuazione da parte dell'Azienda.

Tenendo conto dei quantitativi delle apparecchiature con PCB (tossico e cancerogeno) presenti in stabilimento, si ha uno stoccaggio complessivo di olio con PCB pari a **~287 ton** (computo aggiornato al Dicembre 2002).

Benzina verde

Lo stoccaggio di benzina è quello relativo al serbatoio interrato del distributore carburanti, avente capienza 23 m³. Tenendo conto della densità media della benzina a 15 °C, di 850 kg/m³, si ha uno stoccaggio complessivo di **17250 kg**.

Gasolio auto-trazione

Lo stoccaggio di gasolio è quello relativo al serbatoio interrato del distributore carburanti, avente capienza 60 m³, e quello dei n. 3 serbatoi interrati in zona magazzino centrale, ciascuno avente capacità di 23 m³; si trascurano i piccoli serbatoi mobili di appoggio in alcuni reparti. Tenendo conto della densità media del gasolio a 15 °C, di 750 kg/m³, si ha uno stoccaggio complessivo di **109650 kg**.

Acetilene, GPL e propano

I quantitativi in stabilimento sono essenzialmente legati allo stoccaggio del deposito gas in bombole del magazzino centrale approvvigionamenti, per il quale sono al massimo stimabili **100 kg** di acetilene, oltre a **1500 kg** fra bombole di GPL o propano.

I contributi suddetti possono essere riassunti nelle tabelle riepilogative dell'Allegato I al D. Lgs. n. 334/99, parte 1 e 2, solo per le sostanze e preparati presenti nello stabilimento, di seguito riportate.

Allegato I Parte 1

| Colonna 1 | Colonna 2 | Colonna 3 | Quantità presenti |
|---|--|-----------|---|
| Sostanze pericolose | Quantità limite (ton.) ai fini dell'applicazione | | |
| | Artt. 6 e 7 | Art. 8 | |
| Gas liquefatti estremamente infiammabili e gas naturale | 50 | 200 | 1.6 ⁽¹⁾ + 1.5 ⁽²⁾ |
| Acetilene | 5 | 50 | 0.1 ⁽³⁾ |
| Ossigeno | 200 | 2000 | 65 |
| Benzina per autoveicoli e altre essenze minerali | 5000 | 50000 | 17 ⁽⁴⁾ |

Note: ⁽¹⁾ gas naturale, ⁽²⁾ GPL e/o propano (depositi gas in bombole),
⁽³⁾ depositi gas in bombole, ⁽⁴⁾ distributore carburanti.

Allegato I Parte 2

| Colonna 1 | Colonna 2 | Colonna 3 | Quantità massime presenti & (note) |
|---|--|-----------|--|
| Sostanze pericolose classificate come | Quantità limite (ton.) sostanza pericolosa ai sensi dell'art. 3, paragrafo 5 ai fini dell'applicazione | | |
| | Artt. 6 e 7 | Art. 8 | |
| 2. TOSSICHE (T) CANCEROGENE E TOSSICHE | 50 | 200 | 3400 ⁽⁵⁾ + 287 ⁽⁶⁾ + 59.2 ⁽⁷⁾ + 45.4 ⁽⁸⁾ + 13.6 ⁽⁹⁾ |
| 8. ESTREMAMENTE INFIAMMABILI [sostanze o preparati che rientrano nella definizione di cui alla nota 3 c)] (F+) | 10 | 50 | 59.2 ⁽⁷⁾ + 45.4 ⁽⁸⁾ + 13.6 ⁽⁹⁾ |

Note: ⁽⁵⁾ catrame, ⁽⁶⁾ PCB, ⁽⁷⁾ gas d'altoforno, ⁽⁸⁾ gas d'acciaieria, ⁽⁹⁾ gas di cokeria.

1.B.1.2.6.4 Comportamento chimico e/o fisico nelle condizioni normali di utilizzazione, suscettibilità a dare origine a fenomeni di instabilità nelle condizioni normali di temperatura e pressione di processo.

In relazione al comportamento chimico e/o fisico delle sostanze e dei preparati pericolosi oggetto della presente analisi, considerando ogni fase del ciclo produttivo che interessa i relativi impianti di produzione, le tubazioni di distribuzione ed i serbatoi di stoccaggio, si deve evidenziare che, in ogni condizione di funzionamento, queste non sono tali da dare origine a fenomeni di instabilità di alcun tipo.

1.B.1.2.6.5 Sostanze che possono originarsi per modificazione o trasformazione della sostanza considerata a causa di anomalie prevedibili nell'esercizio dell'impianto, quali ad esempio delle variazioni di condizioni di processo.

L'esercizio dei vari impianti di stabilimento connessi alla produzione, utilizzazione e/o stoccaggio di sostanze e preparati pericolosi, in generale, non è tale da dar luogo ad anomalie e/o variazioni delle condizioni di processo tali da produrre modificazioni e/o trasformazioni delle sostanze e/o preparati considerati.

In tale contesto va comunque inquadrata, sebbene la variabilità della composizione del gas sia attesa come fenomeno intrinseco nel processo di soffiaggio dei convertitori, la significativa variazione del tenore di CO nel gas di acciaieria che, in caso di depressione superiore allo standard d'esercizio, o eccessivo ingresso di aria falsa nel complesso del convertitore, può dar luogo a fumi primari aventi basso tenore di CO ed elevato tenore di CO₂, di fatto riducendo il quantitativo recuperabile nel corso del ciclo batch di soffiaggio (che vede la commutazione in torcia della testa e della coda del ciclo di soffiaggio, essendo troppo basso il tenore di CO da non giustificare il recupero).

1.B.1.2.6.6 Situazioni di contemporanea presenza di sostanze che risultano incompatibili tra loro in quanto possono dare origine o a violente reazioni o a prodotti di reazione pericolosi o, se coinvolte in un'emergenza, possono influire sul rischio potenziale dell'attività.

Il lay-out di stabilimento è tale da comportare condizioni di separazione effettive fra i vari impianti connessi alla produzione ed utilizzazione delle sostanze e preparati pericolosi.

L'elemento di interfaccia fra gli impianti di produzione e quelli di utilizzazione è rappresentato dalle reti di distribuzione dei vari gas e fluidi di servizio che di fatto interconnettono gli impianti, collocati in un'area di 10 Mm².

In tale contesto non si hanno, in generale, situazioni di contemporanea presenza di sostanze incompatibili fra loro, in quanto le reti fluidi corrono su pipe rack metallici e si sviluppano con tracciati che vedono al più la presenza contemporanea di diverse tubazioni di fluidi infiammabili, e separazione di tubazioni contenenti ad esempio ossigeno, sostanza comburente chiaramente incompatibile con le prime.

D'altra parte la complessità dello sviluppo delle reti è tale da non poter escludere, in alcune situazioni, la presenza di diramazioni minori di tubazioni ossigeno che, per esigenze di lay-out, passano vicine ad altre tubazioni contenenti gas infiammabili.

Si deve comunque evidenziare che il possibile contatto fra fluidi incompatibili si potrebbe avere solamente in caso di occorrenza di particolari eventi incidentali.

I depositi di stoccaggio ed i gasometri hanno collocazione tale da mantenere distanze adeguate fra elementi pericolosi d'impianto, sia per distanza orizzontale che per le differenti quote che potrebbero comportare le relative condizioni di rilascio, in ogni caso in condizioni tali da non comportare influenze sul potenziale rischio dell'attività (punto 28 e 29 §14 Prot. 7441).

1.B.1.3 Analisi preliminare per individuazione aree critiche di attività

Si riporta di seguito l'analisi preliminare condotta mediante il metodo ad indici di cui all'Allegato II del DPCM 31/03/89, che permette una classificazione delle aree critiche dell'impianto in esame.

L'obiettivo è fornire un quadro immediato e sintetico per poter individuare le aree sulle quali eventualmente approfondire l'indagine qualora l'indice di rischio globale "intrinseco" o uno degli indici relativi a problematiche incidentali quali incendio, esplosione, ecc., evidenzino situazioni richiedenti specifici approfondimenti e valutazioni, sviluppati nelle sezioni successive (sanità e sicurezza dell'impianto).

I risultati ottenuti dall'implementazione del metodo ad indici sono stati ulteriormente confrontati con quanto ottenuto dall'analisi delle informazioni dello storico degli incidenti (si veda § 1.C.1.1.2).

L'implementazione del metodo ad indici ha comportato la prevista suddivisione dell'impianto in unità omogenee. I criteri utilizzati per la suddivisione dell'impianto in unità funzionalmente omogenee, hanno portato ad identificare le apparecchiature pertinenti ad una unità per le quali sia possibile attribuire condizioni operative similari per temperatura, pressione, sostanze trattate e funzione all'interno del processo in questione. Nella seguente Tabella 2 è riportata la suddivisione delle varie aree di stabilimento in unità e sottounità, per le quali è stata effettuata la valutazione del metodo ad indici (punto 32 §14 Prot. 7441).

Con riferimento alla rete gas AFO, ottenuto dal processo di produzione ghisa, dopo raffreddamento e depurazione il gas viene immesso nella rete e distribuito alle utenze di stabilimento. La rete è costituita da tubazioni di diametro compreso tra 500 e 3300 mm, sulla quale sono opportunamente installate valvole di intercettazione; il mantenimento costante della pressione in rete è assicurato da un gasometro. Il gas AFO è considerato quale sostanza chiave tenendo conto delle caratteristiche di infiammabilità e di tossicità dovute alla presenza di CO ed H₂.

In relazione alla rete gas COK, prodotto dalle batterie di distillazione fossile, raffreddato e depurato per essere poi immesso nella rete di distribuzione alle utenze di stabilimento, la rete è costituita da tubazioni di diametro compreso tra 400 e 1600 mm sulla quale sono opportunamente installate valvole di intercettazione; la polmonazione della rete è assicurata da un gasometro. La sostanza chiave considerata nella compilazione delle schede è il gas COK, tenendo conto delle caratteristiche di infiammabilità e di tossicità dovute alla presenza di CO, CH₄, ed H₂.

La rete gas LD, prodotto dai fumi primari di acciaieria, provvede alla veicolazione del gas, dopo raffreddamento e depurazione del gas per l'alimentazione della CET ELETTRA. La rete si sviluppa con tubazioni con diametro compreso fra 2200 e 1100 mm, ed è polmonata da gasometro. In uscita dal gasometro una stazione di boosteraggio provvede all'immissione ed al rilancio del gas nel tratto di rete ELETTRA, che veicola il gas fino alla CET-PIO. La sostanza chiave considerata nella compilazione delle schede è il gas LS, tenendo conto delle caratteristiche di infiammabilità e di tossicità dovute alla presenza di CO ed H₂.

La sostanza chiave considerata per l'analisi delle reti metano ed ossigeno è stata la corrispondente trasportata da ciascuna rete.

Con riferimento alla cokeria, dopo suddivisione in unità e sottounità, per ciascuna delle stesse, è stata considerata come sostanza chiave quella predominante in termini di massa e significativa per la relativa fase di processo. In tale ambito, nelle unità e sottounità corrispondenti, si è utilizzato il carbone fossile, il metano il gas COK.

Analogo approccio è stato utilizzato per l'altoforno e gli impianti a servizio dello stesso, con utilizzazione, come sostanza chiave, di gas MIX (gas COK, gas AFO e metano), polverino di fossile, carbone coke, gas AFO.

In acciaieria, oltre all'area convertitori, l'analisi è stata effettuata per le zone trattamento LF e VD, per le colate continue, per i treni di laminazione, considerando come sostanza chiave, gas LD, metano, olio idraulico, a seconda delle circostanze. L'analisi delle colate continue, dei trattamenti LF e VD, e dei treni di laminazione è stata limitata ad un solo impianto per ciascuna tipologia, stante la similarità impiantistica e delle problematiche incidentali connesse alle altre, per le quali si denota al massimo una differenza della geometria del prodotto (p.es. nei treni di laminazione varia sezione e diametro).

Tutto quanto sopra premesso, in Allegato B1.3.1 sono riportate le schede realizzate secondo l'Allegato II del DPCM 31.03.89, mentre nelle la sintesi dei risultati dell'applicazione del metodo è di seguito riportata nella Tabella 4, includente i risultati dell'analisi raggruppati per reparto / unità e sottounità analizzata, già rapportati ai limiti ISPESL, riportati in Tabella 3.

Tabella 2: Suddivisione impianti in unità e sottunità per valutazione metodo ad indici.

| UNITA' | | | | | | Risultato Metodo ad indici | Incidenti | TOP EVENT | Frequenza eventi/anno | n° | Scenario |
|-------------------|-----|---|-------|--------|--|-------------------------------------|-----------|---|-----------------------|----|---|
| 1. AREA ALTOFORNO | 1.1 | Altoforno | | | | A: esplosione all'aperto MODERATO | Si | 1- Rilascio gas AFO da bocca forno | n.d. | 01 | AL 01: Esplosione per fuoriuscita gas AFO da bocca del forno |
| | | | | | | | | 2- Rilascio di gas da cassetta di raffreddamento o da corazza | n.d. | 02 | AL 02: Dispersione ed Esplosione per fuoriuscita gas AFO da Bleeder |
| | | | | | | | | 3- Fuoriuscita gas da Bleeder | 2.0E-2 | | |
| | | | | | | | | 4- Fuoriuscita materiale per danneggiamento tubiera | 5.0E-1 | | |
| | | | | | | | | 5-Esplosione di vapore per perdita di acqua di raffreddamento nel forno | n.d. | | |
| | 1.2 | Sacca a polveri (Depurazione gas a secco) | | | | Area Non critica | No | 6- Rilascio di gas da tenute valvole e flange | n.d. | 03 | AL 03: Esplosione per perdita gas |
| | 1.3 | Torre a umido | | | | Area Non critica | No | 7- Rilascio di gas da piccoli fori | 1.0E-1 | 04 | AL 04: Esplosione per perdita gas |
| | 1.4 | Turboespansore | | | | Area Non critica | No | 8- Rilascio gas per perdita giunto dilatazione | 1.0E-4 | 05 | AL 05: Esplosione per perdita gas |
| | 1.5 | Cowpers | | | | Area Non critica | Si | 9- Fuoriuscita vento caldo per trafilamento refrattario/carpenteria | 1.0E-4 | 06 | AL 06: Dardo per fuoriuscita vento caldo da carpenteria cowper |
| | | | | | | | | 10- Fuoriuscita di gas mix per perdita tronchetti o flange linea gas | n.d. | 07 | AL 07: Esplosione per perdita gas |
| | | | | | | | | 11-Trafilamento vento caldo in linea gas | Trascurabile | | |
| | 1.6 | Impianto di macinazione | 1.6.1 | Silos | | Area Non critica | No | / | / | | / |
| | | | 1.6.2 | Mulino | | A: esplosione all'aperto MODERATO | No | / | / | | Valutazione sul grado di confinamento |
| | 1.7 | Torre iniezione fossile | | | | A: esplosione all'aperto MOLTO ALTO | No | / | / | | Valutazione sul grado di confinamento |
| | 1.8 | Stock-House | | | | Area Non critica | No | / | / | | / |

| UNITA' | | | | | | Risultato Metodo ad indici | Incidenti | TOP EVENT | Frequenza eventi/anno | n° | Scenario |
|--------|-----|-----|-------|----------------------|--|--|-----------|--|-----------------------|----|---|
| 2 RETI | 2.1 | AFO | 2.1.1 | Gasometro AFO | | A: esplosione all'aperto MOLTO ALTO G: Globale MODERATO | Si | 12 - Emissione gas con formazione mix esplosiva | 4.81E-1 | 08 | RT01: Calcolo degli effetti di una esplosione a seguito di rottura catastrofica |
| | | | | | | | | 13-Rilascio continuo da caminelle o valvola di intercettazione | 1.2E-4 | 09 | RT 02: rilascio e conseguente esplosione |
| | | | | | | | | | | 10 | RT 03: Dispersione e successiva esplosione nube gas |
| | | | | | | | | | | 11 | RT 04: Dispersione gas AFO in atmosfera in seguito a rottura catastrofica |
| | | | 2.1.2 | Rete | | Area Non critica | Si | 14- Rilascio di gas dalle tubazioni | 9.0E-3 | 12 | RT 05: Rilascio da tronchetti di piccolo diametro con conseguente dispersione e incendio del getto. |
| | | | | | | | | 15 -Depressione nelle tubazioni | 2.0E-6 | 13 | RT 06 Esplosione non confinata di gas |
| | | | | | | | | | | 14 | RT 07: Depressione nelle linee gas AFO |
| | | | 2.1.3 | Torcia | | A: esplosione all'aperto MODERATO | No | 16 - Rilascio di gas dalle candele di sfogo | 3.3E-2 | 15 | RT 08: rilascio e conseguente esplosione |
| | | | | | | | | | | 16 | RT 09: rilascio e irraggiamento |
| | | | | | | | | | | 17 | RT 10: dispersione di gas AFO in atmosfera |
| | 2.2 | COK | 2.2.1 | Gasometro Badoni | | A: esplosione all'aperto ALTO I | Si | 17 - Rilascio gas da gasometro | 5.8E-5 | 18 | RT 11 Calcolo degli effetti di una esplosione a seguito di rottura catastrofica |
| | | | | | | | | | | 19 | RT 12: Rilascio e conseguente esplosione |
| | | | | | | | | | | 20 | RT 13: Dispersione e successiva esplosione |
| | | | 2.2.2 | Stazione di rilancio | | Area Non critica | SI | | n.d. | 21 | RT 14: Incendio |

| UNITA' | | | | | | Risultato Metodo ad indici | Incidenti | TOP EVENT | Frequenza eventi/anno | n° | Scenario |
|--------|-----|-----|-------|--|--|-------------------------------------|-----------|--|-----------------------|----|---|
| | | | 2.2.3 | Rete | | Area Non critica | Si | 18- Rilascio di gas dalle tubazioni | 9.0E-3 | 22 | RT 15: Rilascio da tronchetti di piccolo diametro con conseguente dispersione e incendio del getto. |
| | | | | | | | | 19 - Depressione nelle tubazioni | 2.0E-6 | 23 | RT 16: Esplosione non confinata di gas |
| | | | | | | | | | | 24 | RT 17: Depressione nelle linee gas COK |
| | | | 2.2.4 | Torcia | | Area Non critica | No | 20 - Rilascio di gas dalle candele di sfogo | 3.3E-2 | 25 | RT 18: Rilascio e conseguente esplosione |
| | | | | | | | | | | 26 | RT 19: Rilascio e irraggiamento |
| | 2.3 | LDG | 2.3.1 | Gasometro COMIMP | | A: esplosione all'aperto MOLTO ALTO | Si | 21 - Rilascio di gas dal gasometro | 5.85E-5 | 27 | RT 20: Calcolo degli effetti di una esplosione a seguito di rottura catastrofica |
| | | | | | | | | | | 28 | RT 21: Rilascio e conseguente esplosione |
| | | | | | | | | | | 29 | RT 22: Dispersione e successiva esplosione |
| | | | | | | | | | | 30 | RT 23: Dispersione gas in atmosfera in seguito a rottura catastrofica |
| | | | 2.3.2 | Stazione di rilancio e gas cooler | | Area Non critica | No | 22 - Rilascio di CO da tenuta o da tubazione | n.d. | 31 | RT 24: Perdita dalla Presa strumentazione da 1" |
| | | | | | | | | | | 32 | RT 25: Perdita da Valvola di intercettazione (perdita dallo stelo) con o-ring |
| | | | | | | | | | | 33 | RT 26: Perdita da Valvola di intercettazione (perdita dallo stelo) con premistoppa |
| | | | | | | | | | | 34 | RT 27: Perdita da Valvola con tappo filettato |
| | | | 2.3.3 | Rete gas a valle e a monte del gasometro | | Area Non critica | Si | 23- Rilascio di gas dalle tubazioni | 9.0E-3 | 35 | RT 28: Depressione delle linee gas |
| | | | | | | | | 24- Depressione nelle tubazioni | 2.0*10-6 | 36 | RT 29: Rilascio ed esplosione da tubazione/raffreddatore |
| | | | 2.3.4 | Rete gas a valle del rilancio | | Area non critica | | 25 - Rilascio di gas dalle tubazioni | 9.0E-3 | 37 | RT 30: Rilascio ed esplosione da tubazione |
| | | | | | | | | 26 - Depressione nelle tubazioni | 2.0*10-6 | | |

| UNITA' | | | | | | Risultato Metodo ad indici | Incidenti | TOP EVENT | Frequenza eventi/anno | n° | Scenario | | |
|----------------------|-------|----------|-------|---|---------|-----------------------------------|------------------|--|---|--|--|----|--|
| | 2.4 | Ossigeno | 2.4.1 | Sigari | | | | A: esplosione all'aperto MODERATO | Si | 27 - Rilascio istantaneo ossigeno a causa della rottura catastrofica di un serbatoio | n.d. | 38 | RT 31: Esplosione stoccaggio ossigeno zona Cotone |
| | | | 2.4.2 | Rete | | | | A: esplosione all'aperto MODERATO | Si | 28 - Rilascio di gas dalle tubazioni | 9.0E-3 | 39 | RT 32: Rilascio con conseguente arricchimento di ossigeno in atmosfera tanto da provocare rischio di incendio. |
| | | | 2.4.3 | Stazione di riduzione | | Area Non critica | No | / | / | / | / | | / |
| | | | 2.4.4 | Stoccaggio O ₂ in acciaieria | | A: esplosione all'aperto MODERATO | | 29 - Rilascio O ₂ per perdita da rottura di linea alimentazione | 2.0E-3 | 40 | RT33: Esplosione stoccaggio ossigeno zona acciaieria | | |
| | | | | | | | | 30- Rilascio O ₂ per perdita da rottura di linea alimentazione | 3.0E-8 | | | | |
| | 2.5.1 | Metano | 2.5.1 | Stazione SNAM | | Area Non critica | No | / | / | / | / | | / |
| | | | 2.5.2 | Rete | | Area Non critica | Si | 31 - Rilascio di gas dalle tubazioni | 9.0E-3 | 41 | RT 34: Rilascio da tronchetti di piccolo diametro di CH ₄ con conseguente dispersione e incendio del getto. | | |
| | | | | | | | | | | 42 | RT 35: Esplosione non confinata di gas | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| 3. Acciaieria | 3.1 | COV | 3.1.1 | Convertitore | | Area Non critica | No | 32 - Fuoriuscita di CO dalla gonna | 1.35E-5 | | Nota esplicativa: immediata accensione | | |
| | | | 3.1.2 | Linea gas LDG | 3.1.2.1 | Tratto in depressione | Area Non critica | No | 33 -Fuoriuscita di CO dall'imbecco dello scivolo additivi | 1.88E-6 | Nota esplicativa: immediata accensione | | |
| | | | | | | | | 34 - Fuoriuscita di CO da fori di ingresso lance O ₂ | 2.87E-6 | | | | |
| | | | | | | | | 35 - Fuoriuscita di CO dalle prese strumenti | 1.93E-6 | | | | |
| | | | | | | | | 36 - Fuoriuscita di CO dalla tenuta del passo d'uomo | 1.93E-7 | | | | |
| | | | | | | | | 37 - Fuoriuscita di CO dal coperchio del refrattario | 1.88E-6 | | | | |

| UNITA' | | | | | | Risultato Metodo ad indici | Incidenti | TOP EVENT | Frequenza eventi/anno | n° | Scenario |
|--------|-----|-----------------|-------|---------------------------|---------------------|-----------------------------------|------------------|---|-----------------------|----------------------|---|
| | | | | 3.1.2.2 | Tratto in pressione | Area Non critica | No | 38 - Emissione di CO dalle prese degli strumenti con possibile formazione di vapori infiammabili | 9.78E-6 | 43 44 45 46 | ACC 01: Perdita dalla Presa strumentazione da 1" ACC 02: Perdita da Valvola di intercettazione (perdita dallo stelo) con o-ring ACC 03: Perdita da Valvola di intercettazione (perdita dallo stelo) con premistoppa ACC 04: Perdita da Valvola con tappo filettato |
| | | | 3.1.3 | Elettrofiltro | | Area Non critica | Si | 39 - Fuoriuscita di gas dall'Elettrofiltro | 1.88E-6 | 47 | ACC 05: Esplosione elettrofiltro |
| | | | 3.1.4 | Ventilatore | | Area Non critica | No | 40 - Emissione CO dalla tenuta albero ventilatore | 2.1E-3 | 48 | ACC 06: Perdita di CO da Tenute ventilatore |
| | | | 3.1.5 | Torcia | | A: esplosione all'aperto MODERATO | No | 41 - Emissione dalla torcia con possibile formazione di vapori infiammabili | 1.0E-3 | 49 | ACC 07: Perdita di CO da Sfiato guardia idraulica |
| | | | | | | | | 42 - Emissione di CO dallo sfiato della guardia idraulica con possibile formazione di vapori infiammabili | 4.0E-6 | 50 | ACC 08: Perdita di CH4 dalla tubazione adduzione gas metano in torcia |
| | | | | | | | | 43 - Emissione di CH ₄ a seguito perdita dalle tubazioni con formazione di miscela esplosiva | 8.9E-3 | | |
| | | | 3.1.6 | Stazione di commutazione | | Area Non critica | Si | 44 - Emissione CO dalla tenuta valvola a campana e/o dalla tenuta albero ventilatore | 2.1E-3 | 51 | ACC 09: Perdita di CO da Tenute |
| | | | | | | | | 45 -Rilascio a monte del ventilatore | 2.00E-03 | | |
| | 3.2 | CC | 3.2.1 | Colata continua | | Area Non critica | Si | / | / | | / |
| | | | 3.2.2 | Ossitaglio | | Area Non critica | No | / | / | | / |
| | | | 3.2.3 | Cannelli ossigeno | | Area Non critica | No | / | / | | / |
| | 3.3 | Trattamenti ACC | 3.3.1 | Centrali oleodinamiche LF | | Area Non critica | | / | / | | / |
| | | | 3.3.2 | VD | 3.3.2.1 | Centraline olio | Area Non critica | / | / | | / |
| | | | | | 3.3.2.2 | Ossitaglio | Area Non critica | / | / | | / |
| | | | | | 3.3.2.3 | Linea gas | Area Non critica | / | / | | / |

| UNITA' | | | | | | Risultato Metodo ad indici | Incidenti | TOP EVENT | Frequenza eventi/anno | n° | Scenario |
|-----------------|-----|------------------------|----------|----------|-----------------------------------|-----------------------------------|--|--|-----------------------|---|---|
| 4. AREA COKERIA | 4.1 | Macinazione e fossile | 4.1.1 | Sili | | A: esplosione all'aperto MODERATO | | | | | |
| | | | 4.1.2 | Mulini | | Area Non critica | | / | / | | / |
| | 4.2 | Torre di carico | | | | Area Non critica | | 46 - Fuoriuscita polveri dalla torre | n.d. | | / |
| | 4.3 | Caricatrice, tramoggia | | | | Area Non critica | Si | 47 - Fuoriuscita polveri in fase di carica | n.d. | | / |
| | 4.4 | Batteria | 4.4.1 | 27 forni | | A: esplosione all'aperto MODERATO | | 48 - Formazione di miscela esplosiva per ingresso di aria nei forni | 9.6E-3 | 52 | COK 01: Esplosione di gas COK nell'ambiente esterno |
| | | | | | | | | 49 - Fuoriuscita di gas coke nell'ambiente esterno | 1.12E-2 | | |
| | | | | | | | | 50 - Sforamento di coke incandescente sulla passerella e/o sulla macchina e/o sui binari e/o sulla rampa | 2.49E-2 | | |
| | | | | | | | | 51 - Emissione incombusti e polveri nell'ambiente esterno per cattiva distillazione | n.d. | | |
| | | | | | | | | 52 - Caduta di coke incandescente con possibilità di ustioni alle persone | n.d. | | |
| | | | | | | | | 53 - Incendio torre di spegnimento | Trascurabile | | |
| | | | | | | | | 54 - Danneggiamento strutturale batterie | 2.0E-5 | | |
| | | 4.4.2 | 45 forni | | A: esplosione all'aperto MODERATO | Si | 55 - Formazione di miscela esplosiva per ingresso di aria nei forni | 9.6E-3 | 53 | COK 02: Esplosione di gas COK nell'ambiente esterno | |
| | | | | | | | 56 - Fuoriuscita di gas coke nell'ambiente esterno | 1.12E-2 | | | |
| | | | | | | | 57 - Sforamento di coke incandescente sulla passerella e/o sulla macchina e/o sui binari e/o sulla rampa | 2.49E-2 | | | |
| | | | | | | | 58 - Emissione incombusti e polveri nell'ambiente esterno per cattiva distillazione | n.d. | | | |
| | | | | | | | 59 - Caduta di coke incandescente con possibilità di ustioni alle persone | n.d. | | | |
| | | | | | | | 60 - Incendio torre di spegnimento | Trascurabile | | | |
| | | | | | | | 61 - Danneggiamento strutturale batterie | 2.0E-5 | | | |

| UNITA' | | | | | | Risultato Metodo ad indici | Incidenti | TOP EVENT | Frequenza eventi/anno | n° | Scenario |
|--------|-----|---------------|-------|---|--|-----------------------------------|-----------|---|-----------------------|----|--|
| | | | 4.4.3 | Sistema di riscaldamento e alimentazione batterie | | | | | | | |
| | | | | | | Area Non critica | Si | 62 - incendio e/o l'esplosione interna alla tubazione | 4.95E-4 | 54 | COK 03: esplosione interna alla linea adduzione gas COK alle batterie |
| | | | | | | | | 63 - incendio e/o esplosione nell'ambiente esterno | 4.16E-3 | 55 | COK 04: Esplosione esterna alla linea adduzione gas COK alle batterie |
| | | | | | | | | 64 - Formazione di miscela esplosiva nei condotti fumi e nei rigeneratori | n.d. | 56 | COK 05: formazioni di jet fire su linea gas adduzione gas COK alle batterie |
| | | | | | | | | 65 - Formazione di miscela esplosiva nel locale inversione | 4.23E-4 | 57 | COK 06: formazione di miscela esplosiva nei condotti fumi e nei rigeneratori (alimentazione con gas COK) |
| | | | | | | | | 66 - Formazione di miscela esplosiva nei rigeneratori | 5.0E-3 | 58 | COK 07: formazione di miscela esplosiva nel locale inversione (alimentazione con gas COK) |
| | 4.5 | Sottoprodotti | 4.5.1 | Bariletto | | Area Non critica | No | 67 -: Surriscaldamento e deformazione della struttura con conseguente rilascio di gas all'atmosfera | 4.29E-3 | 59 | COK 08: Surriscaldamento strutturale bariletto e fuoriuscita di gas COK |
| | | | | | | | | 68 - Formazione di miscela esplosiva per ingresso di aria nel bariletto | 1.0E-3 | 60 | COK 09: Esplosione interna al bariletto |
| | | | 4.5.2 | Torri di refrigerazione | | Area Non critica | No | 69 - Sversamenti a terra di prodotti caldi e inquinanti durante le operazioni di evacuazione | n.d. | | |
| | | | | | | | No | 70 - Miscela gas/aria per rottura tubazioni disfacimento guardia idraulica | n.d. | | |
| | | | 4.5.3 | Decatratatore | | A: esplosione all'aperto MODERATO | No | 71: Formazione di miscela esplosiva all'interno dell'elettrofiltro | n.d. | 61 | COK 10: Formazione di miscela esplosiva nell'elettrofiltro |
| | | | 4.5.4 | Estrattore | | Area Non critica | No | 72 - Insufficiente aspirazione dei gas con ristagno dei liquidi nei collettori e fuoriuscita dei gas e fiamme dai forni | 1.0E-04 | | |

| UNITA' | | | | | | Risultato Metodo ad indici | Incidenti | TOP EVENT | Frequenza eventi/anno | n° | Scenario | |
|--------------------------------|-----|-------------------------|-------|-----------------------|---------|--|---------------------------------|---|--|--------|----------|---|
| | | | 4.5.5 | Linea gas | 4.5.5.1 | Lavaggio e strippaggio NH ₃ | Area Non critica | No | | | | |
| | | | | | | | | 73 - Fuoriuscita di prodotto all'esterno della colonna di distillazione | n.d. | | | |
| | | | | | 4.5.5.2 | Ossidazione termica | Area Non critica | No | 74 - Formazione miscela esplosiva per spegnimento fiamma pilota del reattore | 1.0E-5 | 62 | COK 11: Miscela esplosiva nel forno |
| | | | | | 4.5.5.3 | Denaftalina ggio | Area Non critica | No | 75 - Formazione di condensazioni indesiderate per temperatura troppo elevata | n.d. | | / |
| | | | 4.5.6 | Circuito catrame | 4.5.6.1 | Decantatore | Area Non critica | No | / | / | | / |
| | | | | | 4.5.6.2 | Polmone | Area Non critica | No | / | / | 63 | COK 12: Incendio di catrame fuoriuscito da serbatoio |
| | | | | | 4.5.6.3 | Tubazione catrame | Area Non critica | Si | / | / | | / |
| | | | | | 4.5.6.4 | Serbatoio stoccaggio darsena | F: incendio ALTO II | No | 76 - Fuoriuscita catrame di cokeria | n.d. | 64 | COK 13: Incendio di catrame fuoriuscito dal serbatoio di stoccaggio |
| | | | | | | | | | | | 65 | COK 14: Dispersione nube tossica |
| | | | | | | | A: esplosione all'aperto ALTO I | | | | | |
| | | | | | 4.5.6.5 | Stazione di pompaggio | Area Non critica | No | 77 - Fuoriuscita catrame di cokeria | n.d. | | / |
| | | | 4.5.7 | Circuito condensabili | 4.5.7.1 | DESOX | Area Non critica | No | / | / | | / |
| | | | | | 4.5.7.2 | DENOX | Area Non critica | No | / | / | | / |
| | | | | | 4.5.7.3 | Defenolaggio | Area Non critica | No | / | / | | / |
| 5. TRENI di LAMINAZIONE | 5.1 | Forno metano | | | | | Area Non critica | No | / | / | | / |
| | 5.2 | Centralina oleodinamica | | | | | Area Non critica | No | / | / | | / |

Tabella 3: Valori limite ISPESL

| | G | F | A | C | T |
|------------|-------------|----------|----------|----------|----------|
| Lieve | 0-20 | 0-2 | 0-10 | 0-1,5 | 0-5 |
| Basso | 20-200 | 2-5 | 10-30 | 1,5-2,5 | 5-10 |
| Moderato | 200-500 | 5-10 | 30-100 | 2,5-4 | 10-15 |
| Alto I | 500-1100 | 10-20 | 100-400 | 4-6 | 15-20 |
| Alto II | 1100-2500 | 20-50 | -- | -- | -- |
| Molto Alto | 2500-12500 | 50-100 | 400-1700 | > 6 | >20 |
| Grave | 12500-65000 | 100-250 | >1700 | -- | -- |
| Gravissimo | > 65000 | >250 | -- | -- | -- |

Tabella 4: Risultati di sintesi applicazione metodo ad indici.

AREA ALTOFORNO

| | | Altoforno | | Depurazione gas a secco | | Depurazione gas a umido | |
|----------|------------------------|-------------------|-----------------|--------------------------------|--------------|--------------------------------|--------------|
| | | Indice compensato | ISPESL | Indice compensato | ISPESL | Indice compensato | ISPESL |
| F | Incendio | 0.001 | Lieve | 0.002 | Lieve | 0.001 | Lieve |
| D | Incendio ed esplosione | 9.242 | - | 11.442 | - | 5.910 | - |
| C | Esplosione confinata | 0.582 | Lieve | 1.051 | Lieve | 0.521 | Lieve |
| A | Esplosione all'aperto | 56.211 | Moderato | 19.912 | Basso | 8.694 | Lieve |
| T | Tossico | 2.644 | Lieve | 2.644 | Lieve | 2.938 | Lieve |
| G | Globale | 18.396 | Lieve | 18.438 | Lieve | 7.120 | Lieve |

| | | Turboespansore | | Cowpers | | Silos macinazione | |
|----------|------------------------|-----------------------|--------------|-------------------|--------------|--------------------------|--------------|
| | | Indice compensato | ISPESL | Indice compensato | ISPESL | Indice compensato | ISPESL |
| F | Incendio | 0.000 | Lieve | 0.003 | Lieve | 1.405 | Lieve |
| D | Incendio ed esplosione | 9.383 | - | 9.569 | - | 1.911 | - |
| C | Esplosione confinata | 0.628 | Lieve | 1.001 | Lieve | 0.511 | Lieve |
| A | Esplosione all'aperto | 2.041 | Lieve | 8.398 | Lieve | 20.106 | Basso |
| T | Tossico | 2.644 | Lieve | 2.644 | Lieve | 0.000 | Lieve |
| G | Globale | 10.387 | Lieve | 19.821 | Lieve | 11.774 | Lieve |

| | | Mulino Macinazione | | Iniezione fossile | | Stock-House | |
|----------|------------------------|---------------------------|-----------------|--------------------------|-------------------|--------------------|--------------|
| | | Indice compensato | ISPESL | Indice compensato | ISPESL | Indice compensato | ISPESL |
| F | Incendio | 0.390 | Lieve | 0.076 | Lieve | 0.323 | Lieve |
| D | Incendio ed esplosione | 3.093 | - | 2.314 | - | 5.964 | - |
| C | Esplosione confinata | 0.812 | Lieve | 0.680 | Lieve | 0.702 | Lieve |
| A | Esplosione all'aperto | 66.556 | Moderato | 740.324 | Molto Alto | 29.385 | Basso |
| T | Tossico | 0.000 | Lieve | 0.000 | Lieve | 0.000 | Lieve |
| G | Globale | 42.901 | Basso | 59.286 | Basso | 36.384 | Basso |

AREA COKERIA

| Sostanza fossile | | | | | |
|-------------------------|------------------------|-------------------|-----------------|-------------------|--------------|
| | | Sili | | Mulino | |
| | | Indice compensato | ISPESL | Indice compensato | ISPESL |
| F | Incendio | 3.036 | Basso | 0.000 | Lieve |
| D | Incendio ed esplosione | 1.797 | - | 2.283 | - |
| C | Esplosione confinata | 0.388 | Lieve | 0.865 | Lieve |
| A | Esplosione all'aperto | 62.399 | Moderato | 0.371 | Lieve |
| T | Tossico | 0.000 | Lieve | 0.000 | Lieve |
| G | Globale | 20.014 | Basso | 2.325 | Lieve |

| Sostanza fossile | | | | | |
|-------------------------|------------------------|------------------------|--------------|-------------------|--------------|
| | | Torre di carica | | Tramoggia | |
| | | Indice compensato | ISPESL | Indice compensato | ISPESL |
| F | Incendio | 0.001 | Lieve | 1.332 | Lieve |
| D | Incendio ed esplosione | 2.810 | - | 8.262 | - |
| C | Esplosione confinata | 0.793 | Lieve | 0.904 | Lieve |
| A | Esplosione all'aperto | 2.127 | Lieve | 21.556 | Basso |
| T | Tossico | 0.000 | Lieve | 0.000 | Lieve |
| G | Globale | 3.028 | Lieve | 88.441 | Basso |

| Sostanza gas | | | | | |
|---------------------|------------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| | | Forni 45 | | Forni 27 | |
| | | Indice compensato | ISPESL | Indice compensato | ISPESL |
| F | Incendio | 0.012 | Lieve | 0.012 | Lieve |
| D | Incendio ed esplosione | 11.230 | - | 10.991 | - |
| C | Esplosione confinata | 0.728 | Lieve | 0.728 | Lieve |
| A | Esplosione all'aperto | 74.827 | Moderato | 47.617 | Moderato |
| T | Tossico | 3.492 | Lieve | 3.492 | Lieve |
| G | Globale | 59.919 | Basso | 49.607 | Basso |

| Sostanza gas | | | | | |
|---------------------|------------------------|---------------------------------|--------------|-------------------|--------------|
| | | Sistema di riscaldamento | | Bariletto | |
| | | Indice compensato | ISPESL | Indice compensato | ISPESL |
| F | Incendio | 0.003 | Lieve | 0.004 | Lieve |
| D | Incendio ed esplosione | 4.541 | - | 17.745 | - |
| C | Esplosione confinata | 0.475 | Lieve | 1.281 | Lieve |
| A | Esplosione all'aperto | 2.111 | Lieve | 0.777 | Lieve |
| T | Tossico | 3.492 | Lieve | 3.492 | Lieve |
| G | Globale | 5.902 | Lieve | 21.432 | Basso |

| Sostanza Gas | | | | | | | |
|--------------|------------------------|-------------------------|--------|-----------------------------|----------|-------------------|--------|
| | | Torre di refrigerazione | | Elettrofiltro decatramatore | | Estrattore | |
| | | Indice compensato | ISPESL | Indice compensato | ISPESL | Indice compensato | ISPESL |
| F | Incendio | 0.064 | Lieve | 0.060 | Lieve | 0.053 | Lieve |
| D | Incendio ed esplosione | 5.492 | - | 30.840 | - | 5.585 | - |
| C | Esplosione confinata | 0.530 | Lieve | 2.599 | Moderato | 0.635 | Lieve |
| A | Esplosione all'aperto | 7.045 | Lieve | 5.381 | Lieve | 3.238 | Lieve |
| T | Tossico | 3.143 | Lieve | 3.929 | Lieve | 3.492 | Lieve |
| G | Globale | 19.148 | Lieve | 129.341 | Basso | 12.339 | Lieve |

| Sostanza Gas | | | | | | | |
|--------------|------------------------|----------------------------|--------|---------------------------|--------|-------------------|--------|
| | | Lavaggio e strippaggio NH3 | | Forno ossidazione termica | | Denaftalinaggio | |
| | | Indice compensato | ISPESL | Indice compensato | ISPESL | Indice compensato | ISPESL |
| F | Incendio | 0.035 | Lieve | 0.008 | Lieve | 0.023 | Lieve |
| D | Incendio ed esplosione | 7.888 | - | 13.963 | - | 5.641 | - |
| C | Esplosione confinata | 0.611 | Lieve | 1.066 | Lieve | 0.611 | Lieve |
| A | Esplosione all'aperto | 6.231 | Lieve | 3.542 | Lieve | 10.593 | Basso |
| T | Tossico | 3.492 | Lieve | 0.446 | Lieve | 3.492 | Lieve |
| G | Globale | 15.328 | Lieve | 23.623 | Basso | 11.236 | Lieve |

| Sostanza catrame | | | | | | | |
|------------------|------------------------|-------------------|--------|-------------------|--------|-------------------|--------|
| | | Decantatori | | Polmoni | | Tubazione catrame | |
| | | Indice compensato | ISPESL | Indice compensato | ISPESL | Indice compensato | ISPESL |
| F | Incendio | 0.025 | Lieve | 0.025 | Lieve | 0.405 | Lieve |
| D | Incendio ed esplosione | 10.157 | - | 11.724 | - | 6.451 | - |
| C | Esplosione confinata | 0.588 | Lieve | 0.588 | Lieve | 0.619 | Lieve |
| A | Esplosione all'aperto | 7.744 | Lieve | 7.744 | Lieve | 26.082 | Basso |
| T | Tossico | 8.568 | Basso | 8.568 | Basso | 8.568 | Basso |
| G | Globale | 21.307 | Basso | 24.595 | Basso | 61.784 | Basso |

| Sostanza catrame | | | | | |
|------------------|------------------------|------------------------------|---------|--------------------|--------|
| | | Serbatoio stoccaggio darsena | | Stazione pompaggio | |
| | | Indice compensato | ISPESL | Indice compensato | ISPESL |
| F | Incendio | 20.237 | Alto II | 0.059 | Lieve |
| D | Incendio ed esplosione | 16.461 | - | 8.476 | - |
| C | Esplosione confinata | 0.658 | Lieve | 0.669 | Lieve |
| A | Esplosione all'aperto | 187.290 | Alto I | 0.149 | Lieve |
| T | Tossico | 8.568 | Basso | 7.711 | Basso |
| G | Globale | 1.078.696 | Alto I | 9.797 | Lieve |

| Sostanza Metano | | | |
|-----------------|------------------------|--------------------|--------|
| | | Forno defenolaggio | |
| | | Indice compensato | ISPESL |
| F | Incendio | 0.002 | Lieve |
| D | Incendio ed esplosione | 6.968 | - |
| C | Esplosione confinata | 1.066 | Lieve |
| A | Esplosione all'aperto | 2.869 | Lieve |
| T | Tossico | 0.402 | Lieve |
| G | Globale | 9.609 | Lieve |

AREA ACCIAIERIA

CONVERTITORI

| | | COV | | Linea Gas | |
|----------|------------------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|
| | | Indice compensato | ISPESL | Indice compensato | ISPESL |
| F | Incendio | 0.015 | Lieve | 0.002 | Lieve |
| D | Incendio ed esplosione | 17.176 | - | 15.020 | - |
| C | Esplosione confinata | 1.192 | Lieve | 1.086 | Lieve |
| A | Esplosione all'aperto | 10.666 | Basso | 27.548 | Basso |
| T | Tossico | 2.379 | Lieve | 2.644 | Lieve |
| G | Globale | 53.979 | Basso | 31.882 | Basso |

| | | Raffredd. Evap. | | Elettrofiltro | | Ventilatore | |
|----------|------------------------|------------------------|-----------------|----------------------|--------------|--------------------|--------------|
| | | Indice compensato | ISPESL | Indice compensato | ISPESL | Indice compensato | ISPESL |
| F | Incendio | 0.072 | Lieve | 0.056 | Lieve | 0.025 | Lieve |
| D | Incendio ed esplosione | 15.098 | - | 32.674 | - | 18.725 | - |
| C | Esplosione confinata | 1.086 | Lieve | 1.654 | Basso | 1.061 | Lieve |
| A | Esplosione all'aperto | 95.960 | Moderato | 15.017 | Basso | 2.030 | Lieve |
| T | Tossico | 2.644 | Lieve | 2.644 | Lieve | 2.644 | Lieve |
| G | Globale | 192.006 | Basso | 181.220 | Basso | 31.059 | Basso |

| | | Torcia | | Stazione a campana | |
|----------|------------------------|-------------------|-----------------|---------------------------|--------------|
| | | Indice compensato | ISPESL | Indice compensato | ISPESL |
| F | Incendio | 0.125 | Lieve | 0.022 | Lieve |
| D | Incendio ed esplosione | 15.180 | - | 13.542 | - |
| C | Esplosione confinata | 1.129 | Lieve | 1.163 | Lieve |
| A | Esplosione all'aperto | 86.452 | Moderato | 2.225 | Lieve |
| T | Tossico | 2.938 | Lieve | 2.644 | Lieve |
| G | Globale | 163.269 | Basso | 21.720 | Basso |

TRATTAMENTI VD, LF CC (*)

| | | Centraline olio | | Ossitaglio | | Linea Gas | |
|----------|------------------------|------------------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|
| | | Indice compensato | ISPESL | Indice compensato | ISPESL | Indice compensato | ISPESL |
| F | Incendio | 0.001 | Lieve | 0.011 | Lieve | 0.004 | Lieve |
| D | Incendio ed esplosione | 7.064 | - | 33.594 | - | 15.066 | - |
| C | Esplosione confinata | 1.386 | Lieve | 2.378 | Basso | 1.160 | Lieve |
| A | Esplosione all'aperto | 0.729 | Lieve | 4.248 | Lieve | 2.988 | Lieve |
| T | Tossico | 0.706 | Lieve | 0.689 | Lieve | 2.644 | Lieve |
| G | Globale | 7.484 | Lieve | 51.829 | Basso | 21.417 | Basso |

| | | Impianto lubrificazione | |
|----------|------------------------|--------------------------------|--------------|
| | | Indice compensato | ISPESL |
| F | Incendio | 0.014 | Lieve |
| D | Incendio ed esplosione | 7.557 | - |
| C | Esplosione confinata | 1.386 | Lieve |
| A | Esplosione all'aperto | 6.141 | Lieve |
| T | Tossico | 0.744 | Lieve |
| G | Globale | 11.582 | Lieve |

| | | Colata continua | | Ossitaglio | | Cannelli ossigeno | |
|----------|------------------------|------------------------|--------------|-------------------|--------------|--------------------------|--------------|
| | | Indice compensato | ISPESL | Indice compensato | ISPESL | Indice compensato | ISPESL |
| F | Incendio | 0.033 | Lieve | 0.057 | Lieve | 0.049 | Lieve |
| D | Incendio ed esplosione | 7.311 | - | 33.594 | - | 22.250 | - |
| C | Esplosione confinata | 1.386 | Lieve | 2.378 | Basso | 2.275 | Basso |
| A | Esplosione all'aperto | 11.668 | Basso | 4.248 | Lieve | 4.667 | Lieve |
| T | Tossico | 0.706 | Lieve | 0.689 | Lieve | 0.689 | Lieve |
| G | Globale | 16.017 | Lieve | 74.368 | Basso | 47.326 | Basso |

(*): Si è effettuata l'analisi per una sola delle 4 colate continue di stabilimento, rappresentativa di problematiche comuni a tutte le altre.

TRENI DI LAMINAZIONE (**)

| | | Forno metano riscaldamento barre | | Impianto lubrificazione | |
|----------|------------------------|---|--------------|--------------------------------|--------------|
| | | Indice compensato | ISPESL | Indice compensato | ISPESL |
| F | Incendio | 0.035 | Lieve | 0.014 | Lieve |
| D | Incendio ed esplosione | 17.150 | - | 7.557 | - |
| C | Esplosione confinata | 1.412 | Lieve | 1.386 | Lieve |
| A | Esplosione all'aperto | 10.132 | Basso | 6.141 | Lieve |
| T | Tossico | 0.402 | Lieve | 0.744 | Lieve |
| G | Globale | 61.976 | Basso | 11.582 | Lieve |

(**): Si è effettuata l'analisi per uno degli impianti di stabilimento, rappresentativo di problematiche comuni a tutti gli altri treni (profilati primari, medio piccolo, ecc.).

AREA RETI GAS

RETE AFO

| | | Gasometro ISE | | Linea gas | | Torcia | |
|----------|------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|--------------|-------------------|-----------------|
| | | Indice compensato | ISPESL | Indice compensato | ISPESL | Indice compensato | ISPESL |
| F | Incendio | 0.095 | Lieve | 0.001 | Lieve | 0.253 | Lieve |
| D | Incendio ed esplosione | 13.847 | - | 9.087 | - | 8.298 | - |
| C | Esplosione confinata | 0.723 | Lieve | 0.554 | Lieve | 0.581 | Lieve |
| A | Esplosione all'aperto | 903.709 | Molto Alto | 14.967 | Basso | 35.614 | Moderato |
| T | Tossico | 2.974 | Lieve | 2.938 | Lieve | 2.644 | Lieve |
| G | Globale | 243.642 | Moderato | 11.574 | Lieve | 80.568 | Basso |

RETE COK

| | | Gasometro Badoni | | Stazione rilancio | |
|----------|------------------------|-------------------------|---------------|--------------------------|--------------|
| | | Indice compensato | ISPESL | Indice compensato | ISPESL |
| F | Incendio | 0.093 | Lieve | 0.008 | Lieve |
| D | Incendio ed esplosione | 10.889 | - | 9.253 | - |
| C | Esplosione confinata | 0.612 | Lieve | 0.601 | Lieve |
| A | Esplosione all'aperto | 272.840 | Alto I | 3.379 | Lieve |
| T | Tossico | 3.929 | Lieve | 3.492 | Lieve |
| G | Globale | 114.383 | Basso | 11.965 | Lieve |

| | | Linea gas | | Torcia | |
|----------|------------------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|
| | | Indice compensato | ISPESL | Indice compensato | ISPESL |
| F | Incendio | 0.001 | Lieve | 0.129 | Lieve |
| D | Incendio ed esplosione | 6.119 | - | 11.953 | - |
| C | Esplosione confinata | 0.465 | Lieve | 0.593 | Lieve |
| A | Esplosione all'aperto | 1.113 | Lieve | 10.339 | Basso |
| T | Tossico | 3.880 | Lieve | 3.492 | Lieve |
| G | Globale | 6.380 | Lieve | 39.655 | Basso |

RETE CH₄

| | | Stazione SNAM | | Linea gas | |
|----------|------------------------|----------------------|--------------|-------------------|--------------|
| | | Indice compensato | ISPESL | Indice compensato | ISPESL |
| F | Incendio | 0.002 | Lieve | 0.001 | Lieve |
| D | Incendio ed esplosione | 5.547 | - | 3.612 | - |
| C | Esplosione confinata | 0.514 | Lieve | 0.366 | Lieve |
| A | Esplosione all'aperto | 0.854 | Lieve | 18.616 | Basso |
| T | Tossico | 0.446 | Lieve | 0.446 | Lieve |
| G | Globale | 5.851 | Lieve | 4.176 | Lieve |

RETE LDG

| | Gasometro Comimp | | Stazione rilancio | | Linea gas valle | |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------|--------------|------------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL | Indice compensato | ISPESL | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0.195 | Lieve | 0.007 | Lieve | 0.007 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 7.792 | - | 10.470 | - | 3.948 | - |
| C Esplosione confinata | 0.482 | Lieve | 0.695 | Lieve | 0.430 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 498.320 | Molto Alto | 5.281 | Lieve | 2.611 | Lieve |
| T Tossico | 2.974 | Lieve | 2.644 | Lieve | 2.644 | Lieve |
| G Globale | 124.555 | Basso | 14.582 | Lieve | 4.761 | Lieve |

| | Linea gas monte | | Linea gas Elettra | |
|---------------------------------|------------------------|--------------|--------------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0.007 | Lieve | 0.003 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 4.694 | - | 8.189 | - |
| C Esplosione confinata | 0.452 | Lieve | 0.680 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 7.854 | Lieve | 16.726 | Basso |
| T Tossico | 2.938 | Lieve | 2.644 | Lieve |
| G Globale | 6.195 | Lieve | 12.326 | Lieve |

RETE O₂

| | Serbatoio acciaieria | | Centralina | |
|---------------------------------|-----------------------------|-----------------|-------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0.027 | Lieve | 0.004 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 8.435 | - | 10.155 | - |
| C Esplosione confinata | 1.542 | Basso | 1.474 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 89.357 | Moderato | 7.444 | Lieve |
| T Tossico | 0.000 | Lieve | 0.000 | Lieve |
| G Globale | 84.132 | Basso | 18.036 | Lieve |

| | Linea gas | | Sigari | |
|---------------------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| | Indice compensato | ISPESL | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0.001 | Lieve | 0.027 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 7.990 | - | 8.435 | - |
| C Esplosione confinata | 1.480 | Lieve | 1.542 | Basso |
| A Esplosione all'aperto | 71.331 | Moderato | 89.357 | Moderato |
| T Tossico | 0.000 | Lieve | 0.000 | Lieve |
| G Globale | 24.365 | Basso | 84.132 | Basso |

1.C.1 Sicurezza dell'impianto

1.C.1.1 Sanità e sicurezza dell'impianto

Si riportano di seguito informazioni e risultati di analisi e valutazioni relative a salute e sicurezza delle tipologie impiantistiche di stabilimento. Si premettono alcune definizioni di riferimento tratte dalla normativa relativa al rischio di incidenti rilevanti per poter discriminare gli eventi significativi.

Per incidente rilevante si intende un evento quale un'immissione, un incendio, un'esplosione di rilievo derivante da sviluppi incontrollati nel corso dell'attività dell'impianto, che dia luogo ad un pericolo grave, immediato o differito, per l'ambiente e per l'uomo all'interno o all'esterno dello stabilimento e che coinvolga una o più sostanze pericolose rientranti nelle tipologie individuate all'Allegato I del D. Lgs. n. 334/99 (art. 3 c. 1 punto f) e nei termini riportati all'Allegato 2 alla Direttiva 501/82/CEE.

Tali criteri comprendono quanto segue:

1. Un'esplosione o un incendio o la fuga improvvisa e incontrollata di una sostanza pericolosa in quantità pari o maggiore del 10% della quantità discriminata ai fini dell'applicazione dell'art. 6;
2. Un incidente che coinvolge una quantità di sostanza pericolosa e che causa:
 - ↳ all'interno del sito, il decesso di almeno tre persone o il ferimento di almeno cinque persone che richiede un trattamento o il ricovero ospedaliero;
 - ↳ al di fuori del sito, il decesso di almeno una persona o la lesione fisica e diretta di almeno cinque persone;
3. Un incidente che coinvolge una sostanza pericolosa che può causare:
 - ↳ **danni permanenti o a lungo termine** all'acqua, al suolo, alla flora e/o alla fauna in un'**area considerevole** di un habitat terrestre, di acque dolci o marine;
 - ↳ notevole contaminazione di falde acquifere, di acque sotterranee o di superficie.

Per **area considerevole** si intende:

- a) dieci ettari di terreno agricolo, area ricreativa o territorio selvatico naturale;
- b) due ettari di terreno incolto, quale vecchio bosco, torbiere alte e di pianura o prato neutro non migliorato;
- c) il 10% o 0,5 ettari (a seconda di quale sia l'estensione minore) di una riserva o parco naturale istituito per legge o di un'altra area specialmente protetta in considerazione del suo valore faunistico o floreale;
- d) un tratto di dieci chilometri di fiume o torrente;
- e) due ettari di ambiente marino o di foce.

Per **danni a lungo termine** si intendono i danni all'ambiente, ivi incluse le acque, il terreno, la flora e la fauna, tali che il ritorno naturale senza intervento dell'uomo ad una situazione simile a quella precedente all'incidente sia improbabile in un periodo di tempo inferiore a:

- a) quattro settimane in caso di acque dolci;
- b) cinque anni, in caso di acque dolci, habitat di foce o marino;
- c) quindici anni in caso di habitat terrestre.
4. Danni a proprietà dovuti a sostanze pericolose e che comportano:
 - ↳ all'interno del sito, perdita della normale occupazione per tre mesi;
 - ↳ al di fuori del sito, perdita della normale occupazione per un mese.
5. Un incidente in cui sono coinvolte sostanze pericolose e che provoca danni considerevoli a siti di interesse storico o archeologico o ad edifici protetti per legge contro trasformazioni intenzionali o danni.

1.C.1.1.1 Problemi noti di sanità e sicurezza generalmente connesso con questo tipo di impianti.

Dal punto di vista degli incidenti rilevanti, i problemi di sanità e sicurezza, stante la tipologia di sostanze e preparati pericolosi presenti all'interno dello stabilimento, che vede essenzialmente la presenza di gas energetici ottenuti come sottoprodotto nelle varie fasi del ciclo produttivo, sono essenzialmente connessi a esplosioni, incendi che si potrebbero avere in caso di rilascio con innesco di tali sostanze o preparati, nonché a problemi di tossicità che si avrebbero in caso di rilascio senza innesco e conseguente dispersione delle stesse.

La tossicità dei gas (CO, AFO, LD) è legata fundamentalmente alla presenza di ossido di carbonio, i cui problemi di tipo sanitario sono ben noti e legati all'assorbimento del gas attraverso le vie respiratorie, che sostituisce l'O₂ dell'emoglobina con formazione di carbossiemoglobina (HbCO). Ciò avviene perché l'affinità del CO per l'emoglobina è di circa 300 volte superiore a quella dell'O₂, ed in seguito a questa azione si viene a determinare uno stato di anossia di tipo anemico, in quanto è diminuita la quantità totale di emoglobina necessaria per il trasporto dell'ossigeno, con effetti di gravità crescente con il livello ed i tempi di esposizione dei soggetti interessati. In relazione all'esposizione ad una nube di ossido di carbonio, si ricordano i limiti di esposizione utilizzati, in caso di rilascio accidentale, che vedono:

- ✓ LC₅₀ (Lethal Concentration): 1807 ppm/4h (ratto), 5000 ppm/5 min. (mammiferi), concentrazione letale per il 50% degli animali trattati;
- ✓ IDLH (Immediate Dangerous to Life or Health): 1200 ppm (NIOSH), concentrazione alla quale non si hanno danni irreversibili).

In relazione alla produzione di catrame di cokeria, è da evidenziare la problematica generale di tossicità dovuta al fatto che è riconosciuto come carcinogeno per l'uomo, oltre al fatto che, in caso di sversamento accidentale, può causare danni ambientali. Dal punto di vista della sicurezza, le problematiche legate al catrame sono da collegare agli effetti che si avrebbero in caso di incendio, che, oltre all'irraggiamento, darebbe luogo ad una nube tossica (per la presenza in composizione di idrocarburi, fenoli, composti eterociclici, composti solforati, ecc.).

Fra le sostanze pericolose, in relazione all'ossigeno gassoso, non sono noti particolari problemi di sanità e sicurezza generalmente connessi con impianti di stoccaggio e distribuzione di ossigeno gassoso. D'altra parte, trattandosi di un comburente, la tipologia di sostanza non comporta di per sé il verificarsi di eventi di tipo esplosione / incendio / rilascio di sostanze tossiche. Le problematiche principali connesse con rilasci accidentali di sostanza sono infatti legate all'aumento della concentrazione di ossigeno atmosferico, che in caso di valori superiori a determinate soglie di attenzione, possono facilitare le condizioni di accensione di materie combustibili e/o infiammabili, con sviluppo di incendi "secondari", ovvero in zone e/o altri impianti non direttamente connessi allo stoccaggio. In merito all'esposizione ad una nube di ossigeno,

- ✓ a concentrazioni $\geq 75\%$ vol di O₂ possono insorgere nei soggetti esposti nausea, vertigini, difficoltà respiratorie e convulsioni;
- ✓ a concentrazioni $\geq 30\%$ vol di O₂ la velocità di combustione (di sostanze combustibili o infiammabili, eventualmente investite dalla nube) raddoppia (inizio letalità).

1.C.1.1.2 Esperienza storica e fonti di informazione relative alla sicurezza di impianti similari, con riferimento alla possibilità di insorgere di incendi, esplosioni ed emissioni di sostanze tossiche ed inquinanti.

L'analisi storica degli incidenti è stata effettuata consultando banche dati per impianti similari e sulla base dello storico degli incidenti di stabilimento. Lo scopo dell'analisi è di consentire la derivazione di informazioni statistiche sui livelli di rischio e sulle tendenze manifestatesi nel tempo.

L'analisi è ovviamente possibile solo per tipi di impianti esistenti da medio - lungo periodo e che hanno generato una casistica incidentale statisticamente significativa. Nel caso di specie, si sono presi a riferimento impianti, esistenti da diversi decenni nei principali paesi industrializzati, in cui si abbia produzione di coke, ghisa, acciaio, nonché impianti interessati a stoccaggi di oli minerali ed al trasporto di gas.

E' tuttavia inevitabile che indagini di questo tipo portino con sé incertezze, dovute alla lacunosità o scarsa chiarezza delle informazioni disponibili dalla consultazione delle banche stesse. E' quindi lecito attendersi più che valori assoluti di probabilità, l'identificazione di linee di tendenza che, in particolare, nel caso delle cokerie, sono confortanti.

Specifiche tipologie impiantistiche, quali l'impianto trattamento fumi di acciaieria, avente tecnologia nuova ed innovativa, con numero di impianti simili nel mondo estremamente ridotto, non sono reperibili dati storici su banche dati. Analoghe conclusioni si devono trarre per l'impianto sperimentale REDSMELT NST, per il quale, per quanto possibile, sono riportati i risultati di analisi della progettista SMS DEMAG.

In Allegato C1.1.2 sono riportate le stampe delle schede di sintesi estratte, suddivise per banca dati consultata e chiave di ricerca.

A completamento del quadro dei possibili incidenti, lì dove presenti, sono stati illustrati i risultati delle informazioni storiche di incidenti occorsi nello stabilimento LUCCHINI di Piombino.

Per ciascuna area, l'attenzione è stata incentrata su quelle attività che comportano lo stoccaggio, il trasporto, l'estrazione, la manipolazione e più in generale l'utilizzo di sostanze pericolose (tossiche o infiammabili); in una breve descrizione sono poi indicati, quando noti, le cause e la meccanica dell'incidente, il tipo delle conseguenze e le eventuali azioni intraprese.

Le aree analizzate sono:

- A. AREA BATTERIE COKERIA E SOTTOPRODOTTI;
- B. AREA ALTOFORNO
- C. RETI DI TRASPORTO GAS E GASOMETRI
- D. AREA LAMINAZIONE
- E. AREA ACCIAERIA

A) AREA BATTERIE COKERIA E SOTTOPRODOTTI

I risultati dell'indagine effettuata sono stati suddivisi nelle aree funzionali:

- area 1: Batteria distillazione carbone fossile;
- area 2: Trattamento gas e sottoprodotti.

AREA 1 BATTERIA DISTILLAZIONE CARBON FOSSILE

Fonte: banca dati internazionale

Gli incidenti avvenuti in impianti di produzione di coke siderurgico non sono molto numerosi, sia per il relativo modesto numero degli impianti esistenti nel mondo, sia per un grado di pericolosità non particolarmente rilevante (in comparazione con impianti che trattino sostanze molto infiammabili o altamente tossiche).

Un elenco degli incidenti di cokeria è riportato in Tabella 5. Per la quasi totalità di essi la documentazione è stata mutuata dai risultati di un'attività della società americana RISK focalizzata sui principali complessi siderurgici degli USA.

Tabella 5: Batteria distillazione fossile, tabella di sintesi degli incidenti storici.

| Data | Sostanza/apparecchiatura | Luogo | Evento | Feriti | Morti |
|------|--------------------------|-------|-----------------------------|--------|-------|
| 1972 | Gas coke | USA | CVE | 0 | 19 |
| 1974 | Pipe forni-gas coke | G | UVCE | 14 | 2 |
| | Pipe forni-metano | G | UVCE | 14 | 2 |
| | Pipe forni-idrogeno | G | UVCE | 14 | 2 |
| 1957 | Gas coke | CAN | CVE | n.d. | n.d. |
| 1983 | Gas coke | USA | CVE | 2 | 0 |
| 1983 | Sfornatrice | USA | Collasso | 0 | 1 |
| n.d. | Sfornatrice | USA | Mancato allineamento | 0 | 0 |
| n.d. | Caricatrice | USA | Collisione | 1 | 0 |
| 1990 | Forni-gas coke | AUS | Rilascio continuo, fireball | 13 | 1 |
| 1993 | Forni -gas coke | UK | Rilascio | n.d. | 0 |

Gli incidenti gravi noti, a tutt'oggi, possono essere suddivisi in due categorie. Alla prima appartengono quelli propriamente attinenti all'impianto, che hanno dato luogo a fenomeni tipo esplosione o incendio. I secondi sono piuttosto inquadrabili come infortuni sul lavoro, dipendenti da cause varie quali anomalie elettriche e meccaniche od errori umani.

L'incidente più grave, in termini di conseguenze, si è verificato nel 1972 (19 morti, danni per 600.000 \$), dovuto all'esplosione di una nube di gas liberatasi in seguito ad una perdita in prossimità dei forni. Una seconda esplosione ebbe luogo poco dopo che la linea principale di alimentazione del gas coke era stata intercettata e bonificata con un flusso di vapore.

NON APPLICABILE all'impianto in esame.

L'incidente avvenuto nell'impianto canadese nel 1957 comportò la fuga di gas COK attraverso una guardia idraulica difettosa (livello dell'acqua insufficiente). La miscela infiammabile si mosse in direzione della sala controllo, dove trovò l'innesco, l'esplosione che ne derivò determinò il danneggiamento dei fabbricati circostanti ed un numero imprecisato di morti e feriti.

APPLICABILE all'impianto in esame.

In un altro incidente, nel 1983, la fuga di gas e la conseguente esplosione furono dovute al disfacimento di una guardia idraulica sulla linea di alimentazione di gas coke alla batteria. La pressione nella tubazione, in condizioni normali di 300 mm di colonna d'acqua, subì un incremento improvviso a causa della impossibilità di liberare l'eccesso di gas attraverso la linea di sfogo.

In tal modo il livello d'acqua nella guardia (86 cm) non risultò più sufficiente a impedire la fuoriuscita di gas e il tentativo di aumentare il battente mediante l'aggiunta di acqua si rivelò inefficace. Non venne invece operata la chiusura delle valvole sulle linee di scarico delle condense, intervento che avrebbe impedito il perdurare del rilascio. L'innesco della nube fu con ogni probabilità provocato dal sistema automatico alimentato elettricamente che comanda le operazioni di inversione dei flussi di aria e di gas nelle batterie ad intervalli prestabiliti.

APPLICABILE all'impianto in esame.

Gli altri incidenti contenuti nella Banca Dati sono tutti stati causati da spostamenti delle macchine sfornatrice e caricatrice che, effettuati senza rispettare le norme di sicurezza prescritte o per insufficienti segnalazioni di tipo acustico o visivo, hanno provocato seri infortuni agli operatori impegnati in lavori di vario tipo sui piani di caricamento o di sfornamento delle batterie.

La lista degli incidenti relativi all'impianto, seppure ridotta, mette in evidenza il pericolo maggiore cui vanno soggette le batterie di forni, cioè la possibilità di formazione di miscele esplosive; la situazione è resa più delicata dalla periodica inversione dei flussi di comburente, combustibile e

fumi, operazione in sé ben regolata dagli automatismi temporizzati, ma assai critica se si pensa che il malfunzionamento di qualche valvola o tampone può determinare la messa in comunicazione di flussi diversi o una combustione anomala con presenza di gas incombusto nelle gallerie di collegamento alla ciminiera di scarico.

Un punto particolarmente debole del sistema è rappresentato dalle guardie idrauliche dislocate lungo la rete di distribuzione per consentire l'evacuazione delle condense. In due incidenti tra quelli individuati mediante l'analisi storica la perdita di gas si è manifestata a questo livello.

Fonte: *archivio storico di stabilimento*

Evento stazione di rilancio gas coke del novembre 2002.

Le informazioni di seguito riportate sono state estratte dal documento "DESCRIZIONE DELL'INCENDIO OCCORSO IN DATA 24.11.2002 SUL VENTILATORE 3 DELLA STAZIONE BOLDROCCHI DI RILANCIO DEL GAS DI COKERIA VERSO LE UTENZE DI STABILIMENTO", Novembre 2002.

Alle ore 20:25 circa del giorno 24.11.2002, l'addetto ai quadri di sala depurazione rilevava dal sinottico l'arresto del ventilatore BOLDROCCHI 3. Avvisava della circostanza il Capo Turno. Insieme al Guardia Rete, questo si portava presso la stazione di rilancio, raggiungendola circa 3 minuti dopo la segnalazione ricevuta. Giunto sul posto, il C.T. rilevava la presenza di un incendio localizzato sul ventilatore BOLDROCCHI 3, con interessamento, in particolare, della sezione più prossima all'aspirazione (lato monte). Le fiamme, seppure circoscritte ad una zona limitata, avevano estensione tale da avvolgere il compressore e le tubazioni circostanti, arrivando a lambire anche la cabina elettrica situata in prossimità dei ventilatori, a cui veniva immediatamente tolta alimentazione elettrica.

In conformità con quanto previsto dal PEI, il C.T. avvisava via radio la Sala Depurazione Gas e i Vigili del Fuoco Interni, informandoli su quanto rilevato.

Per determinare l'estinzione dell'incendio, tramite interruzione del gas di alimento, il personale STS iniziava l'allagamento della Chiusura Idraulica collocata a monte dell'aspirazione della stazione di rilancio. L'allagamento dell'idrica di intercettazione della stazione di rilancio comportava la veicolazione verso la Torcia calda di tutto il gas COK destinato alle utenze situate a valle di tale impianto.

In contemporanea all'allagamento dell'idrica, al fine di mantenere la tubazione in pressione (e scongiurare eventuali ritorni di fiamma), attraverso lo stacco situato a valle dell'idrica citata, veniva immesso nel collettore gas COK tutto l'azoto disponibile in rete. In conseguenza delle misure adottate, l'incendio si estingueva, restando circoscritto al ventilatore BOLDROCCHI 3.

A circa 3-4 minuti dalla segnalazione del C.T., anche i VVF Interni giungevano sul luogo dell'incendio e procedevano al raffreddamento delle tubazioni e delle passerelle investite dall'incendio. Il raffreddamento proseguiva protraendosi anche oltre la definitiva estinzione degli ultimi focolai circostanti il ventilatore BOLDROCCHI 3.

In considerazione di quanto accaduto presso la stazione di rilancio BOLDROCCHI, venivano altresì allagate le due chiusure idriche situate, rispettivamente, sulla linea gas COK di alimento alle Centrali ISE e sulla linea di alimentazione di gas COK verso AFO/4.

Alle ore 23.00, portate a termine le operazioni di isolamento del ventilatore BOLDROCCHI 3 dalla rete gas COK (mediante la chiusura delle apposite valvole installate sulle linee di alimentazione e mandata), veniva svuotata la chiusura idrica situata sulla rete DN1000 a monte della stazione di rilancio.

Alle ore 0.20 del 25.11.2002 venivano svuotate le due chiusure idriche sulle linee di alimentazione verso le Centrali ISE e verso AFO/4. A valle di tale intervento, intorno alle ore 01.00, veniva rimesso in marcia il ventilatore BOLDROCCHI 1, con un carico distribuito massimo dell'ordine di 11000 m³/h.

Concluse le operazioni di estinzione e di raffreddamento delle strutture e dei collettori interessati dall'incendio, ed effettuato l'isolamento del ventilatore interessato dall'evento, veniva iniziata la bonifica con azoto della linea BOLDROCCHI 3. Venivano quindi effettuate le necessarie verifiche circa l'integrità dell'apparecchiatura interessata dall'evento, riscontrando danni consistenti concentrati sulla struttura di supporto del cuscinetto installato sul lato dell'aspirazione.

In seguito agli accertamenti di cui sopra veniva definitivamente realizzata la messa fuori servizio del ventilatore BOLDROCCHI 3 mediante inserimento di una flangia cieca sulla tubazione in aspirazione e si procedeva alla predisposizione di un piano di manutenzione per il ripristino dell'apparecchiatura. A seguito dell'evento, avendo riscontrato che le misure di natura gestionale interessate nelle varie fasi aventi connessione diretta e remota con l'avaria all'origine dell'incendio si sono rivelate idonee sotto il profilo della sicurezza, non si è ritenuto dover apportare delle modifiche a quanto già previsto.

Dal punto di vista impiantistico, è stato progettato e, successivamente realizzato, l'affiancamento alla stazione di un nuovo gruppo di spinta costituito da due ventilatori centrifughi di più moderna concezione (CHICAGO BLOWERS), progetto realizzato nel corso del 2003.

Alla luce dell'indagine condotta, sulla base delle informazioni disponibili sul sito in merito Alle cause esterne, in Tabella 6 è riportata la sintesi delle cause iniziatrici di incidenti ipotizzabili in impianti simili ed indicazione della applicabilità o meno al sito di Piombino.

Tabella 6: Batteria distillazione fossile: cause iniziatrici evidenziate dall'analisi storica.

| TIPO DI IPOTESI | APPLICABILE | NON APPLICABILE |
|--|-------------|-----------------|
| Terremoto | | X |
| Caduta massi | | X |
| Alluvione (anche per rottura tubazioni di grande diametro) | X | |
| Pioggia torrenziale | X | |
| Sovrappressioni accidentali | X | |
| Perdite da piping e tenute | X | |
| Manutenzione senza preventiva bonifica e controllo | X | |
| Anomalo funzionamento della torcia | X | |
| Danneggiamento e indisponibilità dei sistemi di sicurezza | X | |
| Cedimento delle saldature per sovrappressione interna | X | |
| Cedimento di strutture e piping esposti al fuoco | X | |
| inadeguatezza dei condotti di vent | | X |

AREA 2: TRATTAMENTO GAS SOTTOPRODOTTI**Fonte: banca dati internazionale**

La documentazione relativa agli incidenti noti avvenuti in impianti Sottoprodotti di cokeria e recupero benzolo è stata reperita attraverso un'indagine condotta dalla società americana RISK, che ha provveduto a svolgere un'analisi presso i principali complessi siderurgici degli Stati Uniti. Sono di seguito brevemente descritti gli incidenti individuati, con evidenziazione, per quanto possibile, delle cause prossime e remote che ne hanno determinato l'accadimento. Per gli incidenti più significativi sono inoltre sviluppate alcune considerazioni di carattere generale che favoriscono l'esistenza di condizioni critiche e di fattori aggravanti.

Incidente n°1

Aprile 1958.

Descrizione:

Decesso di un operaio per caduta all'interno di un serbatoio in acciaio contenente acqua ammoniacale calda in seguito al cedimento del tetto del serbatoio in prossimità del passo d'uomo dovuto a corrosione.

Cause principali:

1. Alto stato di degrado dell'impianto per mancanza o approssimazione dei controlli manutentivi.
2. Superficialità nell'esame delle condizioni del serbatoio al momento di deciderne la riparazione.
3. Irresponsabilità da parte di chi ha autorizzato l'intervento e scarsa conoscenza dell'impianto da parte degli operatori addetti alla riparazione.

Osservazioni:

Questo tipo di potenziale incidente è latente per tutti i serbatoi contenenti liquidi caldi e soggetti ad evaporazione. La condensazione nella parte alta di prodotti altamente corrosivi (es. soluzioni ammoniacali o acide) ne determinano il degrado, a volte non visibile, ma rilevabile per mezzo di controlli non distruttivi.

Gli effetti, come è accaduto nel caso in esame, sono molto più evidenti nella zona dei boccaporti, attraverso i quali è più facile l'ingresso di aria, che ne accelera l'ossidazione. All'interno dell'area sottoprodotti, particolarmente esposti a questi fenomeni sono i serbatoi di stoccaggio e decantazione catrame, riscaldati con serpentine, dai quali si sviluppano vapori di naftalina che cristallizzando sul tetto si saturano di acqua corrosiva perché ricca in ammoniacale.

APPLICABILE al sito in esame.

Incidente n°2

Descrizione:

Morte di un operaio per ustioni da vapore su tutto il corpo dovuto alla rottura di una tubazione in ghisa, su cui era in corso una riparazione.

Cause principali:

1. Impiego di materiali non idonei al processo (la ghisa non offre sufficiente resistenza a colpi di ariete).
2. Operazioni effettuate su impianti in servizio contenenti fluidi pericolosi o comunque in pressione o ad alta temperatura.
3. Realizzazione di tratti di tubazione in sotterranea o comunque in zone scarsamente accessibili.

Osservazioni:

L'uso del vapore per eliminare l'intasamento di tubazioni contenenti liquidi caldi di condensazione è molto pericoloso, soprattutto in prossimità di accoppiamenti e guarnizioni.

APPLICABILE al sito in esame.

Altri casi

Fuoriuscita e incendio di catrame da un serbatoio durante la riparazione di una serpentina vapore.
APPLICABILE al sito in esame.

Esplosione avvenuta all'interno di un elettrofiltro.
APPLICABILE al sito in esame.

Fonte: archivio storico di stabilimento

Incidente n°1

Incendio su tubazione gas COK

Il giorno 21.11.2001 alle ore 8.00, in prossimità dei lavatori del gas di cokeria, si è verificato un incendio alimentato dal gas COK che fuoriusciva in atmosfera attraverso un foro presente nella parte superiore, non visibile, della tubazione a quota 4-5 m.

Probabilmente l'innesco veniva provocato da scintille derivanti dai lavori presenti nell'area per la demolizione di impianti dismessi.

L'intervento del personale tecnico è consistito nell'immissione di azoto nella tubazione, intercettazione del tratto di tubazione, raffreddamento della tubazione in prossimità dell'incendio mediante getto d'acqua fredda da idranti, accelerazione delle operazioni di spegnimento provvedendo a soffocare le fiamme con materassino di fibra ceramica bagnata ed estintore a polvere. Le operazioni di spegnimento sono durate circa 30 minuti al termine dei quali non sono stati riscontrati danni su cose o persone.

Incidente n°2

Sversamento catrame durante operazione di carico su nave

In data 08.10.2003, intorno alle ore 16.00, durante un'operazione di carico di catrame liquido su nave cisterna attraccata presso la Darsena privata dello Stabilimento LUCCHINI, adiacente al porto industriale di Piombino, si è verificato uno sversamento di catrame di cokeria con quantitativo stimato dell'ordine di 50 l. L'evento è stato causato da una rottura originatasi nel collettore di carico (tratto dalla stazione di pompaggio alla postazione di attacco tubazione flessibile carico nave), ed ha interessato lo specchio d'acqua di mare prospiciente la banchina di attracco. Non appena rilevato l'incidente, è stata tempestivamente arrestata la stazione di pompaggio, avviate azioni di contenimento in prossimità della perdita, anche con l'ausilio di panne galleggianti. Parallelamente alle necessarie azioni di messa in sicurezza è stata tempestivamente avviata la bonifica dello specchio d'acqua, avvalendosi di Ditta e mezzi specializzati.

Alla luce dell'indagine condotta, in Tabella 7 è riportata la sintesi delle cause iniziatrici di incidenti ipotizzabili in impianti simili ed indicazione della applicabilità o meno al sito di Piombino.

Tabella 7: Trattamento gas e sottoprodotti, cause iniziatrici evidenziate dall'analisi storica.

| TIPO DI IPOTESI | APPLICABILE | NON APPLICABILE |
|--|-------------|-----------------|
| Terremoto | | X |
| Caduta massi | | X |
| Alluvione (anche per rottura tubazioni di grande diametro) | X | |
| Pioggia torrenziale | | X |
| Sovrappressioni accidentali | X | |
| Perdite da piping e tenute | X | |

| | | |
|---|---|---|
| Manutenzione senza preventiva bonifica e controllo | X | |
| Sovrariempimenti | X | |
| Utilizzo per fluidi diversi da quelli di progetto | | X |
| Immissione di prodotti fuori specifica | | X |
| Anomalo funzionamento della torcia | | X |
| Collasso gambe per corrosione | X | |
| Danneggiamento e indisponibilità dei sistemi di sicurezza interna | X | |
| Cedimento delle saldature di fondo per sovrappressione | | X |
| Cedimento di strutture e piping esposti al fuoco | X | |
| Inadeguatezza del bacino di contenimento | X | |

B) AREA ALTOFORNO

L'analisi storica effettuata consultando specifiche banche dati non riporta il coinvolgimento di altiforni in incidenti rilevanti. Di seguito sono state raccolte le informazioni relative a incidenti accaduti nel sito di Piombino che hanno portato ad un potenziamento delle protezioni dell'altoforno stesso.

Incidente n°1

Esplosione di gas interna all'altoforno AFO/4 (1992).

Per un errore di un operatore (non osservanza procedura), nel corso di una manutenzione sulla rete, veniva immesso gas COK nella rete gas AFO/Cowpers, che, a causa di trafile, arrivava all'altoforno AFO/4. Il gas, trovato innesco al suo interno, dava luogo ad un'esplosione che provocava la rottura del collettore di uscita verso la sacca a polvere.

Conseguentemente a tale evento, la protezione delle reti è stata ulteriormente aumentata previo inserimento di guardie idrauliche e valvole ad occhiale, al fine di intercettare in maniera più efficace i vari tratti delle tubazioni della rete distribuzione gas in occasione di interventi di manutenzione, all'origine della tipologia incidentale verificatasi.

Incidente n°2

Incendio Torre PAUL WURTH (1993).

Un operatore di una ditta esterna, lavorando con una lampada portatile non AD, causava l'insorgere di un incendio innescando il polverino di fossile alla torre di iniezione fossile nell'altoforno.

Conseguentemente all'evento, sono state adottate procedure di controllo più rigorose per gli interventi nell'area, sia da parte di personale interno che di ditte esterne.

Incidente n°3

Esplosione da perdita sistema di raffreddamento corazza (1994).

A causa di una perdita di acqua da una delle tubiere di raffreddamento (tubiera n. 25) verso il forno, si verificava la dissociazione della stessa con formazione di idrogeno e sua successiva esplosione, che trovava innesco nell'alta temperatura all'interno del forno, con danneggiamento strutturale della zona della tubiera interessata.

Incidente n°4

Esplosione da perdita sistema di raffreddamento (1996).

In concomitanza di un mancato drenaggio di ghisa liquida dal crogiolo, per effetto di un contemporaneo trafileamento di acqua da una tubiera (tubiera n. 16) si verificava un'esplosione, con danneggiamento strutturale di alcune tubiere di raffreddamento.

Incidente n°5

Black-out Maggio 2003.

A causa di un disservizio sulla rete elettrica di stabilimento veniva a mancare l'alimentazione a tutte le utenze elettriche dell'impianto stesso, comprese le soffianti che garantiscono il "vento" necessario per il funzionamento dell'Altoforno. La mancanza improvvisa di vento e quindi di pressione alle tubiere, faceva scendere improvvisamente la carica all'interno del forno, provocando la risalita di prodotti liquidi dal crogiolo all'interno delle tubiere. Questo fenomeno determinava l'intasamento tutti i "complessi vento" che provvedono all'erogazione dell'aria nell'altoforno, sin dentro il toro di distribuzione (tubiere, portavento e maniche a vento). In occasione del disservizio elettrico, le sicurezze presenti dell'impianto garantivano la continuità di alimentazione dei circuiti di raffreddamento, la chiusura di emergenza delle valvole del gas dei Cowpers e la continuità di alimentazione dei calcolatori di processo, scongiurando il verificarsi di ulteriori conseguenze.

Conseguentemente, a valle di una serie di indagini finalizzate alla determinazione delle cause che avevano portato alla perdita dell'anello elettrico privilegiato di stabilimento, venivano ulteriormente razionalizzate le utenze ad esso collegate e le protezioni per il distacco dello stesso dalla rete esterna, onde garantirne il funzionamento in caso di black out sulla rete esterna non privilegiata.

Incidente n°6

Black-out nazionale Settembre 2003.

Nell'occasione dell'evento, l'anello privilegiato di stabilimento, alimentato dalla locale centrale elettrica CET2 della ISE, ha funzionato regolarmente, mantenendo in servizio tutte le utenze privilegiate di stabilimento previste. Ciononostante, la soffiante n°2, in quel momento alimentata dall'anello privilegiato, dopo circa 8 minuti di regolare funzionamento dal black out, andava in blocco a causa di un problema di eccitazione del motore sincro di trascinamento.

Essendo già il forno in condizioni di vento dimezzato, causa la procedura di fermata non programmata in corso, nonostante la perdita della soffiante, non si avevano ripercussioni su nessuna delle sezioni d'impianto, differentemente dall'evento precedente.

C) RETI DI TRASPORTO GAS E GASOMETRI

I risultati dell'indagine effettuata sono stati suddivisi nelle aree funzionali:

- RETI TRASPORTO GAS
- GASOMETRI

RETI DI TRASPORTO GAS

Fonte: banca dati internazionale

Relativamente alla distribuzione gas, le indagini storiche mediante la consultazione di banche dati e dell'archivio di stabilimento, solo per alcuni degli incidenti avvenuti in tubazioni di trasporto gas è stato possibile individuare le cause che ne hanno determinato l'occorrenza, sia per la scarsità di informazioni a tale proposito disponibili, sia per l'oggettiva difficoltà di stabilire quali elementi abbiano effettivamente dato origine allo sviluppo delle catene incidentali.

Dall'analisi delle informazioni storiche sono stati estrapolati alcuni scenari incidentali e, per ciascuno di essi, è stata valutata la applicabilità o meno al sito di Piombino.

- a) Perdita di gas che ha dato poi luogo ad un'esplosione prodotta a seguito della presenza di fenomeni corrosivi che hanno interessato un tratto di tubazione.
APPLICABILE al sito di Piombino.
- b) Perdita di gas avvenuta a causa di errori operativi commessi in fase di esecuzione di lavori di riparazione.
APPLICABILE al sito di Piombino.
- c) Cedimento di un tronco di tubazione situato a valle di una valvola di riduzione di pressione, rimasta in posizione di apertura per congelamento, e perciò sottoposto ad una pressione superiore a quella di progetto.
NON APPLICABILE al sito di Piombino (sostanze e condizioni di trasporto gas).
- d) Rilascio di gas avvenuto attraverso valvola di sicurezza a causa della mancata richiusura della stessa dopo un intervento.
APPLICABILE al sito di Piombino.
- e) Rottura dovuta ad un errore nel corso di operazioni di riparazione/manutenzione.
APPLICABILE al sito di Piombino.

Dall'analisi delle conseguenze occorse, si nota come, nella maggior parte dei casi, il rilascio del gas è seguito da esplosione (innesco ritardato della nube di gas formatasi) oppure da un incendio (innesco immediato in prossimità della perdita). Non si possono tuttavia trarre indicazioni statisticamente significative sulla probabilità dei vari eventi in quanto molti casi di piccole fughe di gas con sola dispersione e mancanza di innesco non sempre vengono segnalati.

Fonte: archivio storico di stabilimento

Anomalia torcia gas AFO

Le informazioni di seguito riportate sono state estratte dal documento "ANOMALIA OCCORSA IN DATA 26.04.2003 SUL MECCANISMO DI REGOLAZIONE DELLA CANDELA DI SFIORO DELLA RETE DI DISTRIBUZIONE GAS AFO DELLO STABILIMENTO", Maggio 2003 e successivi verbali allegati al SGS di stabilimento.

Alle ore 01:11' del 26.04.2003, per cause esterne, il Turbogas della CET3 della ISE andava in blocco. A seguito del blocco, sulla rete gas AFO veniva a mancare l'assorbimento di una grossa quantità di gas, con conseguente aumento del livello del gasometro, che raggiungeva la soglia di intervento della Torcia di sfioro installata sulla rete stessa.

Durante tale operazione si verificava un'alterazione della funzionalità del meccanismo di apertura della "torcia grande" e l'innesco di anomalie e di un transitorio sulla rete: infatti dopo un funzionamento regolare durato circa 4,5 h, a causa di un probabile surriscaldamento della struttura del "bicchiere" installato sulla testa della torcia grande, il sostegno del meccanismo di azionamento del piattello della torcia subiva una modifica della geometria che comportava la riduzione del grado di apertura del piattello e, di conseguenza, la riduzione della quantità di gas sfiatato in modalità "regolazione", con degrado della funzionalità operativa della torcia stessa. L'evento non determinava danni a persone o cose.

Conseguentemente, è stato attuato un intervento di ripristino del sistema di apertura della torcia, con recupero della piena funzionalità della stessa.

GASOMETRI

Per quanto riguarda gli incidenti che hanno interessato i gasometri, informazioni relative agli incidenti avvenuti nel periodo 1900 ÷ 1997 in varie parti del mondo sono state ottenute attraverso varie banche dati internazionali.

Il quadro storico degli incidenti riferiti a gasometri è stato estratto dalle banche dati internazionali:

- MHIDAS (Major Hazard Incident DATA Service) sviluppata dal MHAU (Major Hazards Assessment Unit), facente parte del HSE del Regno Unito;
- FACTS (Failure and Accidents Technical information System) sviluppata dal TNO Department of Industrial Safety Olandese;

Analogamente a quanto fatto per le reti di distribuzione gas, dall'analisi critica degli eventi incidentali è stato possibile effettuare l'aggregazione degli scenari disponibili in una sorta di eventi "prototipo" la cui dinamica è apparsa riconducibile a eventi di valenza generale; di questi è stata valutata l'applicabilità al sito di Piombino.

- a) Esplosione di un gasometro per formazione di miscela esplosiva al suo interno nel corso di lavori di riparazione. La presenza di gas può essere dovuta alla imperfetta tenuta delle valvole sui condotti collegati con la rete di distribuzione gas o a una insufficiente bonifica effettuata dopo la messa fuori servizio temporanea del gasometro stesso.
APPLICABILE al sito di Piombino.
- b) Incendio in prossimità (qualche metro) di un gasometro ad acqua, con contatto diretto di fiamma, che determina l'innalzamento del pistone fino al suo massimo livello, conseguente innalzamento eccessivo della pressione del gas all'interno del gasometro a causa dell'irraggiamento, mancata tenuta ad acqua con fuoriuscita di gas all'esterno. La presenza di innesco immediato genera fiamme di alcuni metri dal gasometro verso l'atmosfera fino allo svuotamento del gasometro stesso.
NON APPLICABILE al sito di Piombino (assenza di gasometri di tale tipologia).
- c) Gasometro ad acqua. Evoluzione dell'incidente analoga a quella del caso precedente, con innesco dell'incendio ad opera di un fulmine che colpisce il tetto del gasometro (nel caso storicamente accaduto, la lunghezza di fiamma raggiunse i 75 m; il calore fu percepibile fino a 800 m di distanza).
APPLICABILE al sito di Piombino.
- d) Nel caso di un gasometro di tipo telescopico, ad acqua, danneggiamento del pistone e/o della guida durante un'operazione di sollevamento o abbassamento della campana. Si verifica il disfacimento della tenute idraulica e la fuoriuscita di gas con innesco immediato di quest'ultimo.
NON APPLICABILE al sito di Piombino.
- e) Cedimento di parte del tetto di un gasometro durante operazioni di controllo. Abbassamento del pistone (ovvero rottura della membrana) e fuoriuscita del gas che si incendia all'atmosfera. Probabile innesco dovuto all'attrito del pistone sulle guide durante la discesa.
APPLICABILE al sito di Piombino.
- f) Durante il riempimento di un gasometro ad acqua, il pistone venne sbalzato via a causa di un'esplosione avvenuta nelle immediate vicinanze. Il gas rilasciato si incendia in atmosfera.

NON APPLICABILE al sito di Piombino.

- g) In un gasometro, fuori servizio, non correttamente messo in sicurezza, si crea miscela esplosiva. In seguito all'innesco (p.es. dovuto a operazioni di saldatura, o attriti) si genera un'esplosione all'interno del gasometro.
APPLICABILE al sito di Piombino.

In relazione ad eventi molto recenti di incidenti su gasometri, evidentemente non ancora integrati nelle banche dati internazionali, appare necessario citare l'incidente al gasometro gas COK dello stabilimento di Tokai Mura, in Giappone, occorso il 09.03.2003 alle 19.40. Le informazioni reperite sono state tratte da comunicati ufficiali rilasciate ai media e riferiscono di circa 15 lavoratori feriti a causa di un'esplosione con conseguente rilascio del gas e incendio.

L'analisi storica ha evidenziato le cause iniziatrici elencate in Tabella 8, per ciascuna di esse è stata valutata la applicabilità o meno al sito di Piombino.

Tabella 8: Gasometri, cause iniziatrici evidenziate dall'analisi storica.

| TIPO DI IPOTESI | APPLICABILE | NON APPLICABILE |
|---|-------------|-----------------|
| Terremoto | | X |
| Cadute massi | | X |
| Alluvione (anche per rottura tubazioni grande ϕ) | X | |
| Pioggia torrenziale | | X |
| Sovrapressioni accidentali | X | |
| Perdite de piping e tenute | X | |
| Manutenzione senza preventiva bonifica e controllo | X | |
| Anomalo funzionamento della torcia | X | |
| Danneggiamento e indisponibilità dei sistemi di sicurezza | X | |
| Cedimento delle saldature per sovrappressione interne | X | |
| Cedimento di strutture e piping esposti al fuoco | X | |
| Inadeguatezza dei condotti di vent | X | |
| Sovrariempimenti | X | |
| Perforazione tetto in fase di salita | X | |
| Sabotaggio, attentato | X | |

Le sorgenti di innesco identificate sono le seguenti:

- fulminazione
- scintille da attrito (tra pistone e guida durante il riempimento e o svuotamento del gasometro)
- presenza di fiamme libere (forni, torce).
- particelle di coke incandescente trascinato dal vento
- sigarette accese
- operazioni di saldatura.

Lo spettro delle conseguenze è molto vasto: incendio, esplosione interna (confinata, CVE) od esterna (non confinata, UVCE) al gasometro, intossicazione, collasso del gasometro. Date le considerevoli quantità di sostanze infiammabili in gioco gli effetti sono stati in taluni casi disastrosi:

- gasometro completamente distrutto, 5 fabbricati industriali danneggiati, 2 morti e più di 40 feriti;
- due gasometri andati quasi completamente distrutti, 18 morti e 23 feriti;
- due gasometri totalmente distrutti, danni consistenti ai fabbricati vicini, 1 morto;
- esplosione all'interno di un gasometro e coinvolgimento di due altri per proiezione di frammenti, danneggiamento dei fabbricati vicini, 28 morti e alcune centinaia di feriti.

Fonte: archivio storico di stabilimento

Incidente n°1

Incidente occorso il 10.09.2001 al gasometro AFO di stabilimento.

Le informazioni di seguito riportate sono state estratte dal documento “DESCRIZIONE EVENTO OCCORSO IN DATA 10.09.2001 AL GASOMETRO AFO OPERANTE ALL'INTERNO DELLO STABILIMENTO LUCCHINI DI PIOMBINO”, Novembre 2002 e successivi verbali allegati al SGS di stabilimento.

Il 10.09.2001, alle ore 14.50 circa, mentre il gasometro AFO stava operando a circa il 55% del volume max. (23000 m³), in sala controllo scattava l'allarme di Bassa Pressione Gas e, contemporaneamente, entrava in avaria uno dei sensori del sistema dei misuratori di livello radar che rilevano le posizioni del pistone all'interno del gasometro.

Pressoché contemporaneamente scattava anche l'allarme del sistema di rivelazione fughe di gas tossico, attivato da rivelatori collocati nella parte alta del gasometro stesso. A seguito della rapida depressurizzazione interveniva la valvola a farfalla, che, pressoché istantaneamente, bloccava il flusso di massa tra il gasometro e la rete che, da quel momento, andava in regolazione di pressione con le protezioni intrinseche.

Gli operatori, muniti di rivelatori portatili di gas (setti su valori 30 e 50 ppm di CO), si muovevano verso il gasometro allo scopo di verificare quanto accaduto.

Giunti all'interno del recinto da direzione SUD senza nessun allarme dei rivelatori durante il tragitto, utilizzando un manometro ad U, prendevano atto della effettiva caduta di pressione all'interno della campana e procedevano al completamento della messa in sicurezza del gasometro tramite l'allagamento dell'idrica per l'isolamento della rete gas AFO e, successivamente, alla chiusura della valvola ad occhiale che intercettava meccanicamente e definitivamente il gasometro dal resto del circuito.

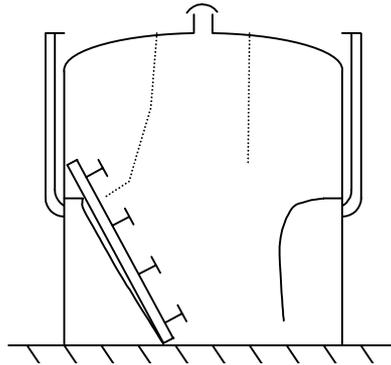
Intorno alle ore 16.00 veniva attivata (e lasciata attiva per tre giorni) l'iniezione di una portata di 3000/4000 m³/h di azoto nel gasometro che, senza incrementi di pressione, si traduceva in una progressiva bonifica dell'atmosfera all'interno della campana.

In attesa di completare la bonifica per l'accesso in sicurezza all'interno del gasometro, venivano aperti i passi d'uomo e le porte di accesso inferiori e intermedie, dalle quali era possibile prendere visione della situazione all'interno della campana gasometrica (si veda anche lo schema riportato in Figura 26).

Ricostruzione evento incidentale

La ricostruzione di quanto accaduto ha portato a stabilire quanto segue. A valle di una fase di relativamente regolare esercizio della rete AFO durante la quale le due caldaie della CET2 ISE assorbivano approssimativamente 210.000 m³/h di gas, la CET3, che nel corso della mattinata aveva sperimentato un blocco, intorno alle ore 14.30 attivava le procedure di ripartenza, assorbendo progressivamente dalla rete gas AFO una portata di circa 20000 m³/h per la miscelazione, che andavano a sommarsi agli assorbimenti della CET2, dei riscaldi della cokeria (stimati nell'ordine di 20000 m³/h), ed a quelli ciclici dei Cowpers.

Figura 26: Situazione rilevata all'interno del gasometro con osservazione dalle aperture esterne.



In conseguenza di quanto sopra, il livello del gasometro subiva una progressiva riduzione (come emerge dall'analisi delle curve dei tre trasduttori radar all'interno dell'intervallo individuato), in fondo alla quale, alle ore 14.50 circa, quando il volume aveva raggiunto approssimativamente il valore di 23000 m³, uno dei trasduttori radar andava in avaria mentre gli altri due mantenevano un segnale costante.

Contemporaneamente il valore della pressione interna del gasometro scendeva da circa 530 mm a qualche mm di colonna d'acqua con analogo comportamento della pressione nel collettore. In relazione al brusco abbassamento della pressione interna del gasometro, il PLC del sistema faceva intervenire il blocco di chiusura della valvola a tampone (testimoniato dai repentini picchi di pressione registrati subito dopo nel collettore), ed in sala fluidi scattavano gli allarmi relativi a bassissima pressione nel gasometro ed a presenza di gas tossico nell'area monitorata. L'operatore in turno, stante la contrastante combinazione dei segnali di pressione e di livello, tentava il riarmo della valvola a tampone. A seguito di tale tentativo, permanendo la causa di blocco, la valvola si richiudeva. L'operatore ripeteva ancora una volta tale manovra e, vistone l'insuccesso, contattava via cellulare il tecnico STS/AUS in turno.

Il tecnico STS/AUS, accompagnato da un collaboratore, munito di rivelatore portatile si recava verso il gasometro; allo scopo di accelerare i tempi, entrava nel recinto dall'accesso lato Sud (area ISE). Durante l'avvicinamento, il rivelatore non segnalava presenza di gas sul percorso. Giunto in prossimità delle scale di accesso alle valvole di intercettazione del collettore di connessione del gasometro alla rete AFO, notando sul selciato una cospicua macchia d'olio, comunicava alla sala fluidi quanto osservato, richiedendo l'intervento dell'addetto "Guardia Rete", e procedeva verso la cabina contenente il quadro di alimentazione, il PLC ed i quadri di comando locale.

Nessuno dei rivelatori fissi a terra visibili durante il tragitto di avvicinamento alla cabina (quello in prossimità delle valvole di intercettazione, quello in prossimità della cabina e quello verso Nord zona AFO) risultava in allarme.

Una volta all'interno della cabina, tramite il video di supporto, il tecnico STS/AUS prendeva visione dello stato dei blocchi e degli allarmi e accertava che in allarme gas erano i sensori interni e quello all'uscita del duomo di sfiato superiore del gasometro.

L'operatore Guardia Rete intervenuto sul posto, sulla base del segnale di livello ancora fissato al valore di circa 23 m e del permanere dell'indicazione di bassa pressione nel gasometro, essendo dalla cabina locale inibita la possibilità di aprire la valvola a tampone con tali condizioni di blocco, tramite l'interfono invitava l'operatore in sala fluidi a procedere ad un ulteriore tentativo di apertura della valvola. Tale manovra non aveva esito dissimile da quelle precedenti. Pertanto, onde verificare

il corretto funzionamento dell'indicatore di pressione, tramite il bocchello fisso lato mare/Sud si procedeva a connettere al gasometro un manometro ad U che confermava la circostanza che all'interno del recipiente vi era una pressione relativa di solo qualche mm di c.a.

Stante quanto sopra, si decideva di procedere all'immissione di azoto all'interno del mantello. Aprendo la valvola di intercettazione generale situata sull'arrivo della linea principale dello stabilimento, l'azoto veniva immesso dalla parte inferiore del gasometro tramite i distributori già aperti collocati sul collettore (toro) esterno di erogazione.

Tra le ore 15.30 e le ore 15.40 sotto la guida del capoturno depurazione gas veniva iniziato l'allagamento della valvola idraulica; alle ore 16.00 (arrivo sul posto del responsabile esercizio e distribuzione energie) tale operazione risultava completata e con ciò il gasometro definitivamente isolato dalla rete gas AFO.

A valle di tale intervento, con gasometro isolato, allo scopo di evitare possibili fonti di innesco, veniva disalimentata la cabina quadri elettrici. La mattina successiva l'alimentazione veniva temporaneamente riattivata per consentire la chiusura della valvola ad occhiale.

L'iniezione di azoto (con portata di 3000÷4000 m³/h), già avviata nel primo pomeriggio, veniva lasciata attiva con tutte le valvole di distribuzione aperte fino alla mattina del giorno 12.09.2002; successivamente, nel pomeriggio, per favorire l'eliminazione di sacche di gas AFO eventualmente ancora presenti, si passava ad un flussaggio alternato con metà valvole ciclicamente aperte (in modo da produrre maggiori velocità locali di efflusso). Tale flussaggio veniva mantenuto fino al giorno seguente quando, a valle della verifica di salubrità dell'atmosfera e previa installazione di un ventilatore, si procedeva alla prima apertura con ispezione visiva dall'esterno, mentre la prima ispezione interna del gasometro veniva effettuata nella giornata successiva (14.09.2002).

Incidente n°2

Degrado sistema di tenuta gasometro BADONI.

In data 23.08.2002 si verificava un marcato aumento del trafilamento di olio dalle tenute del pistone del gasometro del gas COK. Ciò comportava la marcia continua prima di due, poi di tre e infine di tutte e quattro le pompe dell'olio che alimentano tali tenute. Al verificarsi dell'evento, il gasometro veniva tempestivamente intercettato dalla rete alle 12.10 dello stesso giorno al fine di permettere i lavaggi con azoto per il successivo intervento di ispezione e manutenzione del pistone, che portava alla sostituzione della tela in bagno d'olio che garantisce la tenuta del pistone.

Le manovre di emergenza realizzate non hanno comportato fuoriuscita di gas di cokeria, con assenza di rilevazione dagli apparecchi posizionati nell'area, in quanto l'olio pompato è stato sufficiente a garantire la tenuta fino al termine della fase di bonifica. La rete gas COK, in tale frangente, veniva gestita con la sola candela per lo sfioro del gas in esubero non consumato dalle utenze di stabilimento e dalle centrali elettriche.

D) AREA LAMINAZIONE

L'analisi storica effettuata consultando specifiche banche dati, non riporta il coinvolgimento di impianti di laminazione in incidenti rilevanti. Di seguito sono state raccolte le informazioni relative ad incidenti accaduti in stabilimento, di tipologia riconducibile esclusivamente ad incendi, non aventi comunque il carattere di incidente rilevante, che hanno portato, laddove applicabile, alla modifica del sistema di lubrificazione, eliminando la presenza di materiale combustibile, e del livello di protezione delle aree rispetto alla vulnerabilità agli incendi.

In tale ottica, è in corso di realizzazione un esteso intervento di protezione delle vie cavi e delle centrali oleodinamiche con impianti di rivelazione e spegnimento sprinkler.

Fonte: archivio storico di stabilimento**Incidente n°1**

Incendio Placca di Marcatura TSB (Luglio 1999).

L'incendio si è sviluppato nel vano sottostante il piano di raffreddamento del TSB, chiamato “placca di marcatura”, per la presenza di olio e grasso in sospensione sull'acqua del flushing in situazione anomala di alto livello, appena dopo la fine laminazione sulla stessa linea, con la placca piena di tondi incandescenti.

Nell'occasione, nonostante il tempestivo intervento dei VVF interni, si richiedeva necessario l'intervento dei VVF del Distaccamento di Piombino. L'incendio provocava la formazione di una consistente nube di fumo. Gli ingenti danni agli impianti di distribuzione elettrica hanno comportato diversi giorni di fermo impianto, a causa dei danneggiamenti legati all'alta temperatura ai camminamenti e alle strutture della placca.

A valle del ripristino del corretto funzionamento del flushing, è stato predisposto un piano di pulizia periodica della placca, che prevede il completo svuotamento della stessa prima del passaggio sull'altra linea.

Incidente n°2

Incendio Sega 1 treno rotaie (Gennaio 2001).

L'incendio, sviluppatosi nel vano della sega e poi estesosi nella via cavi sottostante alla sega a caldo n. 1 del treno rotaie, ha interessato circa 100 kg del grasso utilizzato come lubrificante dei pattini di scorrimento della sega stessa, probabilmente innescato dalle proiezioni incandescenti che si hanno durante il taglio. L'incendio è stato spento mediante uso degli estintori in dotazione al reparto. Il propagarsi delle fiamme lungo la via cavi ha determinato il disservizio dell'intero impianto e il fermo impianto di alcuni giorni.

Allo scopo di prevenire l'evento, in reparto si è provveduto alla predisposizione ed attuazione di un piano di pulizia dei vani delle seghe ad intervalli regolari che, tuttavia, ha dato risultati non soddisfacenti. A valle di un periodo di sperimentazione protrattosi Nel corso del 2002, è stato adottato un nuovo materiale per i pattini di scorrimento, che non necessita di grasso di lubrificazione, di fatto eliminando la presenza del materiale combustibile che aveva contribuito al verificarsi dell'evento.

Incidente n°3

Incendio cesoia TSB (Settembre 2002).

L'incendio si è generato in zona sega 2 TSB, sempre a causa dell'innescò di grasso lubrificante delle slitte, e probabilmente anche di qualche perdita dal sistema di lubrificazione della via a rulli. L'incendio si è propagato al vano sottostante tramite alcune aperture per passaggio di conduit elettrici, estendendosi fino al locale che ospita alcune centraline oleodinamiche nel tunnel sottostante la cesoia TSB. L'incendio è stato spento con l'intervento dei pompieri di stabilimento. I danni alla distribuzione elettrica hanno comportato diversi giorni di fermo impianto.

A seguito dell'evento, è stato provveduto al tamponamento di tutti gli attraversamenti dei conduit ai locali delle centraline. Nel 2003 è stata eliminata la lubrificazione con grasso a perdere delle seghe a caldo, sostituita con diverso sistema di lubrificazione.

E) AREA ACCIAIERIA

La tipologia impiantistica (impianto trattamento fumi primari) in area convertitori, di limitata diffusione nel mondo, nonché la tipologia incidentale attesa in area trattamenti e colate continue, non implicante incidenti a rischio rilevante, non ha portato all'individuazione, nelle banche dati consultate, ad eventi simili.

Fonte: archivio storico di stabilimento

Incidente su elettrofiltro trattamento fumi di acciaieria.

Le informazioni di seguito riportate sono state estratte dal documento “DESCRIZIONE DELL’EVENTO DI PRESSURIZZAZIONE OCCORSO IN DATA 06.02.2002 NELL’ELETTROFILTRO 1 DELL’IMPIANTO ASPIRAZIONE FUMI PRIMARI DELL’ACCIAIERIA DELLO STABILIMENTO LUCCHINI DI PIOMBINO”, Marzo 2002 e successivi verbali di riunione al SGS di stabilimento.

Nel corso di un ciclo di soffiaggio, avviato nel Convertitore 1 intorno alle ore 22:21 del 06.02.2002, a causa di problemi di marcia del reparto, alle ore 22:30 circa, quando l’insufflaggio di O₂ aveva raggiunto approssimativamente 2900 Nm³, veniva richiesta, da programmazione d’area, l’interruzione del processo. Chiusa la valvola di immissione dell’ossigeno, l’operatore procedeva all’estrazione della lancia ed all’innalzamento della gonna di tenuta, mettendo l’impianto in condizioni di stand-by.

Il convertitore rimaneva in attesa per circa 1 h, fino a quando, intorno alle ore 23:25.30” si riprendeva la sequenza di soffiaggio. Constatata la difficoltà (peraltro attesa) di riaccensione del bagno, alle ore 23:26, allo scopo di favorire l’innesco, l’operatore scaricava nel COV1 circa 630 kg di coke, precedentemente preparato nella tramoggia degli additivi lato Campiglia, e, dopo una ulteriore attesa di circa 90” cominciava ad abbassare la gonna.

Permanendo una situazione di incerto innesco della carica, procedeva lentamente nella chiusura della luce alla bocca del forno, completando l’operazione alle ore 23:28.46”. Alle ore 23:29.56” il sistema di supervisione dell’impianto di aspirazione fumi registrava un incremento repentino della pressione in cappa. Tale evento era stato generato da un’esplosione avvenuta all’interno dell’elettrofiltro installato sulla sezione terminale dell’impianto, comportando l’intervento dei portelloni antiesplorazione montati a protezione dell’integrità dell’apparecchiatura.

L’esplosione risultava determinata dall’innesco, all’interno dell’elettrofiltro, della miscela formatasi per combinazione dei fumi ricchi in CO generati a seguito dell’accensione del bagno, con la miscela transitata nel circuito in precedenza, ricca in ossigeno a causa del mancato avvio della conversione nel forno (causa immediata). Stante il moto pressoché a pistone del fluido nell’impianto, causa remota dell’evento veniva determinata nella mancata realizzazione di un adeguato “cuscin” di schermatura di CO₂ tra miscela comburente e gas infiammabile.

In conseguenza dell’evento ed a seguito dell’apertura dei portelloni antiscoppio, a bordo dell’elettrofiltro si verificava un innesco di incendio alla bocca dei portelli di sfiato lato Piombino. Tale fenomeno rimaneva di dimensioni contenute, comportando effetti termici modesti sull’ambiente circostante con conseguenze materiali limitate alla combustione dei cavi presenti nelle immediate vicinanze, in corrispondenza del cavedio collocato sulla verticale degli stessi portelli.

Effetti modesti, consistenti nell’incrinatura e rottura di alcuni vetri, hanno interessato edifici immediatamente adiacenti l’elettrofiltro all’interno dello stabilimento (capannone CC2, Bricchettaggio, Sala analizzatore COV1, palazzina ex Direzione Qualità) entro una distanza dell’ordine di 40 m dalle valvole di sfiato intervenute durante l’evento.

In seguito al transitorio sopra descritto, il soffiaggio veniva interrotto, per essere poi ripreso, previa verifica preliminare di integrità delle apparecchiature da parte del personale addetto all’impianto,

alle ore 02.58 del giorno 07.02.2002. Concluso regolarmente il soffiaggio e terminata la colata dell'acciaio prodotto, il personale metteva l'impianto in stand-by e si attivava per la predisposizione e l'attuazione di un dettagliato piano di verifica.

A seguito di ciò veniva effettuato il ripristino dei cavi interessati dall'incendio e, contestualmente, attivata una campagna di ispezione sulle apparecchiature e sui collettori dell'impianto, con particolare riferimento alle zone con variazione di sezione o direzione ed a quelle interessate da aperture flangiate o comunque potenzialmente critiche dal punto di vista della tenuta all'ingresso d'aria (passi d'uomo, scarichi polveri, ecc.). Con l'intervento di una ditta specializzata si procedeva inoltre nelle verifiche di integrità e funzionalità del ventilatore.

1.C.1.2 Reazioni incontrollate

1.C.1.2.1 Reazioni fortemente esotermiche e/o difficili da controllare a causa dell'elevata velocità di reazione specificando le condizioni alle quali esse si verificano, nonché i sistemi predisposti per controllarle.

I procedimenti ed i processi facenti parte del ciclo produttivo dello stabilimento, per la loro natura e tipologia non comportano reazioni fortemente esotermiche con elevate velocità di reazione, e/o reazioni difficili da controllare.

Un fenomeno assimilabile a reazione fortemente esotermica è quello dello "slopping", che si può verificare in convertitore durante la fase di soffiaggio (punto 27 §14 Prot. 7441).

Il fenomeno dipende dalla qualità del rottame caricato insieme alla ghisa nel convertitore, che può dar luogo a fenomeni fortemente reattivi negli strati superficiali del bagno fuso all'interno del convertitore, con possibili proiezioni di acciaio fuso e scoria sulla gonna di tenuta dello stesso, ed eccessiva fumosità del ciclo di soffiaggio. Il fenomeno non dà luogo alla produzione di sostanze secondarie, ma genera transitori di oscillazione di pressione che perturbano il funzionamento dell'impianto di aspirazione e trattamento fumi primari, con produzione di eccessiva fumosità.

Una specifica "disposizione di lavoro" è attiva in reparto, che prevede per il soffiatore, che si accorge dell'insorgenza del fenomeno mediante telecamera di sorveglianza puntata all'interfaccia gonna / convertitore, l'innalzamento della gonna di 10÷15 cm rispetto al valore di soffiaggio, l'abbassamento della posizione della lancia di 5 cm nel convertitore, la riduzione della portata di ossigeno (a 330 Nm³/min.).

La produzione di coke siderurgico in cokeria, come pure la riduzione nell'altoforno di minerale di ferro, avvengono con reazioni chimiche caratterizzate da velocità di reazione estremamente modesta, che non sono tali, per loro natura, da generare reazioni chimiche fortemente esotermiche. Nei forni della cokeria la distillazione della parte volatile del carbone fossile, che si realizza in tempi compresi tra 18 e 14 ore, costituisce una reazione chimica facilmente controllabile, tollerante anche l'interruzione, per tempi fino a qualche ora, del sistema di riscaldamento delle pareti delle celle di distillazione. Anche il trattamento gas e sottoprodotti non sono caratterizzati dalla presenza di reazioni fortemente esotermiche o difficili da controllare.

Nell'altoforno la riduzione dell'ossido di ferro per mezzo del coke si realizza attraverso una serie di reazioni che si sviluppano nell'arco di 8-10 ore. L'eventuale presenza di idrogeno nel gas AFO, in uscita dalla bocca, in quantità superiore al valore normale (intorno al 3%), è controllata in continuo da un analizzatore. Laddove si dovesse verificare una produzione anomala di idrogeno dovuta alle condizioni di funzionamento del forno, dalla sala controllo AFO/4 (dove operano gli addetti al controllo dell'impianto, con l'ausilio del sistema di supervisione) si interviene riducendo, se necessario, la marcia dell'altoforno al fine di eliminarne le cause.

1.C.1.3 Dati meteorologici e perturbazioni geofisiche, meteo-marine e cerauniche

1.C.1.3.1 Dati sulle condizioni meteorologiche prevalenti per la zona con particolare riferimento alla velocità e alla direzione dei venti e alle condizioni di stabilità.

L'area circostante allo stabilimento vede la presenza oltre che della "Città di Piombino", di un territorio complesso, caratterizzato dalle seguenti aree: il "Promontorio di Piombino" e il "Distretto Pianeggiante", che contribuiscono a una particolare situazione climatica (punto 26 §14 Prot. 7441).

Il promontorio di Piombino. E' situato nella zona occidentale e, escludendo l'agglomerato urbano di Piombino posto nella sua estremità meridionale, ne rappresenta la porzione più naturale. La presenza di una fitta macchia mediterranea che ricopre le pendici del Monte Massoncello (286 m), nonché le coste alte e rocciose ricoperte dalla flora tipiche delle scogliere, fanno di quest'area un ambiente con connotati tipicamente mediterranei. Il promontorio ha una superficie boscata di circa 1.800 ha. Il passaggio dal promontorio alle zone di pianura, poste ad Est, avviene tramite una catena di colline blande con pendii poco accentuati e pendenza omogenea, che creano dei corridoi preferenziali e delle barriere per la circolazione delle brezze.

Il distretto pianeggiante. E' inserito nella pianura della Val di Cornia, attraversata dall'omonimo corso d'acqua, ed è caratterizzato dalla presenza di piccoli insediamenti urbani ed estese aree agricole. In questa zona la tipologia di seminativi è molto diversa da un'area all'altra soprattutto per la presenza o meno di irrigazione che, se praticata, determina una scelta dell'ordinamento colturale incentrata su colture ortive di pieno campo ed industriali, caratteristiche della zona, piuttosto che su cereali e foraggiere.

Un'analisi dettagliata dei dati meteorologici è riportata integralmente in Allegato C1.3.1, ove è incluso uno studio relativo alla "Caratterizzazione meteorologica del sito di Piombino nel triennio 1989-1991". Sono state analizzate le misure relative agli eventi registrati dal 1 Aprile 1989 al 31 Marzo 1992 nelle stazioni meteorologiche della Rete Consortile di Piombino.

Le elaborazioni dei dati meteorologici delle stazioni considerate sono state finalizzate alla loro utilizzazione sia in modelli di dispersione di inquinanti nell'atmosfera, che in modelli per la valutazione dei termini di sorgente nel caso di emissioni diffuse.

Mediante l'analisi dei dati meteorologici esaminati è stato possibile evidenziare, nella zona, la presenza di fenomeni di canalizzazione delle masse d'aria lungo direttrici preferenziali che vanno a sommarsi ad una situazione già perturbata da fenomeni di "brezza", particolarmente accentuati nel corso dei mesi estivi.

La complessità del campo di vento registrato nella zona di Piombino è certamente legata all'abitato della città di Piombino e alla presenza delle colline di Poggio al Chiecco. Oltre che dalla presenza dei citati rilievi, la regione è infatti caratterizzata da due vaste aree pianeggianti nelle zone di Piombino - Venturina - Prato Ranieri e di Follonica - Scarlino - Massa Marittima.

La presenza di tali aree, in concomitanza con la configurazione del promontorio e dell'entroterra, determinano la sussistenza dei suddetti fenomeni di canalizzazione delle masse d'aria lungo direttrici preferenziali.

I dati meteorologici utilizzati nel presente studio sono stati ricavati dall'elaborazione dei parametri atmosferici misurati nelle quattro stazioni meteo della rete consortile dell'Associazione per il rilevamento della qualità dell'aria ubicate sul territorio prima definito, e costituite da:

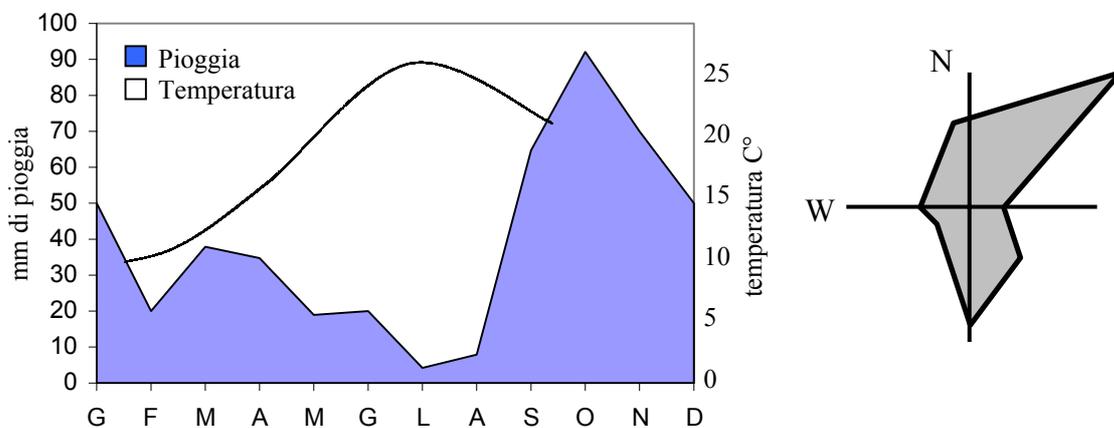
| | | | |
|-------------|--------------------|----------------------------|----------------|
| Stazione M1 | Palo anemometrico | in località Semaforo | (70 m s.l.m.) |
| Stazione M2 | Torre anemometrica | in località Torre del Sale | (110 m s.l.m.) |
| Stazione M3 | Palo anemometrico | in località Torre del Sale | (10 m s.l.m.) |
| Stazione M4 | Palo anemometrico | in località Scarlino Scalo | (22 m s.l.m.) |

Ulteriori informazioni sulla climatologia della zona sono mutuabili da recenti analisi condotte nell'ambito delle indagini connesse allo studio di impatto ambientale della CET ELETTRA, situata all'interno dello stabilimento. In merito a tali aspetti, viene confermata il carattere tipicamente mediterraneo del clima dell'area in studio, cioè temperato caldo con inverni freschi e umidi ed estati calde e secche. Il clima è generalmente più mite in autunno che in primavera.

Il diagramma climatico dei dati di temperatura e precipitazioni durante l'anno è rappresentato in Figura 27. Le precipitazioni registrate dalla stazione pluviometrica di Piombino oscillano intorno ai valori di 600-650 mm/annui distribuiti in 60÷65 giorni/anno; i massimi di precipitazione si verificano nel mese di ottobre (in generale la stagione più piovosa è l'autunno) e i minimi nel mese di luglio. Le temperature medie annuali sono di 15,5°C, con minima in gennaio di 8,5 °C e massima in luglio di 22,5 °C.

Nell'area esaminata i venti prevalenti provengono da NE, ma sono frequenti anche i venti di provenienza meridionale (Figura 27, dati rilevati nella stazione meteorologica di Tolle Alta, Piombino). Questa situazione risulta dalla sovrapposizione della circolazione atmosferica secondaria con la circolazione locale quali brezze, fenomeni di inversione termica, ecc.

Figura 27. Diagramma climatico della città di Piombino. Sulla destra le frequenze relative dei venti registrate nella stazione meteo di Tolle Alta (Piombino).



1.C.1.3.2 Cronologia perturbazioni geofisiche, meteomarine e cerauniche del luogo quali terremoti, inondazioni, trombe d'aria, fulmini.

Terremoti

La zona ove è ubicato lo Stabilimento non è classificata di rilevanza sismica, come risulta da vari riferimenti bibliografici storici e normativi italiani, come peraltro ribadito dall'Ordinanza n. 2788 del 12.06.1998 "Individuazione delle zone ad elevato rischio sismico del territorio nazionale" del Dipartimento per la Protezione Civile, che non include Piombino fra i comuni ubicati in zone ad elevato rischio sismico, che per tale classificazione prevede il soddisfacimento di almeno uno dei seguenti requisiti:

- 1) comuni già classificati sismici ai sensi dell'art. 3 della L. n. 64 del 27.02.1974;
- 2) comuni nei quali il livello di rischio sismico è superiore alla media nazionale;
- 3) comuni che hanno risentito in passato di un evento con intensità maggiore o uguale al IX grado della scala MCS.

D'altra parte, anche nella recente carta di pericolosità sismica del 1999, pubblicata dal GNDT, e nella mappa della massima intensità macrosismica risentita in Italia dell'Istituto Nazionale di Geofisica, si evidenzia come la Toscana, ed in particolare la zona del Promontorio di Piombino rientrano fra le aree a minore rilevanza sismica. Anche l'analisi dei dati storici dei terremoti in registrati in Toscana negli ultimi 500 anni non evidenzia eventi per la zona d'interesse. Maggiori dettagli e cartografia sono riportate in Allegato C.1.3.2.

Inondazioni, esondazioni, frane, valanghe

L'area occupata dallo Stabilimento non è interessata da questi fenomeni. Anche dall'esame di un documento "Il Catalogo dei Maremoti Italiani", riportante la classificazione degli tsunami verificatisi e registrati sulle coste italiane nell'ultimo millennio, non appare interessata da tali tipologie di eventi la zona del Porto di Piombino (si veda anche l'Allegato C1.3.2).

Trombe d'aria

L'area, come evidenziato dai dati storici relativi agli ultimi decenni, non presenta eventi caratterizzati da trombe d'aria con effetti distruttivi.

Fulmini

In Allegato C1.3.2 è riportata una cartografia con i valori medi del numero di fulminazioni a terra per anno e per km² sull'intero territorio nazionale. Nella zona del Promontorio di Piombino si ha un valore medio $N_t = 1,5$, contro il valore di 2 che rappresenta la media calcolata sull'intero territorio nazionale.

1.C.1.4 Interazioni con altri impianti

1.C.1.4.1 Effetti che altre attività industriali nell'area possano avere sull'impianto nell'eventualità di un incidente che si verifichi nelle stesse installazioni. Azioni da eseguire.

Dal punto di vista del lay-out geografico degli impianti, stante la vastità dell'area occupata dallo stabilimento, non sono in generale da attendersi conseguenze e/o effetti da incidenti indotti su impianti adiacenti, soprattutto in zona nuovi impianti (area treni di laminazione, magazzino generale, ecc.). Diversa la situazione in zona vecchi impianti (acciaieria, cokeria, altoforno AFO/4), dove si hanno alcune specifiche situazioni, di seguito illustrate.

È comunque da evidenziare che, in alcune circostanze, effetti possono essere legati all'imprevista perdita di fluidi o energie, che possono comportare il verificarsi di situazioni di interruzione del normale esercizio e fermate non programmate, comunque non caratterizzate dal verificarsi di ulteriori conseguenze incidentali su altri impianti.

In relazione agli effetti di potenziali incidenti coinvolgenti l'altoforno, eventuali incendi interessanti l'altoforno non si ritiene possano avere effetti su altri impianti, stante il lay-out impiantistico. Anche eventuali fenomeni di tipo esplosivo potrebbero avere effetti limitati alla sola area dell'impianto. Analogamente, eventi inerenti l'impianto di macinazione e stoccaggio fossile non è atteso possano avere conseguenze su altri impianti adiacenti.

In relazione agli effetti di potenziali incidenti coinvolgenti la cokeria, l'effetto di esplosioni in ambiente aperto dovute all'innescio di gas fuoriusciti dalle tubazioni di alimentazione del riscaldamento

batterie potrebbero avere effetti con danni alle tubazioni sui pipe rack antistanti alle batterie stesse. Analogamente, incendi interessanti gli stoccaggi di catrame potrebbero avere effetti sui vicini impianti di trattamento catrame, o sulle tubazioni gas su pipe rack vicini a depositi polmone (p.es. tubazione gas LD). Fenomeni di tipo esplosivo che dovessero interessare i decatramatori potrebbero avere effetti sugli adiacenti impianti dell'area sottoprodotti.

In relazione agli effetti di potenziali incidenti coinvolgenti l'acciaieria, le tipologie e le caratteristiche degli eventi non sono tali da far ritenere effetti su impianti adiacenti.

Considerazioni di diversa natura sono necessarie per le reti distribuzione gas infiammabili, poiché il loro sviluppo, necessariamente distribuito nelle vicinanze degli impianti di produzione e delle utenze di utilizzazione degli stessi non permette di escludere effetti legati ad eventi esplosivi originati da fuoriuscite accidentali di gas dalle reti di distribuzione sugli stessi impianti.

Si deve altresì evidenziare che l'improvvisa indisponibilità di una rete gas, conseguentemente ad un evento incidentale sulla stessa, in taluni casi potrebbe avere come effetto secondario la necessità di implementare procedure di emergenza per la fermata di impianti che utilizzano tali gas come combustibile (p.es. in altoforno), con potenziale accadimento di eventi secondari che si potrebbero avere nel caso in cui la fermata non programmata dovesse essere richiesta in particolari fasi del processo, caratterizzate dall'impossibilità di immediato arresto in sicurezza dell'impianto, con richiesta di intervento da parte di vari dispositivi di emergenza, preposti per evitare il verificarsi di tali eventi secondari.

In relazione agli stoccaggi di ossigeno, non si ritiene che eventi incidentali sugli stessi possano influenzare altri impianti o essere influenzati da eventi accaduti su altri impianti.

Un discorso a parte richiedono i gasometri di stabilimento, la cui ubicazione in generale è tale da non poter escludere il coinvolgimento, in caso di eventi catastrofici, di impianti adiacenti. In tale ambito, si distinguono le seguenti situazioni:

1) gasometro gas AFO: sono ipotizzabili due tipologie di incidenti in relazione all'attività di trasporto ghisa a mezzo carro siluro e della macchina a colare.

Entrambe le attività possono costituire aggravio di rischio per le seguenti condizioni:

- una fuoriuscita di gas che trova innesco nel carro siluro contenente ghisa liquida o in fase di riscaldamento;
- deragliamento o fuoriuscita di ghisa calda nella zona dei gasometri e/o tubazioni con conseguente danneggiamento delle strutture, fuoriuscita di gas ed incendio;
- una fuoriuscita di gas AFO a bassa quota, in zona gasometro e torcia gas AFO, potrebbe trovare innesco nell'alta temperatura dei materiali trattati nella macchina a colare.

Si deve evidenziare che scenari di rilasci a bassa quota sono estremamente improbabili, viste le caratteristiche costruttive del gasometro e dei suoi dispositivi di sicurezza. Non sono attesi comunque, anche in caso di esplosione catastrofica del gasometro, effetti gravi su strutture ed impianti circostanti (torcia gas AFO, REDSMELT NST, macchina a colare).

2) gasometro gas LD: la sua collocazione in prossimità degli impianti di trattamento e raffreddamento gas in uscita dalle batterie della cokeria, porta ad ipotizzare, in caso di eventi catastrofici, effetti sulle tubazioni gas che passano sui pipe rack nelle adiacenze, limitati essenzialmente alle tubazioni dello stesso gas LD ed alla relativa stazione di rilancio, ovvero effetti sulle tubazioni degli impianti di trattamento gas COK grezzo.

3) gasometro gas COK: la sua collocazione e le caratteristiche del gas in esso contenuto sono tali da portare ad ipotizzare effetti, in caso di eventi catastrofici, sulle aree circostanti, che potrebbero interessare l'impianto sottoprodotti e la batteria 27F.

Ulteriori dettagli, a valle di questa prima analisi qualitativa, possono essere desunti in sede di valutazione delle conseguenze per gli incidenti ipotizzati, riportate nelle sezioni successive.

Deve essere in ogni caso evidenziato che i sistemi di supervisione a cui sono asservite le reti gas, nonché i dispositivi di protezione operanti sulle stesse, sono tali da scongiurare il verificarsi di tali eventi. D'altra parte, le procedure di controllo e di gestione degli impianti sono tali da prevedere l'intercettazione immediata dell'alimentazione dei fluidi infiammabili e/o comburenti nelle aree interessate, nonché una serie di contromisure finalizzate alla tempestiva messa in sicurezza degli impianti, onde evitare il verificarsi ed il protrarsi di tali eventi.

Sistemi di rivelazione automatica con segnalazione d'allarme provvedono inoltre a segnalare tempestivamente il verificarsi di fughe di sostanze pericolose in tutte le aree critiche d'impianto (gasometri, altoforno, estrattori, gallerie inversione batterie cokeria, area convertitori), onde permettere l'intervento immediato in caso di fuoriuscite di gas. In tale ottica deve essere altresì inquadrata l'attività, in fase di ultimazione, che ha visto la protezione di tutti i principali locali ausiliari (centrali oleodinamiche, cabine elettriche, gallerie cavi, sale controllo, ecc.) mediante impianti di rivelazione fumi e/o spegnimento, centralizzati a livello di reparto, che contribuiranno a prevenire e a combattere in maniera significativa l'insorgere di eventuali incendi, che, in caso di rivelazione non tempestiva potrebbero dar luogo ad eventi con propagazione non ben controllata, potenziale fonte di situazioni ancor più gravose per gli impianti dello stabilimento.

1.C.1.5 Analisi della sequenza degli eventi incidentali

1.C.1.5.1 Identificazione degli eventi incidentali.

L'identificazione degli eventi incidentali (eventi top o "top events") è stata effettuata a partire dai risultati ottenuti in ciascuna unità e sottounità d'impianto, sulla base dei seguenti elementi e/o condizioni (punto 1 §14 Prot. 7441):

1. risultati analisi preliminare con metodo ad indici, considerate aree critiche con almeno un "moderato";
2. risultati analisi storica degli incidenti tramite banche dati o storico di stabilimento, con identificazione eventi anche in aree con livello di rischio "basso" o "lieve";
3. risultati analisi funzionale con personale esercizio di stabilimento.

Con riferimento alla Tabella 2 in cui è riportata la suddivisione in unità e sottounità, già riportante l'elenco finale dei top events individuati con la metodologia suddetta, nonché ai risultati dell'applicazione del metodo ad indici (cfr. Tabella 4), si riportano di seguito le considerazioni sviluppate a tal fine. I valori delle frequenze di accadimento, laddove disponibili, sono o desunte da banche dati o stimate sulla base dell'esperienza d'esercizio del personale di stabilimento.

In Allegato C1.5.1 sono riportati gli alberi, laddove disponibili o sviluppabili sulla base delle informazioni acquisite e dell'analisi effettuata per i top event di seguito illustrati.

UNITA' 1. Area ALTOFORNO

Sottounità 1.1: Altoforno

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto dal DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Altoforno | |
|---------------------------------|-------------------|-----------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,001 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 9,242 | - |
| C Esplosione confinata | 0,582 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 56,211 | Moderato |
| T Tossico | 2,644 | Lieve |
| G Globale | 18,396 | Lieve |

b) Top Event

Gli eventi top individuati in quest'unità di impianto sono indicati nella tabella seguente.

| N° | Top Event | Frequenza di accadimento dell'evento |
|----|--|---|
| 1 | Rilascio di gas AFO da bocca altoforno | <i>n.d.</i> |
| 2 | Rilascio di gas AFO da cassetta di raffreddamento o da corazza | <i>n.d.</i> |
| 3 | Rilascio di gas AFO da valvola BLEEDER | 1.0E-2 <i>(apertura per a.p.)</i> |
| 4 | Fuoriuscita di materiale per danneggiamento tubiera | 0.5 volte/anno |
| 5 | Esplosione di vapore per perdita di acqua di raffreddamento nel forno | <i>n.d.</i> |

TOP EVENT 1: rilascio di gas AFO da bocca altoforno

Il sistema di caricamento del forno (bocca Paul Wurth) è caratterizzato da un impianto con n. 2 tramogge di caricamento (HOPPERS), che in fase di svuotamento in forno vengono portate alla stessa pressione della bocca del forno mediante gas AFO depurato attraverso la valvola VEG (a pressione inferiore a quella di apertura del BLEEDER n. 4, il primo ad intervenire). La fase finale di pressurizzazione è fatta con azoto attraverso la valvola VEA (impianto in grado di iniettare con capacità di ~200 Nm³/h).

In condizioni di anomalo funzionamento del sistema di pressurizzazione che permette l'ingresso del materiale di carica nel forno senza fuoriuscita di gas dallo stesso, si potrebbe quindi avere una fuoriuscita di gas dalle scivole rotanti di caricamento della bocca.

TOP EVENT 2: rilascio di gas AFO da cassetta di raffreddamento o da corazza

L'evento è legato a perdita dai sistemi di tenuta delle cassette di raffreddamento o da danneggiamento localizzato nella corazza del forno, e comporta la fuoriuscita di piccoli quantitativi di gas che vengono rilevati dagli operatori addetti al controllo del regolare funzionamento (3 giri/turno, operatori attrezzati con rivelatori portatili e DPI), in quanto tali perdite, stante la velocità di uscita del gas, producono un sibilo. In generale, le piccole perdite sono tali da non provocare miscele infiammabili, che troverebbero comunque innesco immediato per autoaccensione, stante l'elevata temperatura del gas in uscita.

Infatti, eventuali perdite più consistenti, oltre ad essere immediatamente rilevate acusticamente dagli operatori al piano di colata, stante l'elevata temperatura del gas, darebbero luogo a miscele infiammabili che per autoaccensione troverebbero innesco immediato. Le conseguenze sono da ricercarsi in piccoli incendi con effetti localizzati, sono da escludere fenomeni di tipo esplosivo a causa del sicuro innesco in campo infiammabile.

TOP EVENT 3: rilascio di gas AFO da valvola BLEEDER

Le 4 valvole BLEEDER hanno le seguenti caratteristiche:

BLEEDER BL-1, BL-2, BL-3, in presa diretta sull'altoforno

BLEEDER BL-4, su rete gas AFO subito all'uscita forno più piccola delle altre.

Le BLEEDER sono dispositivi di sicurezza che intervengono automaticamente per alta pressione bocca (BL-4 → 2.3 bar, BL-1 → 2.4 bar, BL-2 → 2.5 bar, BL-3 → 2.6 bar), con pilotaggio elettrico da parte del sistema. Con apertura delle BLEEDER si passa alla regolazione di pressione in manuale (controllo tramite SEPTUM). Un sistema meccanico aggiuntivo, tarato dal costruttore, garantisce comunque l'apertura al superamento della pressione massima prevista per il loro intervento. La chiusura delle BLEEDER richiede una serie di azioni di messa in sicurezza, che comportano la riduzione del vento, l'isolamento della depurazione gas AFO e la fermata del forno (chiusura idraulica al 2° stadio o chiusura valvola ad occhiale V06).

Il verificarsi di condizioni di alta pressione in forno è correlato alla regolazione della contro pressione alla bocca, gestita dal complesso turbo-espansore/valvola SEPTUM. Condizioni di alta pressione derivanti dall'intervento delle protezioni esistenti sul turbo-espansore sono comunque evitate dal sistema di valvole a sicurezza intrinseca installate che garantiscono l'apertura della valvola di sub-bypass verso la SEPTUM in tempi < 1 sec.

In aggiunta a ciò, la BLEEDER BL-4 potrebbe essere aperta in emergenza, a seguito dell'implementazione della procedura di stabilimento per la gestione rete gas AFO, come manovra ultima per il mantenimento della pressione di rete con gasometro intercettato e torcia AFO non disponibile. In ogni caso, il rilascio di gas ad alta quota è sicuramente limitato.

Un'ulteriore situazione che potrebbe portare al verificarsi di alta pressione in forno, con apertura delle valvole BLEEDER, è quella conseguente ad una soffiata dell'altoforno. Tale evento si verifica a seguito della formazione di una sacca di gas all'interno del forno, circondata da materiale scarsamente permeabile che ne impedisce la salita verso la linea gas. Tale sacca, superate le condizioni di stabilità della "crosta di supporto", può collassare improvvisamente dando luogo ad una discesa repentina della carica (con un volume max. della sacca di circa il 30% del volume utile del forno si ha una discesa massima della carica di circa 3÷4 m), che genera un aumento istantaneo della portata di gas in uscita dal forno ed un corrispondente aumento di pressione, a carico della sezione a valle dell'altoforno, fino al sistema turbo-espansore/SEPTUM.

Tale quantitativo di gas, stimabile al max. in circa 350÷400 m³, trova comunque un volume di espansione (sacca a polvere, depurazione ad umido, tubazioni fino alla SEPTUM) di circa 3000 m³, in grado di smorzare gli effetti dinamici legati a tale fenomeno senza particolari problemi. Un aumento di pressione si potrebbe avere per "alto scarto di regolazione sul turbo-espansore" che andrebbe in blocco, con passaggio del controllo di pressione sulla SEPTUM, con valvola SEPTUM in chiusura.

In realtà, il sistema di regolazione è tale da non consentire posizioni di apertura della SEPTUM inferiori al 25%, con mantenimento continuo del grado di apertura della SEPTUM coerente con la

portata istantanea di gas AFO in ingresso al turbo-espansore, anche quando la SEPTUM è in stand-by, proprio per evitare il verificarsi di tale eventualità.

In una delle condizioni sopra descritte, si potrebbe avere una mancata chiusura della valvola, con perdurare della fuoriuscita di gas.

Si escludono effetti dovuti a perdite per piccoli trafiletti, che si potrebbero manifestare in fase di avviamento forno, che sono subito avvertiti acusticamente e visivamente dagli operatori, per le quali è previsto l'insufflaggio di vapore in controcorrente dal basso, che favorisce la sigillatura della perdita tramite la polvere del gas stesso. D'altra parte una perdita non eliminata darebbe luogo al rapido degrado della BLEEDER, evento che richiederebbe la fermata del forno.

TOP EVENT 4: fuoriuscita di materiale per danneggiamento tubiera

L'evento è legato alla perdita d'integrità di un complesso di soffiaggio (portavento / tubiera), che comporterebbe la fuoriuscita di materiale fuso e di vento caldo all'altezza del piano tubiere (zona inferiore del forno), con conseguente sviluppo di un incendio nella zona circostante occupata dal materiale ad alta temperatura (incendio 20/11/2003).

Le possibili cause che possono portare al verificarsi di tale evento sono:

- 1) *cedimento strutturale per alta temperatura della carpenteria del portavento.*
Cause iniziatrici sono da ricercarsi per:
 - 1A) cedimento del refrattario interno;
 - 1B) surriscaldamento localizzato per danneggiamento lancia iniezione;
- 2) *piegatura della tubiera.*
Cause iniziatrici sono:
 - 2A) carico meccanico su tubiera da parte di una guarnitura proveniente dall'alto;
 - 2B) carico meccanico su tubiera da parte del piede della zona coesiva;
- 3) *bruciatura della tubiera.*
Le cause iniziatrici che possono portare a tale evento sono:
 - 3A) usura tubiera;
 - 3B) cattivo drenaggio di fusi per forno freddo;
 - 3C) eccessivo accumulo di fusi nel crogiolo (si veda anche il successivo TOP EVENT 5).

Lo scenario incidentale conseguente al verificarsi dell'evento TOP, legato alla fuoriuscita di materiale fuso a quota "tubiere", è essenzialmente legato al verificarsi di un incendio da coke. Le conseguenze non sono tali da portare ad inquadrare l'evento come incidente rilevante, anche perché l'incendio che si genererebbe in tali condizioni è legato al solo materiale ad alta temperatura, non essendoci presenza di altro materiale combustibile e/o infiammabile.

TOP EVENT 5: esplosione di vapore da perdita acqua raffreddamento in forno

Il sistema di raffreddamento del forno vede una serie di circuiti operanti su settori radiali ed a quote di riferimento del forno, con ripristino del livello di acqua nei circuiti tramite drum di espansione, monitoraggio in continua delle temperature dell'acqua in ingresso ed in uscita oltre che della parete del forno.

In caso di perdita di tenuta, con fuoriuscita di acqua che verso il forno, si possono avere sostanzialmente due situazioni:

- 1) perdite al di sopra del piano tubiere: ad alta temperatura, si ha scissione dell'acqua, con O₂ che si lega al carbonio, ed H₂, riducente che va verso la bocca. Il sistema di controllo del

tenore di H₂ alla bocca mi informa di aumento concentrazione, con allarme per alto tenore H₂. Il sistema è in grado di tollerare perdite fino a 3÷4 m³/h senza particolari problemi;

- 2) perdite in prossimità o al di sotto del piano tubiere: l'acqua si potrebbe avere anche a causa dell'attacco del rame da parte della ghisa liquida (protrarsi di eccessivo accumulo di fusi nel crogiolo). In tal caso si può avere cedimento tubiera con ingresso di acqua in forno, esplosione da reazione metallo acqua e successiva perdita della tenuta del complesso di soffiaggio, con fuoriuscita di coke e gas, con effetti simili a quelli descritti per il precedente TOP EVENT 4.

c) Scenari

Gli eventi TOP analizzati, possono essere sintetizzati nei seguenti scenari incidentali:

Scenario AL 01: Calcolo degli effetti di una esplosione a seguito della fuoriuscita di gas dalla bocca dell'altoforno.

Scenario AL 02: Calcolo degli effetti di dispersione e successiva esplosione a seguito della fuoriuscita di gas da valvola BLEEDER.

Sottounità 1.2: Sacca a polvere, depurazione gas a secco

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto dal DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Depurazione gas a secco | |
|---------------------------------|--------------------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,002 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 11,442 | - |
| C Esplosione confinata | 1,051 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 19,912 | Basso |
| T Tossico | 2,644 | Lieve |
| G Globale | 18,438 | Lieve |

Il risultato dell'applicazione del metodo ad indici evidenzia la NON criticità dell'area in esame.

La temperatura di transito del gas (~160 °C) è largamente inferiore a quella di autoaccensione (~600 °C). Possono essere ipotizzate piccole fuoriuscite di gas da flange o valvola scarico inferiore. Le problematiche sono tali da permetterne la trattazione in analogia a quanto già visto per la rete di distribuzione gas AFO.

b) Top event

L'evento TOP individuato è:

| N° | Top Event | Frequenza di accadimento dell'evento |
|----|--|--------------------------------------|
| 6 | Rilascio di gas AFO da tenute di valvole o flange | n.d. |

c) Scenari

Scenario AL 03: Calcolo degli effetti di esplosione a seguito di piccole perdite di gas

Sottounità 1.3: Torre a umido, depurazione gas ad umido

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto dal DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Depurazione gas a umido | |
|---------------------------------|--------------------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,001 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 5,910 | - |
| C Esplosione confinata | 0,521 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 8,694 | Lieve |
| T Tossico | 2,938 | Lieve |
| G Globale | 7,120 | Lieve |

Il risultato dell'applicazione del metodo ad indici evidenzia la NON criticità dell'area in esame.

Il modo di funzionamento dell'unità è tale da non costituire una differente tipologia di problematiche rispetto a quanto atteso per la rete di distribuzione gas AFO. In particolare, non ci sono inneschi di tipo elettrico o da alta temperatura (80 °C è la temperatura di transito del gas). L'azione di lavaggio con acqua vede la formazione di fanghi che in taluni casi, per azione di tipo abrasivo, possono contribuire alla formazione di piccoli fori sulla tubazione di scarico gas. Eventuali perdite sono localizzate mediante ispezioni, effettuate su ogni turno.

b) Top event

L'evento TOP individuato è:

| N° | Top Event | Frequenza di accadimento dell'evento |
|----|---|--------------------------------------|
| 7 | Rilascio di gas AFO da piccoli fori (1") | 2 volte/anno |

c) Scenari

Scenario AL 04: Calcolo degli effetti di esplosione a seguito di piccole perdite di gas

Sottounità 1.4: Turboespansore

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto dal DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Turboespansore | |
|---------------------------------|-----------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,000 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 9,383 | - |
| C Esplosione confinata | 0,628 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 2,041 | Lieve |
| T Tossico | 2,644 | Lieve |
| G Globale | 10,387 | Lieve |

Il risultato dell'applicazione del metodo ad indici evidenzia la NON criticità dell'area in esame.

L'impianto provvede al recupero dell'energia di pressione del gas oltre alla regolazione della contro pressione alla bocca dell'altoforno. Con impianto fuori servizio, il controllo ritorna immediatamente alla valvola SEPTUM, operante in parallelo in stand-by a caldo. Sulla base della posizione delle palette di regolazione della turbina del TE, la posizione delle alette della valvola SEPTUM è tale da seguire il modo di funzionamento, in modo tale che, se il TE dovesse andare in blocco, la SPETUM potrebbe riprendere il controllo con modalità di funzionamento coerente con il regime di portata dal forno ed evitare incongruenze sul sistema di regolazione.

Un sistema di ventilazione forzata opera all'interno del capannone turbina, al fine di evitare la formazione di atmosfere pericolose in caso di fuoriuscita di gas dalle tenute o dalle tubazioni. Un impianto di rivelazione fissa di CO è altresì operante nel capannone turbina. Un allarme proveniente dalla rete dei rivelatori CO o un allarme sulla marcia dei ventilatori provoca il blocco del turboespansore (tempi minori di 1 sec.) ed il passaggio della regolazione alla valvola SEPTUM.

b) Top event

L'evento TOP individuato è:

| N° | Top Event | Frequenza di accadimento dell'evento |
|----|--|--------------------------------------|
| 8 | Rilascio di gas AFO per perdita tenuta giunto dilatazione (interno capannone) | 1.0E-4 |

c) Scenari

Scenario AL 05: Calcolo degli effetti di esplosione a seguito di piccole perdite di gas

Sottounità 1.5: Cowpers

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto dal DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Cowpers | |
|--|-------------------|--------|
| | Indice compensato | ISPESL |

| | | |
|---------------------------------|--------|--------------|
| F Incendio | 0,003 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 9,569 | - |
| C Esplosione confinata | 1,001 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 8,398 | Lieve |
| T Tossico | 2,644 | Lieve |
| G Globale | 19,821 | Lieve |

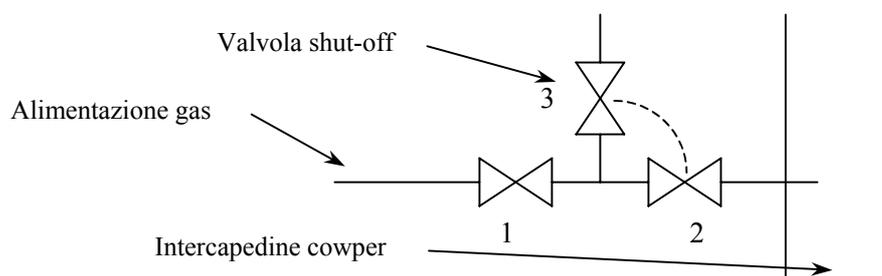
Il risultato dell'applicazione del metodo ad indici evidenzia la NON criticità dell'area in esame.

Sebbene l'analisi delle banche dati e dello storico di stabilimento non dia riscontri di particolari incidenti per tale tipologia impiantistica, si riportano di seguito alcune considerazioni sul modo di funzionamento, finalizzate all'individuazione delle problematiche di sicurezza impiantistiche.

Circuito vento caldo: il vento caldo alimenta il toro di distribuzione alle tubiere ad una temperatura di circa 1200 °C, ottenuta mediante riscaldamento del vento freddo prodotto dalle soffianti all'interno dei cowpers, che funzionano come riscaldatori, sfruttando la combustione di gas mix (gas AFO, gas COK, metano). I tre cowpers, funzionano con un ciclo di ottimizzazione termica, passando ciascuno ciclicamente da una fase di funzionamento a gas ad una di funzionamento a fumi (viene sfruttato il calore dei fumi caldi dagli altri due cowpers funzionanti a gas). Durante la fase di inversione dei cowpers si ha quindi uno squilibrio dei consumi sulla rete gas AFO, polmonato dal gasometro gas AFO.

Dal punto di vista della sicurezza del circuito vento caldo, si deve evidenziare che l'elevata temperatura può essere responsabile di crisi termica del cowper a seguito di un cedimento o perdite nel refrattario a protezione del mantello dei cowpers. La fuoriuscita di vento caldo, darebbe luogo ad un effetto tipo "fiamma ossidrica", creando una sorta di getto incendiato.

Circuito gas: il circuito è dotato di due valvole a sicurezza intrinseca, a perfetta tenuta, una delle quali è collegata ad una valvola di shut-off che si apre in modo tale che, con cowper funzionante a vento, un eventuale trafileamento di vento ad alta pressione nella tubazione di alimentazione gas, trova subito sfogo nella linea della valvola di shut-off, non interessando il tratto in gas (cfr. Figura seguente, con 1 e 2 chiuse ho sempre 3 aperta: un trafileamento di vento caldo da 2 viene scaricato attraverso la linea della 3 e non va mai ad interessare la linea gas protetta dalla 1).



b) Top event

Gli eventi TOP individuati sono riassunti nella tabella seguente:

| N° | Top Event | Frequenza di accadimento dell'evento |
|----|--|--------------------------------------|
| 9 | Fuoriuscita di vento caldo per trafilamento da refrattario /carpenteria metallica cowper | 1.0E-4 |
| 10 | Fuoriuscita di gas mix per perdita da tronchetti o flange linea gas | n.d. |
| 11 | Trafilamento vento caldo in linea gas | Trascurabile |

c) Scenari

Gli scenari individuati sulla base dell'analisi effettuata portano ad escludere esplosioni legate a miscelamento indesiderato fra vento caldo e gas di alimentazione dei cowpers in ogni circostanza. In tali condizioni, gli scenari incidentali sono:

Scenario AL 06: Formazione di un dardo per fuoriuscita di vento caldo per trafilamento carpenteria metallica cowper

Scenario AL 07: Esplosione per fuoriuscita di gas mix per perdita da tronchetti o flange linea gas

Sottounità 1.6: Impianto di macinazione

1.6.1 Silos

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto dal DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Silos macinazione | |
|---------------------------------|-------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 1,405 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 1,911 | - |
| C Esplosione confinata | 0,511 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 20,106 | Basso |
| T Tossico | 0,000 | Lieve |
| G Globale | 11,774 | Lieve |

Il risultato dell'applicazione del metodo ad indici evidenzia la NON criticità dell'area in esame.

Il materiale S2 ed S3 sono inertizzati con azoto e mantenuti in pressione rispetto all'esterno. Il silo S1 di arrivo del fossile è invece aperto, è comunque dotato di rivelazione di temperatura sia nella parte bassa che in quella alta, con indicazione di allarme per arrivo o presenza di materiale caldo, che potrebbe favorire le condizioni di innesco.

Il materiale in arrivo ha presenza di polveri combustibili di granulometria media pari a 30 micron, con grado di umidità tale da non presentare rischi di esplosione in ambiente confinato.

1.6.2 Mulino

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto dal DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Mulino Macinazione | |
|---------------------------------|---------------------------|-----------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,390 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 3,093 | - |
| C Esplosione confinata | 0,812 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 66,556 | Moderato |
| T Tossico | 0,000 | Lieve |
| G Globale | 42,901 | Basso |

Il rischio di esplosione (MODERATO) dell'area è legato essenzialmente alla presenza di polveri combustibili di granulometria media pari a 30 micron. L'ambiente in cui si riscontra presenza di atmosfera ricca di polveri è un'atmosfera di ossigeno.

Il PLC di controllo dell'impianto di macinazione gestisce le varie fasi del processo che vedono preventivamente l'essiccazione del materiale mediante una corrente di fumi caldi in uscita dal bruciatore a gas AFO e metano, diluiti con aria per abbassamento temperatura a 80 °C prima dell'ingresso nella camera di essiccazione del mulino.

Il PLC di controllo regola la portata di aria da diluire sulla base delle temperature della corrente in ingresso, in uscita e nelle sezioni intermedie dell'impianto (uscita essiccazione, ingresso mulino, uscita mulino), con termocoppie distinte (n. 2 termocoppie sulle sezioni principali).

Sia una condizione di PLC fault che un'incongruenza sui segnali di temperatura immediatamente blocca il processo, con allarme e passaggio a regolazione manuale, previa chiusura della valvola di immissione fossile nel mulino e convogliamento dei fumi caldi all'essiccazione verso la ciminiera, con inserimento aria verso ciminiera. Le valvole sono del tipo a sicurezza intrinseca, con polmone aria per attuazione delle posizioni di sicurezza sopra descritte.

D'altra parte, non trattandosi di polveri metalliche ad elevata reattività, non è applicabile il rischio di esplosione tipico di nubi non confinate, che darebbe luogo ad un fire ball. In considerazione sia di quanto riportato in letteratura, dell'assenza di informazioni relative ad incidenti di questo genere, sia nello storico di stabilimento sia nelle banche dati internazionali, si può affermare che l'ipotesi incidentale di esplosione da polvere non sia applicabile in questa sezione di impianto, scenario scarsamente probabile viste anche le protezioni impiantistiche ed i dispositivi di sicurezza installati per evitare il raggiungimento di valori di energia di attivazione che potrebbero favorire un qualsivoglia innesco all'interno del mulino.

Sottounità 1.7: Torre iniezione fossile

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto dal DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Iniezione fossile | |
|---------------------------------|--------------------------|-------------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,076 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 2,314 | - |
| C Esplosione confinata | 0,680 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 740,324 | Molto Alto |
| T Tossico | 0,000 | Lieve |
| G Globale | 59,286 | Basso |

Il rischio di esplosione (MOLTO ALTO) dell'area è legato essenzialmente alla presenza di polveri combustibili di granulometria media pari a 30 micron. L'ambiente in cui si riscontra presenza di atmosfera ricca di polveri è comunque un ambiente non confinato.

In letteratura viene evidenziato [Baker, Tang: GAS, DUST AND HYBRID EXPLOSIONS, 1991] come le condizioni affinché le polveri combustibili esplodano siano legate, oltre che alla presenza di una sostanza ossidante e da un innesco, alla condizione di confinamento della presunta atmosfera esplosiva. Tale confinamento viene considerato pre-requisito essenziale al verificarsi di un rischio esplosione.

Nubi non confinate di polveri possono essere innescate dando luogo a un fire ball, esclusivamente se si tratta di polveri combustibili ad alta reattività (ad esempio polveri metalliche, quali quelle di alluminio). D'altra parte, in letteratura, per le polveri di carbone e per le polveri di coke sono disponibili le seguenti caratteristiche e limiti inferiori di infiammabilità:

| Sostanza | Dimensione media delle particelle (micron) | Calore di combustione (kCal/kg) | Quantità polvere corrispondente alla miscela stechiometrica (g/m ³) | Limite inferiore di infiammabilità (g/m ³) |
|-------------------|--|---------------------------------|---|--|
| Carbone fossile | 8 | 7700 | 155 | 30 |
| Coke metallurgico | 5 | 6560 | 125 | 37 |

Come si può notare, il fossile nei sili della torre di iniezione ha caratteristiche geometriche con granulometria mediamente superiore alle condizioni considerate.

In considerazione sia di quanto riportato in letteratura che dell'assenza di informazioni relative ad incidenti di questo genere, sia nello storico di stabilimento sia nelle banche dati internazionali, si può affermare che l'ipotesi incidentale di esplosione da polvere non sia applicabile in questa sezione di impianto.

Nella sezione d'impianto è da prevedere, la possibilità di svilupparsi di un incendio del polverino di fossile, che potrebbe svilupparsi con modalità analoghe a quanto avvenuto nel 1992, quando, durante una manutenzione esterna al silo, lo smontaggio di una valvola provocò la fuoriuscita in ambiente aperto di materiale dal silo stesso, che investì una lampada ad incandescenza non protetta, ovvero in caso di effettuazione di lavori con uso di fiamme libere senza l'impiego di adeguate precauzioni, quali pulizia preventiva dell'area da depositi di polvere di fossile, ecc.

Le conseguenze sono comunque da ritenere limitate al coinvolgimento dei residui di materiale.

Sottounità 1.8: Stock-House

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto dal DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Stock-House | |
|---------------------------------|--------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,323 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 5,964 | - |
| C Esplosione confinata | 0,702 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 29,385 | Basso |
| T Tossico | 0,000 | Lieve |
| G Globale | 36,384 | Basso |

Il risultato dell'applicazione del metodo ad indici evidenzia la NON criticità dell'area in esame.

Il sistema nastri è considerato come parte dell'unità analizzata. I materiali stoccati nei sili (coke e pellet) sono di grossa pezzatura, e non sono ipotizzabili particolari eventi che potrebbero portare all'identificazione di specifici scenari incidentali.

In relazione al sistema nastri, è al più ipotizzabile un incendio qualora si dovesse procedere al carico di coke proveniente da un recente sfornamento, ancora ad alta temperatura, che potrebbe creare le condizioni per sviluppare un incendio del nastro in gomma, con effetti comunque di solo danneggiamento impiantistico e non significativi dal punto di vista degli incidenti rilevanti.

UNITA' 2. Area RETI

L'esame dell'attività, l'analisi preliminare per individuare le aree critiche e l'indagine storica di incidenti in impianti simili, hanno portato a definire che le reti di distribuzione gas presentano due caratteristiche essenziali:

- 1) sono un impianto molto semplice, in cui non avvengono né reazioni né tipiche operazioni di processo; complessa è invece la gestione delle reti in funzione delle quantità di gas prodotte e di quelle assorbite dalle utenze, tenuto conto soprattutto dei limitati volumi di polmonazione disponibili in rapporto alle grandi portate di gas smistate;
- 2) lo sviluppo delle tubazioni è notevolmente esteso all'interno dello stabilimento. Le linee, inoltre, interagiscono con la quasi totalità delle unità di produzione e di trasformazione, cui fanno capo per la fornitura o il prelievo di gas.

L'ipotesi incidentale ricorrente è rappresentata dalla fuoriuscita di gas nell'ambiente esterno, che può avere luogo in prossimità dei gasometri, lungo il tracciato delle linee gas, in corrispondenza delle connessioni con le unità di processo.

In base all'analisi storica e attraverso le risultanze dell'Analisi Preliminare dei Rischi condotta da personale LUCCHINI si sono identificati gli incidenti caratteristici per l'impianto distribuzione gas.

Si distinguono due tipi di incidenti:

- A) quelli dovuti a rilascio di gas all'atmosfera, suddivisi in tre categorie:
 - A1) fuoriuscita di gas dalle tubazioni;
 - A2) fuoriuscita di gas da gasometro;
 - A3) fuoriuscita di gas dalle candele di sfogo;
- B) quelli conseguenti una depressione nelle linee di distribuzione gas.

La maggior parte delle anomalie che possono manifestarsi sono comuni alle cinque reti (gas AFO, COK, LDG, Metano, Ossigeno); date le diverse composizioni dei gas e le differenti quantità in gioco esse si distinguono nella determinazione delle conseguenze. Nel corso dell'analisi, le disfunzioni caratteristiche delle singole reti vengono evidenziate volta per volta.

Tipologia di incidente A1) RILASCIO DI GAS DALLE TUBAZIONI

Possibili cause:

- 1) Corrosione all'interno delle tubazioni: si può manifestare se il trattamento della superficie non è idoneo. Il fenomeno è più accentuato qualora nel gas siano presenti sostanze aggressive. A livello di conseguenze all'esterno si può dire che si tratta comunque di processi che evolvono lentamente nel tempo e in fase iniziale danno luogo a perdite di piccola entità.
- 2) Corrosione all'esterno delle tubazioni: deriva anch'essa da trattamenti superficiali non adeguati. Critici sono i tratti di tubazione delle linee AFO e COK che corrono nelle vicinanze della cokeria, dove le condizioni ambientali sono sfavorevoli. Per il resto valgono le considerazioni formulate al punto precedente.
- 3) Rottura di tronchetti sulle linee. Specie dall'analisi storica si sono evidenziati eventi di questo tipo, conseguenti ad urti di mezzi stradali o altri tipi di macchine, oppure a causa di errati interventi di riparazione e manutenzione. Sulle tre reti dei gas prodotti, sono montati numerosi stacchi da 1/2" e 1" per strumenti di misura e stacchi da 80÷150 mm per immissione e sfogo di azoto utilizzato nelle operazioni di bonifica.
- 4) Cricche derivanti dalla non corretta esecuzione di interventi di riparazione e manutenzione.
- 5) Mancata richiusura dei portelli di esplosione dopo un intervento (solamente per i gas AFO, COK, LD). I dischi di rottura (sempre muniti a valle di un portello di esplosione). La rottura dei dischi può essere dovuta a sovrappressioni interne del gas oppure all'onda d'urto provocata dai condensati accumulatisi in seguito all'intasamento parziale o totale degli scaricatori di condensa. In realtà la prima ipotesi è abbastanza remota in quanto transitori con sovrappressioni si possono avere solamente a gasometro al massimo livello o fuori servizio e candele non in grado di smaltire la portata eccedente o addirittura non aperte all'atmosfera. In ogni caso è poco probabile che la pressione raggiunga i 2000 mm c.a. ed è inoltre possibile agire (per il gas AFO) riducendo la marcia dell'altoforno. L'ipotesi di sovrappressione non può tuttavia essere esclusa.

Tipologia di incidente A2) RILASCIO DI GAS DA GASOMETRI (gas AFO, COKE, LD)

Possibili cause:

- 1) Fuoriuscita di gas dalle caminelle di sfogo per massimo livello gasometro. Tutti i gasometri sono dotati di sistemi di misura di livello (tarati a valori leggermente diversi) che comandano una valvola a farfalla che li isola dalla rete se il grado di riempimento supera il limite caratteristico di ogni gasometro. Nel caso tali sistemi falliscono, il livello sale ulteriormente fino a quando, in prossimità della massima alzata, sistemi di sicurezza portano all'apertura di caminelle che permettono lo sfogo in emergenza di gas in atmosfera onde evitare il raggiungimento di condizioni di sovrappressione.
- 2) Cattiva tenuta del pistone dovuta a mancanza di olio o grasso di tenuta. Le perdite sono generalmente di modesta entità, ma possono diventare pericolose in condizioni di svuotamento del gasometro in quanto al di sopra del tetto si crea una zona parzialmente confinata. Inoltre la discesa del pistone richiama aria e si può venire a creare una miscela infiammabile.
- 3) Pistone interessato da processi di corrosione o dalla presenza di cricche. La corrosione è più accentuata se nel gas vi sono sostanze aggressive.
- 4) Deterioramento delle guide del pistone per:

- eccessiva velocità di salita e discesa
- eccessiva inclinazione.

Tipologia di incidente A3) RILASCIO DI GAS DALLE CANDELE DI SFOGO (GAS AFO, COK)

Possibili cause:

- 1) Spegnimento delle torce pilota. Il rilascio di gas ha luogo se l'automatismo che comanda l'apertura della valvola a farfalla in funzione della pressione trova la fiamma pilota fuori servizio (questa ipotesi è valida sia per la rete AFO che per la rete COK).
- 2) Imperfetta tenuta delle valvole a farfalla. Anche in condizioni ottimali la tenuta di questa valvola non è perfetta per cui le quantità liberate sono insufficienti a dare origine a incidenti rilevanti.

Tipologia di incidente B) DEPRESSIONE NELLE TUBAZIONI

Tale situazione può verificarsi se la quantità di gas consumato è superiore a quello prodotto e il gasometro è vicino al minimo livello. Tutte le utenze sono comunque protette dalle basse pressioni potendosi isolare dalla rete tramite blocchi automatici per pressioni comprese tra 30-60 mm c.a.

Le condizioni più critiche si possono avere nel caso di mancato intervento delle valvole a protezione delle centrali elettriche ISE CET2 e CET3 in quanto si può arrivare al ritorno di fiamma verso la rete e conseguentemente al pericolo di esplosione.

Le procedure di sicurezza per la gestione delle reti gas (AFO, COK, LD), vedono, in concomitanza di una qualsiasi sequenza che preveda l'intercettazione del relativo gasometro dalla rete di distribuzione, la tempestiva e contemporanea immissione di azoto per il mantenimento della pressione nella rete e lo scongiurarsi di eventi legati a depressione nelle tubazioni. L'azoto viene immesso a monte ed a valle di ogni chiusura idraulica sulla rete che dovesse essere necessario effettuare in relazione all'intervento sulla rete (punto 5 §14 Prot. 7441). La frequenza di accadimento di seguito riportata si riferisce quindi ad un valore di probabilità residua di un disservizio nell'intervento dei sistemi di protezione ed attuazione delle pratiche operative.

Le frequenze di accadimento assunte in base all'esperienza di esercizio, documentazione disponibile in stabilimento e banche dati del settore sono riportate nella tabella seguente.

| EVENTO | FREQUENZA ACCADIMENTO (occorrenze/anno) |
|---|--|
| A1) Rilascio di gas dalle tubazioni | |
| Corrosione interna | $2.0 \cdot 10^{-6}$ |
| Corrosione esterna | $4.0 \cdot 10^{-3}$ |
| Rottura tronchetti | $2.0 \cdot 10^{-3}$ |
| Cricche | $3.0 \cdot 10^{-3}$ |
| Mancata chiusura portelli | $2.0 \cdot 10^{-5}$ |
| A2) Rilascio di gas dai gasometri (COK e LDG) | |
| Fuoriuscita gas da caminella di sfogo | $3.0 \cdot 10^{-5}$ |
| Cattiva tenuta pistone | $2.0 \cdot 10^{-5}$ |
| Corrosione o cricche pistone | $4.0 \cdot 10^{-6}$ |
| Deterioramento guide del pistone | $4.0 \cdot 10^{-6}$ |
| A3) Rilascio dalle candele di sfogo | |
| Spegnimento delle torce pilota | $3.0 \cdot 10^{-3}$ |
| Imperfetta tenuta valvole a farfalla | $3.0 \cdot 10^{-2}$ |
| B) Depressione nelle tubazioni | $2.0 \cdot 10^{-6}$ |

Sottounità 2.1: AFO**2.1.1 Gasometro AFO****a) Risultato Metodo ad Indici**

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Gasometro ISE | |
|---------------------------------|----------------------|-------------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,095 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 13,847 | - |
| C Esplosione confinata | 0,723 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 903,709 | Molto Alto |
| T Tossico | 2,974 | Lieve |
| G Globale | 243,642 | Moderato |

Il risultato evidenzia la criticità dell'area per l'elevato rischio di esplosione all'aperto a causa della elevata quantità di gas AFO presente nel gasometro.

b) Top Event

I top events individuati in quest'unità di impianto sono indicati nella tabella seguente.

| N° | Top Event | Frequenza di accadimento dell'evento |
|----|--|--------------------------------------|
| 12 | Emissione di gas con formazione di miscela esplosiva | $4.81 \cdot 10^{-1}$ |
| 13 | Rilascio continuo da caminelle o valvola di intercettazione | $1.2 \cdot 10^{-4}$ |

Top Event 12: Emissione di gas con formazione di miscela infiammabile

L'evento è da ricondursi alla mancata tenuta per danneggiamento della membrana del gasometro con conseguente fuoriuscita di gas.

Le frequenze di accadimento assunte in base all'esperienza di esercizio, la documentazione disponibile in stabilimento e le banche dati del settore sono riportate nella tabella seguente.

| Evento | Eventi/anno |
|---|-------------|
| Malf funzionamento sistema scorrimento del pistone | 8.76E-03 |
| Malf funzionamento parti di impianto | 8.76E-03 |
| Malf funzionamento trasmissione segnale pressione | 1.23E-01 |
| Malf funzionamento trasmissione segnale temperatura | 4.20E-02 |
| Malf funzionamento valvola intercettazione | 7,00E-01 |
| Malf funzionamento sistema rilevazione | 9,99E-02 |

| | |
|-------------------------------------|----------|
| pressione | |
| Malfunzionamento raffreddamento gas | 5,87E-01 |

Top Event 13: Rilascio continuo da caminelle o valvola di intercettazione

Il top event si configura nel caso di malfunzionamento della valvola di intercettazione o a causa delle caminelle bloccate aperte.

Analogamente a quanto assunto per il Top event precedente, le frequenze di accadimento assunte per lo sviluppo del calcolo della frequenza complessiva di accadimento sono riportate nella tabella seguente.

| Evento | Eventi/anno |
|---|-------------|
| Mal funzionamento valvola Intercettazione | 7.0E-1 |
| Mal funzionamento parti meccaniche piatto | 8.76E-5 |

c) Scenari

Scenario RT 01 Calcolo degli effetti di una esplosione a seguito di rottura catastrofica del gasometro gas AFO

Scenario RT 02: Rilascio da caminelle di sfogo e conseguente esplosione (punto 33 §14 Prot. 7441).

Scenario RT 03: Dispersione in atmosfera ed esplosione di una nube di gas AFO in seguito al cedimento catastrofico del gasometro dopo dispersione in atmosfera (punto 9 §14 Prot. 7441).

Scenario RT 04: Calcolo della dispersione in atmosfera di una nube di gas fuoriuscita in seguito a rottura catastrofica del gasometro AFO

2.1.2 Rete AFO

a) Risultato Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Linea gas | |
|---------------------------------|-------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,001 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 9,087 | - |
| C Esplosione confinata | 0,554 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 14,967 | Basso |
| T Tossico | 2,938 | Lieve |
| G Globale | 11,574 | Lieve |

L'analisi realizzata non evidenzia particolari criticità dell'aria in esame, tuttavia l'elevata estensione della rete, le caratteristiche chimico-fisiche del gas trasportato e la presenza di incidenti storicamente accaduti in impianti simili, ha suggerito la necessità di sviluppare anche per quest'area l'analisi dei possibili top events ed eventuali scenari incidentali.

b) Top Event

Il top events individuati in quest'unità di impianto sono indicati nella tabella seguente.

| N° | Top Event | Frequenza di accadimento dell'evento |
|----|---|--------------------------------------|
| 14 | A1: Rilascio di gas AFO da tubazioni | $9 \cdot 10^{-3}$ |
| 15 | B: Depressione nelle tubazioni AFO | $2.0 \cdot 10^{-6}$ |

c) Scenari

Scenario RT 05: Rilascio da tronchetti di piccolo diametro di gas AFO con conseguente dispersione e incendio del getto.

Scenario RT 06: Esplosione non confinata di gas AFO

Scenario RT 07: Depressione nelle linee gas AFO.

2.1.3 Torcia AFO

a) Risultato Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Torcia | |
|---------------------------------|-------------------|-----------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,253 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 8,298 | - |
| C Esplosione confinata | 0,581 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 35,614 | Moderato |
| T Tossico | 2,644 | Lieve |
| G Globale | 80,568 | Basso |

Il risultato evidenzia la criticità dell'aria per un moderato rischio di esplosione all'aperto.

b) Top Event

Il top event individuato in quest'unità di impianto è riportato nella tabella seguente.

| N° | Top Event | Frequenza di accadimento dell'evento |
|----|---|--------------------------------------|
| 16 | Rilascio di gas AFO dalle candele di sfogo | $3.3 \cdot 10^{-2}$ |

c) Scenari

Scenario RT 08: Rilascio dalla candela con conseguente esplosione del gas

Scenario RT 09: Rilascio dalla candela con conseguente irraggiamento da torcia

Scenario RT 10: Dispersione gas AFO in atmosfera

Sottounità 2.2: COK

2.2.1 Gasometro COK

a) Risultato Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Gasometro Badoni | |
|---------------------------------|-------------------------|---------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,093 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 10,889 | - |
| C Esplosione confinata | 0,612 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 272,840 | Alto I |
| T Tossico | 3,929 | Lieve |
| G Globale | 114,383 | Basso |

Il risultato evidenzia la criticità dell'aria per l'elevato rischio di esplosione all'aperto a causa della elevata quantità di gas COK presente nel gasometro.

b) Top Event

I top events individuati in quest'unità di impianto sono indicati nella tabella seguente.

| N° | Top Event | Frequenza di accadimento dell'evento (occ/anno) |
|----|---|---|
| 17 | Rilascio di gas COK da gasometro | 5.8E-5 |

c) Scenari

Scenario RT 11: Calcolo degli effetti di una esplosione a seguito di rottura catastrofica gasometro gas COK

Scenario RT 12: Rilascio dalle caminelle di sfogo con conseguente esplosione del gas

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

2.2.2 Stazione di rilancio COK (ex Boldrocchi)

a) Risultato Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Stazione rilancio | |
|---------------------------------|--------------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,008 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 9,253 | - |
| C Esplosione confinata | 0,601 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 3,379 | Lieve |

| | | |
|------------------|--------|--------------|
| T Tossico | 3,492 | Lieve |
| G Globale | 11,965 | Lieve |

Il risultato evidenzia la NON criticità dell'area in esame, tuttavia il verificarsi di un incidente occorso in stabilimento (cfr. § 1.C.1.1.2) rende necessario valutare le conseguenze relative al verificarsi di un incendio nell'area.

c) Scenari

Scenario RT 14: Incendio

2.2.3 Rete COK

a) Risultato Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Linea gas | |
|---------------------------------|-------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,001 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 6,119 | - |
| C Esplosione confinata | 0,465 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 1,113 | Lieve |
| T Tossico | 3,880 | Lieve |
| G Globale | 6,380 | Lieve |

L'analisi realizzata non evidenzia particolari criticità dell'aria in esame, tuttavia l'elevata estensione della rete, le caratteristiche chimico-fisiche del gas trasportato e la presenza di incidenti storicamente accaduti in impianti simili, ha suggerito la necessità di sviluppare anche per quest'area l'analisi dei possibili top events ed eventuali scenari incidentali.

b) Top Event

I top events individuati in quest'unità di impianto sono indicati nella tabella seguente.

| N° | Top Event | Frequenza di accadimento dell'evento |
|----|--|--------------------------------------|
| 18 | Rilascio di gas COK dalle tubazioni | $9.0 \cdot 10^{-3}$ |
| 19 | Depressione nelle tubazioni | $2.0 \cdot 10^{-6}$ |

c) Scenari

Scenario RT 15: Rilascio da tronchetti di piccolo diametro di gas COK con conseguente dispersione e incendio del getto.

Scenario RT 16: Esplosione non confinata di gas COK

Scenario RT 17: Depressione nelle linee gas COK.

2.2.4 Torcia COK

a) Risultato Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Torcia | |
|---------------------------------|-------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,129 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 11,953 | - |
| C Esplosione confinata | 0,593 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 10,339 | Basso |
| T Tossico | 3,492 | Lieve |
| G Globale | 39,655 | Basso |

L'analisi ha evidenziato una bassa criticità dell'area in esame legata essenzialmente alle basse quantità di gas istantaneamente in gioco. Tuttavia, considerate le caratteristiche del gas COK e l'analogia impiantistica con la torcia AFO il cui rischio di esplosione all'aperto è risultato significativo, si è provveduto alla individuazione di eventuali top events e scenari incidentali da analizzare.

b) Top Event

Il top event individuato in quest'unità di impianto è indicato nella tabella seguente.

| N° | Top Event | Frequenza di accadimento dell'evento (occ/anno) |
|----|--|---|
| 20 | Rilascio di gas COK dalle candele di sfogo | $3.3 \cdot 10^{-2}$ |

c) Scenari

Scenario RT 18: Rilascio dalla candela con conseguente esplosione del gas

Scenario RT 19: Rilascio dalla candela con conseguente irraggiamento da torcia

Sottounità 2.3: rete LDG**2.3.1 Gasometro LD****a) Risultato Metodo ad Indici**

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Gasometro Comimp | |
|---------------------------------|-------------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,195 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 7,792 | - |
| C Esplosione confinata | 0,482 | Lieve |

| | | |
|--------------------------------|---------|-------------------|
| A Esplosione all'aperto | 498,320 | Molto Alto |
| T Tossico | 2,974 | Lieve |
| G Globale | 124,555 | Basso |

Il risultato evidenzia la criticità dell'aria per l'elevato rischio di esplosione all'aperto a causa della presenza di uno stoccaggio significativo di gas LD.

b) Top Event

I top events individuati in quest'unità di impianto sono indicati nella tabella seguente.

| N° | Top Event | Frequenza di accadimento dell'evento (occ/anno) |
|----|---------------------------|---|
| 21 | Rilascio gas da gasometro | 5.8E-5 |

c) Scenari

Scenario RT 20: Calcolo degli effetti di una esplosione a seguito di rottura catastrofica

Scenario RT 21: Rilascio dalle caminelle di sfogo con conseguente esplosione

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

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

2.3.2 Stazione di rilancio LDG

a) Risultato Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Stazione rilancio | |
|---------------------------------|-------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,007 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 10,470 | - |
| C Esplosione confinata | 0,695 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 5,281 | Lieve |
| T Tossico | 2,644 | Lieve |
| G Globale | 14,582 | Lieve |

b) Top Event

Il top event individuato in quest'unità di impianto è indicato nella tabella seguente.

| N° | Top Event | Frequenza di accadimento dell'evento (occ/anno) |
|----|--|---|
| 22 | Rilascio di gas da tenuta valvola o da tubazione | n.d. |

c) Scenari

Scenario RT 24: Perdita dalla Presa strumentazione da 1''

Scenario RT 25: Perdita da Valvola di intercettazione (perdita dallo stelo) con o-ring

Scenario RT 26: Perdita da Valvola di intercettazione (perdita dallo stelo) con premistoppa

Scenario RT 27: Perdita da Valvola con tappo filettato

2.3.3 Rete LDG (linea gas a valle e a monte del gasometro)

a) Risultato Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPEL.

| | Linea gas valle | | Linea gas monte | |
|---------------------------------|-------------------|-------|-------------------|-------|
| | Indice compensato | ISPEL | Indice compensato | ISPEL |
| F Incendio | 0,007 | Lieve | 0,007 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 4,386 | - | 4,694 | - |
| C Esplosione confinata | 0,430 | Lieve | 0,452 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 2,901 | Lieve | 7,854 | Lieve |
| T Tossico | 2,938 | Lieve | 2,938 | Lieve |
| G Globale | 5,290 | Lieve | 6,195 | Lieve |

b) Top Event

I top events individuati in quest'unità di impianto sono indicati nella tabella seguente.

| N° | Top Event | Frequenza di accadimento dell'evento (occ/anno) |
|----|-------------------------------------|---|
| 23 | Rilascio di gas LDG dalle tubazioni | $9.0 \cdot 10^{-3}$ |
| 24 | Depressione nelle tubazioni gas LD | $2.0 \cdot 10^{-6}$ |

c) Scenari

Scenario RT 28: Depressione nelle linee gas.

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

2.3.4 Rete a valle della stazione di rilancio

a) Risultato Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Linea gas Elettra | |
|---------------------------------|--------------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,003 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 8,189 | - |
| C Esplosione confinata | 0,680 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 16,726 | Basso |
| T Tossico | 2,644 | Lieve |
| G Globale | 12,326 | Lieve |

b) Top Event

Il top event individuato in quest'unità di impianto è indicato nella tabella seguente.

| N° | Top Event | Frequenza di accadimento dell'evento (occ/anno) |
|----|------------------------------------|---|
| 25 | Rilascio gas da tubazioni | 9.0E-3 |
| 26 | Depressione nelle tubazioni | 2.0E-6 |

c) Scenari

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

Sottounità 2.4: OSSIGENO

Sulla base delle informazioni raccolte a mezzo dell'analisi storica e dell'esperienza operativa di ditte fornitrici di impianti di stoccaggio e di distribuzione di ossigeno liquido e gassoso, 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.

L'eventuale fuoriuscita di ossigeno gassoso modifica la concentrazione di O₂ in atmosfera (concentrazione naturale nell'aria 21%) comportando la modifica delle caratteristiche di infiammabilità degli altri materiali e sostanze in maniera tanto più significativa tanto più ci si discosta dalla soglia naturale del 21%.

Infatti, all'aumentare del tenore di ossigeno diminuisce l'energia di innesco, aumenta il tasso di combustione ed aumenta il tasso di spandimento della superficie in fiamme delle altre sostanze. Tali effetti sono massimi per un arricchimento di ossigeno superiore al 29% (50% in volume totale).

Un aumento della concentrazione dell'ossigeno in aria del 4% può ritenersi quale soglia oltre la quale inizia una situazione di rischio.

I valori di riferimento delle soglie di concentrazione legate ad effetti pericolosi di ossigeno in aria, considerati per la valutazione delle conseguenze sono:

- concentrazioni $\geq 30\%$ vol di O₂ : tale soglia caratterizza il raddoppio della velocità di combustione di sostanze combustibili eventualmente investite dalla nube (inizio letalità);

- concentrazioni $\geq 75\%$ vol di O₂ : tale soglia caratterizza il probabile insorgere in soggetti esposti nausea, vertigini, difficoltà respiratorie e convulsioni.

2.4.1 Sigari

a) Risultato Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Sigari | |
|---------------------------------|-------------------|-----------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,027 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 8,435 | - |
| C Esplosione confinata | 1,542 | Basso |
| A Esplosione all'aperto | 89,357 | Moderato |
| T Tossico | 0,000 | Lieve |
| G Globale | 84,132 | Basso |

b) Top Event

Il top event individuato in quest'unità di impianto è indicato nella tabella seguente.

| N° | Top Event | Frequenza di accadimento dell'evento |
|----|--|--------------------------------------|
| 27 | Rilascio istantaneo ossigeno a causa della rottura catastrofica di un serbatoio | <i>n.d.</i> |

c) Scenari

Scenario RT 31: Esplosione stoccaggio ossigeno zona Cotone

2.4.2 Rete OSSIGENO

a) Risultato Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Linea gas | |
|---------------------------------|-------------------|-----------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,001 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 7,990 | - |
| C Esplosione confinata | 1,480 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 71,331 | Moderato |
| T Tossico | 0,000 | Lieve |
| G Globale | 24,365 | Basso |

b) Top Event

Il top event individuato in quest'unità di impianto è indicato nella tabella seguente.

| N° | Top Event | Frequenza di accadimento dell'evento |
|----|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 28 | Rilascio di Ossigeno dalle tubazioni | 9*10 ⁻³ |

c) Scenari

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

2.4.3 Centralino di riduzione**a) Risultato Metodo ad Indici**

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Centralina | |
|---------------------------------|-------------------|--------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,004 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 10,155 | - |
| C Esplosione confinata | 1,474 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 7,444 | Lieve |
| T Tossico | 0,000 | Lieve |
| G Globale | 18,036 | Lieve |

Il risultato evidenzia la NON criticità dell'area in esame.

2.4.4 Stoccaggio O₂ gassoso in acciaieria**a) Risultato Metodo ad Indici**

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Serbatoio acciaieria | |
|---------------------------------|-----------------------------|----------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,027 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 8,435 | - |
| C Esplosione confinata | 1,542 | Basso |
| A Esplosione all'aperto | 89,357 | Moderato |
| T Tossico | 0,000 | Lieve |
| G Globale | 84,132 | Basso |

b) Top Event

Il top event individuato in quest'unità di impianto è indicato nella tabella seguente.

| N° | Top Event | Frequenza di accadimento dell'evento (occ/anno) |
|----|--|---|
| 29 | Rilascio O2 per perdita da rottura di linea alimentazione | 2.0E-3 |
| 30 | Rilascio O2 per rilascio massivo e prolungato da rottura catastrofica linea alimentazione | 3.0E-8 |

c) Scenari

Scenario RT 33: Rilascio catastrofico da stoccaggio ossigeno Acciaieria

Sottounità 2.5: METANO

2.5.1 Stazione SNAM

a) Risultato Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Stazione SNAM | |
|---------------------------------|----------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,002 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 5,547 | - |
| C Esplosione confinata | 0,514 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 0,854 | Lieve |
| T Tossico | 0,446 | Lieve |
| G Globale | 5,851 | Lieve |

Il risultato evidenzia la NON criticità dell'area in esame.

2.5.2 Rete METANO

a) Risultato Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Linea gas | |
|---------------------------------|-------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,001 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 3,612 | - |
| C Esplosione confinata | 0,366 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 18,616 | Basso |

| | | |
|------------------|-------|--------------|
| T Tossico | 0,446 | Lieve |
| G Globale | 4,176 | Lieve |

b) Top Event

Il top event individuato in quest'unità di impianto è indicato nella tabella seguente.

| N° | Top Event | Frequenza di accadimento dell'evento |
|----|---|--------------------------------------|
| 31 | Rilascio di metano dalle tubazioni | $9 \cdot 10^{-3}$ |

c) Scenari

Scenario RT 34: Rilascio da tronchetti di piccolo diametro di gas Metano con conseguente dispersione e incendio del getto.

Scenario RT 35: Esplosione non confinata di gas

UNITÀ 3. Area ACCIAIERIA

Premessa

Per l'analisi della criticità delle sezioni di impianto in termini di sequenze incidentali si sono considerate due aree, caratterizzate da condizioni di esercizio rispettivamente di depressione e di sovrappressione.

L'area in depressione coinvolge la sezione dell'impianto trattamento fumi primari, interfacciata con i convertitori (attraverso la "skirt" o "gonna") fino al ventilatore che assicura l'aspirazione dei fumi. In tale sezione, stante la composizione dei fumi (gas LD o di acciaieria, avente in composizione CO e H₂), la potenziale formazione di atmosfere esplosive è legata o alla fuoriuscita di gas all'esterno delle tubazioni, o all'ingresso di aria nei condotti. A valle del ventilatore, l'impianto lavora in pressione e, la formazione di miscele esplosive è da imputarsi alla fuoriuscita in ambiente esterno di gas LD. In aggiunta a quanto sopra, in tale sezione viene presa in considerazione anche la presenza del metano che alimenta i piloti delle tre fiaccole che provvedono alla combustione dei fumi a basso tenore di CO, non oggetto di recupero.

Area in depressione

Le ipotesi incidentali individuate sono sostanzialmente tre:

- la formazione di una miscela esplosiva all'interno dell'impianto a causa di ingresso di aria;
 - la formazione di miscela esplosiva della sezione uscita polveri grossolane e fini;
 - la fuoriuscita di gas nell'ambiente esterno, con formazione di miscela compresa all'interno del campo di infiammabilità, e, in presenza di innesco, conseguente esplosione e/o incendio.
- a) In relazione alla prima ipotesi, l'ingresso di aria dall'accoppiamento skirt/convertitore genera istantaneamente l'ossidazione del CO a CO₂ a scapito del tenore di CO nei fumi ma senza alcuna conseguenza in termini di rischio di esplosione. Il processo fisico di formazione di CO₂ viene utilizzato, in fase di avvio, prima del soffiaggio, per creare un cuscinio di anidride carbonica che opera la bonifica la tubazione dall'aria falsa presente durante la fase di BLOW-OFF, evitando quindi la formazione di sacche e miscele esplosive nella stessa. Affinché ciò accada l'operatore prevede l'abbassamento della gonna con una decina di secondi di ritardo, dopo aver verificato visivamente l'avvenuto innesco del bagno (punto 23 §14 Prot. 7441).

L'innesco di una deflagrazione, invece, nel tratto di tubazione a valle del raffreddatore ad evaporazione, che convoglia i fumi all'elettrofiltro potrebbe indurre alla formazione di un'onda di combustione e di una sovrappressione che può causare il cedimento della tubazione stessa. Lo sviluppo di modelli matematici per la ricostruzioni di ipotesi di questo genere si limita a studiare condizioni adiabatiche in sistemi chiusi e a volume costante. Tali condizioni non sono applicabili al caso in oggetto, in cui il verificarsi della formazione di miscela esplosiva prevede necessariamente, la presenza di un sistema aperto. Di conseguenza l'attuale modellistica non ci permette di ricostruire questa tipologia di scenario. Tuttavia è bene sottolineare la scarsa probabilità che in questa parte di impianto si possa trovare una fonte di innesco, anche perché la tubazione è dotata di messa a terra.

D'altra parte, una miscela così formata si troverebbe sicuro innesco all'interno dell'elettrofiltro, specificamente dotato di dispositivi di venting contro le sovrappressioni che potrebbero generarsi in tal caso.

- b) In relazione alla seconda ipotesi, ai fini della valutazione della sussistenza delle condizioni che potrebbero portare al suo accadimento, nella tabella seguente è riportata composizione e granulometria delle polveri grossolane e di quelle fini abbattute nell'impianto di trattamento fumi primari LT.

| Composizione | Polveri grossolane | | Polveri fini | |
|--------------------------|--------------------|------------------------|--------------|--------------------------|
| | % | Granulometria | % | Granulometria |
| Fe totale | 85.4 | 0.063/0.2 mm (45 %) | 70.7 | 0.032/0.2 mm (92.5 %) |
| Fe metallico | 71.7 | | 19.7 | |
| Fe ⁺⁺ | 9.0 | | 21.5 | |
| Fe ⁺⁺⁺ | 4.7 | | 29.5 | |
| CaO | 6.5 | | 3.0 | |
| Zn | 0.36 | | 2.0 | |
| Pb | 0.04 | | 0.2 | |
| C tot | 1.4 | | 0.7 | |
| S | 0.02 | | 0.1 | |
| Grado di metallizzazione | 84.2 | | 27.8 | |

Si assumono prudenzialmente le seguenti caratteristiche significative:

- *Limite inferiore di infiammabilità: 120 g/m³*
- *Classificazione: polvere conduttrice*
- *Ignizione della nube: 315 °C*
- *Lenta combustione: 290 °C*
- *Energia minima di accensione 80 mJ.*

La differente composizione delle polveri grossolane e fini (% Fe metallico), nonché le temperature di scarico, e le granulometrie caratteristiche, fanno sì che la formazione di atmosfere pericolose a valle dello scarico in cassone (scarico d'emergenza) delle stesse, che richiederebbero il verificarsi di fenomeni di risospensione con formazione di nube e contemporaneo innesco, siano trascurabili; d'altra parte la modellistica disponibile non consente la valutazione di siffatte configurazioni con sistema aperto.

- c) In merito alla fuoriuscita del gas nell'ambiente esterno, essa può avere luogo:
- in corrispondenza dell'accoppiamento convertitore/skirt,
 - in prossimità della caldaia e tubazioni connesse,

- nell'elettrofiltro.

In particolare tali fuoriuscite possono essere descritte come:

- 1) Fuoriuscita di CO dalla gonna
- 2) Fuoriuscita di CO dall'imbocco dello scivolo additivi
- 3) Fuoriuscita di CO da fori di ingresso lance ossigeno
- 4) Fuoriuscita di CO dalle prese strumenti
- 5) Fuoriuscita di CO dalla tenuta del passo d'uomo
- 6) Fuoriuscita di CO dal coperchio del refrattario
- 7) Fuoriuscita di CO dall'Elettrofiltro.

Data la limitatezza dei dati disponibili applicabili al caso in esame, è risultato difficile valutare rigorosamente i ratei di guasto. Sono stati utilizzati i dati tratti da varie fonti e si è operata una successiva revisione di tali stime per rispecchiare il più fedelmente possibile le reali condizioni di funzionamento.

I ratei di guasto per errore umano o dei dispositivi utilizzati sono fondati su dati ricavati dalla letteratura tecnica specializzata o su stime della fornitrice, che riuniscono informazioni fornite dal cliente con elementi raccolti nella determinazione di altri rischi.

In generale i ratei di guasto utilizzati sono stati ricondotti ad ottimali "standard" di progettazione, costruzione e manutenzione ricavati da banche dati specialistiche. La scarsa presenza di impianti di tale tipologia, porta talvolta a dover utilizzare fonti non specifiche.

Visto che i ratei di guasto si sommano o si moltiplicano a seconda delle porte degli alberi di guasto (porte AND o OR), si ha un progressivo aumento delle incertezze dei risultati. Perciò i limiti di affidabilità per gli eventi conclusivi degli alberi saranno maggiori dei limiti caratteristici della maggioranza dei dati inseriti nei percorsi logici degli alberi.

Area in pressione

Sono state considerate come sorgenti di emissione dell'area in pressione ogni parte dell'impianto (per esempio pompe, flange su tubazioni, prese campione) che potevano costituire una potenziale sorgente di emissione. I ratei di guasto delle apparecchiature dell'impianto derivano dalla consultazione di banche dati, quali CCPS – Guidelines for Process Equipment Reliability Data o dati storici di impianto.

Seguendo la direzione del flusso di gas, il precipitatore elettrostatico è seguito dal ventilatore e dalla stazione di commutazione del gas. Nell'impianto di trattamento LT, il gas è convogliato da un ventilatore assiale a numero di giri variabile, gestito da un inverter.

Durante il funzionamento in modalità recupero, il gas, invece di essere inviato in torcia, dopo un ulteriore fase di raffreddamento, viene convogliato al gasometro, che agisce da polmone per compensare le variazioni tra la portata discontinua di gas in ingresso e la portata continua di gas in uscita verso la CET ELETTRA.

Le aree di impianto in cui vi può essere presenza di gas infiammabile sono:

- *Ventilatore di aspirazione e tubazioni di mandata*
- *Stazione di commutazione (valvole a campana)*
- *Valvole ad occhiale*
- *Camino fiaccola*
- *Raffreddatore del gas*

Incidenti caratteristici e probabilità di accadimento

Dalla bibliografia si sono ricavati dati medi di rottura dei componenti dell'impianto, per verificare se questi rispettassero le condizioni di funzionamento ipotizzate nello studio e per confrontarli con i valori presenti nei dati di manutenzione registrati in impianto (cfr. Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis – CCPS of the American Institute of Chemical Engineering – 345 East 47th Street, New York, NY 10017-1989-Cap. 5 - Generic Failure Rate Data Base).

Si sono riscontrati i seguenti valori:

| | |
|--------------------------|--|
| Valvola manuale | 0.152 guasti su 10 ⁶ ore di funzionamento |
| Valvola pneumatica | 3.59 guasti su 10 ⁶ ore di funzionamento |
| Valvola elettromeccanica | 0.409 guasti su 10 ⁶ ore di funzionamento |
| Tenuta pompe | 104 guasti su 10 ⁶ ore di funzionamento |

I nodi che possono diventare fonte di emissione di CO sono:

1. Presa strumentazione da 1"
2. Valvola di intercettazione (perdita dallo stelo) con o-ring
3. Valvola di intercettazione (perdita dallo stelo) con premistoppa
4. Valvola con tappo filettato
5. Valvola ad occhiale
6. Sfiato guardia idraulica

La tenuta dell'albero del ventilatore e la tenuta delle valvole a campana, sono flussate con azoto e diventano sorgente di emissione in caso di indisponibilità o bassa portata azoto.

In definitiva, per l'area in pressione, i TOP EVENT che si configurano dall'analisi, sono:

- Emissione di CO dalle prese degli strumenti con possibile formazione di vapori infiammabili (Albero: emissione dalle prese strumentali);
- Emissione di CO dalla torcia con possibile formazione di vapori infiammabili (Albero: emissione della torcia);
- Emissione di CO dallo spurgo della guardia idraulica con possibile formazione di vapori infiammabili. (Albero: emissione dal troppopieno della guardia idraulica);
- Emissione di CO dalla tenuta valvola a campana e/o dalla tenuta albero ventilatore;
- Emissione di CH₄ dalle tubazioni di alimentazione gas alla torcia.

Sottounità 3.1: COV**3.1.1 Convertitore****a) Risultati Metodo ad Indici**

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | COV | |
|---------------------------------|-------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,015 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 17,176 | - |
| C Esplosione confinata | 1,192 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 10,666 | Basso |
| T Tossico | 2,379 | Lieve |
| G Globale | 53,979 | Basso |

b) Top Event

Il top event si configura quale la fuoriuscita di gas nell'ambiente esterno in corrispondenza dell'accoppiamento convertitore/skirt, con formazione di miscela compresa all'interno del campo di infiammabilità, e, in presenza di innesco, conseguenti esplosione/incendio.

Il top event individuato in quest'unità di impianto è indicato nella tabella seguente.

| <i>N°</i> | <i>Top Event</i> | <i>Frequenza di accadimento dell'evento</i> |
|-----------|--------------------------------------|---|
| 32 | Fuoriuscita di CO dalla gonna | 1.35*10⁻⁵ |

c) Scenari

Nel valutare le conseguenze relative alle perdite di CO evidenziate nel TOP EVENT si deve tener conto che una qualsivoglia fuoriuscita di CO da questa sezione di impianto che lavora a temperatura superiore a quella di autoaccensione del gas (605°C), genera immediata accensione del gas stesso senza rischio di esplosione.

3.1.2 Linea gas LDG**3.1.2.1 Tratto in depressione****a) Risultati Metodo ad Indici**

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Linea Gas | |
|---------------------------------|-------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,002 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 15,020 | - |
| C Esplosione confinata | 1,086 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 27,548 | Basso |
| T Tossico | 2,644 | Lieve |
| G Globale | 31,882 | Basso |

b) Top Event

Il top event si configura quale la fuoriuscita di gas nell'ambiente esterno, con formazione di miscela compresa all'interno del campo di infiammabilità, e, in presenza di innesco, conseguente esplosione/incendio. I top event individuati sono elencati nella tabella seguente.

| <i>N°</i> | <i>Top Event</i> | <i>Frequenza di accadimento dell'evento</i> |
|-----------|--|---|
| 33 | Fuoriuscita di CO dall'imbocco dello scivolo additivi | 1.88*10⁻⁶ |
| 34 | Fuoriuscita di CO da fori di ingresso lance O2. | 2.87*10⁻⁶ |

| | | |
|----|--|-----------------------------|
| 35 | <i>Fuoriuscita di CO dalle prese strumenti</i> | <i>1.93*10⁻⁵</i> |
| 36 | <i>Fuoriuscita di CO dalla tenuta del passo d'uomo</i> | <i>1.93*10⁻⁵</i> |
| 37 | <i>Fuoriuscita di CO dal coperchio del refrattario</i> | <i>1.88*10⁻⁶</i> |

c) Scenari

Nel valutare le conseguenze relative alle perdite di CO evidenziate per gli eventi Top individuati, si deve tener conto che una qualsivoglia fuoriuscita di CO nella tubazione della sezione di impianto che va dai convertitori allo scrubber (raffreddatore ad evaporazione), lavorando a temperatura superiore a quella di autoaccensione del gas (605°C), genera immediata accensione del gas stesso senza mai arrivare a condizioni di formazione di miscela esplosiva.

3.1.2.2 Tratto in pressione

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Linea Gas | |
|---------------------------------|-------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,002 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 15,020 | - |
| C Esplosione confinata | 1,086 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 27,548 | Basso |
| T Tossico | 2,644 | Lieve |
| G Globale | 31,882 | Basso |

b) Top Event

Il top event si configura quale la fuoriuscita di gas nell'ambiente esterno, con formazione di miscela compresa all'interno del campo di infiammabilità, e, in presenza di innesco, conseguente esplosione/incendio.

Il top event individuato in quest'unità di impianto è elencato nella tabella seguente.

| N° | Top Event | Frequenza di accadimento dell'evento |
|----|--|--------------------------------------|
| 38 | <i>Emissione di CO dalle prese degli strumenti con possibile formazione di vapori infiammabili</i> | <i>9.78*10⁻⁶</i> |

c) Scenari

Gli scenari individuati sono:

Scenario ACC 01: Perdita di CO dalla Presa strumentazione da 1"

Scenario ACC 02: Perdita di CO da Valvola di intercettazione (perdita dallo stelo) con o-ring

Scenario ACC 03: Perdita di CO da Valvola di intercettazione (perdita dallo stelo) con premistoppa

Scenario ACC 04: Perdita di CO da Valvola con tappo filettato

3.1.3 Elettrofiltro

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Elettrofiltro | |
|---------------------------------|----------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,056 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 32,674 | - |
| C Esplosione confinata | 1,654 | Basso |
| A Esplosione all'aperto | 15,017 | Basso |
| T Tossico | 2,644 | Lieve |
| G Globale | 181,220 | Basso |

Nonostante i valori ottenuti dall'analisi, tenendo conto delle condizioni di funzionamento del componente e dello storico di stabilimento, si procede all'analisi delle possibili condizioni incidentali che si possono avere sulla stessa unità.

b) Top Event

Il top event si configura quale la fuoriuscita di gas nell'ambiente esterno dall'elettrofiltro, con formazione di miscela compresa all'interno del campo di infiammabilità, e, in presenza di innesco, conseguenti esplosione/incendio.

Il top event individuato in quest'unità di impianto è indicato nella tabella seguente.

| <i>N°</i> | <i>Top Event</i> | <i>Frequenza di accadimento dell'evento</i> |
|-----------|---|---|
| 39 | Fuoriuscita di CO dall'elettrofiltro | 1.88*10⁻⁶ |

c) Scenari

Scenario ACC 05: Esplosione elettrofiltro

3.1.4 Ventilatore

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Ventilatore | |
|---------------------------------|--------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,025 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 18,725 | - |

| | | |
|--------------------------------|--------|--------------|
| C Esplosione confinata | 1,061 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 2,030 | Lieve |
| T Tossico | 2,644 | Lieve |
| G Globale | 31,059 | Basso |

b) Top Event

Il top event si configura quale la fuoriuscita di gas nell'ambiente dal ventilatore, con formazione di miscela compresa all'interno del campo di infiammabilità, e, in presenza di innesco, conseguenti esplosione/incendio.

Il top event individuato in quest'unità di impianto è indicato nella tabella seguente.

| N° | Top Event | Frequenza di accadimento dell'evento |
|----|---|--------------------------------------|
| 40 | Emissione dalla tenuta dalla tenuta albero ventilatore | 2.1*E-3 |

c) Scenari

Scenario ACC 06: Perdita da Tenute ventilatore

3.1.5 Torcia

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Torcia | |
|---------------------------------|-------------------|-----------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,125 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 15,180 | - |
| C Esplosione confinata | 1,129 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 86,452 | Moderato |
| T Tossico | 2,938 | Lieve |
| G Globale | 163,269 | Basso |

b) Top Event

I top event individuati in quest'unità di impianto sono indicati nella tabella seguente.

| N° | Top Event | Frequenza di accadimento dell'evento |
|----|---|--------------------------------------|
| 41 | Emissione dalla torcia con possibile formazione di vapori infiammabili | 1.0*10-3 |
| 42 | Emissione dallo sfiato della guardia idraulica con possibile | 4.0*10-6 |

| | | |
|----|--|--|
| | <i>formazione di vapori infiammabili</i> | |
| 43 | <i>Emissione di CH₄ a seguito perdita dalle tubazioni con formazione di miscela esplosiva</i> | <i>8.9*10⁻³ (punto 39 §14 prot. 7441)</i> |

TOP EVENT 43: Emissione di CH₄ (per la torcia) a seguito perdita dalle tubazioni con formazione di miscela esplosiva

Durante la fase di decarburazione, il gas ad alto potere calorifico è inviato al Gasometro, mentre il gas a basso potere calorifico che si forma all'inizio e alla fine del periodo di soffiaggio è inviato al camino fiaccola per essere bruciato. Al fine di garantire la completa ed immediata combustione, il camino fiaccola è equipaggiato con un sistema di accensione alimentato con metano che funge da gas di supporto e di alimentazione dei bruciatori pilota.

La presenza di gas metano determina a sua volta zone a rischio di esplosione per la presenza di sistemi di intercettazione, riduzione di pressione, convogliamento ed emissione per combustione.

Il sistema di adduzione del gas metano è così costituito:

- a) Gas di supporto:
 - Pressione di alimentazione 400 kPa
 - Valvola di intercettazione automatica NC
 - Gruppo di riduzione e misura da 400 kPa a 150kPa
 - Tubazione di adduzione al bruciatore fiaccola DN 100
 - Portata ~2000 Nmc/h
- b) Gas di alimentazione piloti:
 - Pressione di alimentazione 400 kPa
 - Portata 9 Nmc/h
 - Valvola di intercettazione automatica NC
 - Gruppo di riduzione e misura da 400 kPa a 4kPa
 - Tubazione di adduzione al bruciatore fiaccola DN 25
 - Portata 9 Nmc/h

Sono state individuate quali sorgenti di emissione (che possono emettere, in quantità significativa, oltre il limite accettabile di concentrazione in aria, soltanto a causa di funzionamento anormale dei dispositivi di tenuta, di sicurezza):

- a) Le tenute meccaniche di: valvole automatiche e non, riduttori, raccordi e organi di collegamento, raccordi di collegamento della strumentazione di misura;
- b) Gli sfiati convogliati all'esterno di valvole di "degasaggio" dei collettori e rampe di alimentazione dei bruciatori e delle valvole di sovrappressione.

Si considera come sorgente di emissione una perdita con dimensione del foro uguale 0.25 mm².

c) Scenari

Gli scenari individuati sono legati ad esplosioni indotte dalle perdite di CO e CH₄.

In particolare si fa riferimento a:

Scenario ACC 07: Perdita di CO da sfiato guardia idraulica

Scenario ACC 08: Perdita di CH₄ dalla tubazione adduzione gas metano in torcia.

3.1.6 Stazione di commutazione

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Stazione a campana | |
|---------------------------------|---------------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,001 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 8,066 | - |
| C Esplosione confinata | 0,508 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 24,093 | Basso |
| T Tossico | 2,644 | Lieve |
| G Globale | 14,113 | Lieve |

b) Top Event

Il top event si configura quale la fuoriuscita di gas nell'ambiente dal ventilatore, con formazione di miscela compresa all'interno del campo di infiammabilità, e, in presenza di innesco, conseguenti esplosione/incendio.

| N° | Top Event | Frequenza di accadimento dell'evento |
|----|--|--------------------------------------|
| 44 | Emissione CO dalla tenuta valvola a campana | 2.1*E-3 |
| 45 | Rilascio a monte del ventilatore | 2.0*E-3 |

c) Scenari

Gli eventi TOP ritenuti significativi ai fini dell'identificazione degli scenari incidentali sono di seguito indicati.

Scenario ACC 09: Perdita di CO da tenuta valvola a campana.

Sottounità 3.2: CC

3.2.1 Colata continua

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto dal DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Colata continua | |
|---------------------------------|------------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,033 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 7,311 | - |
| C Esplosione confinata | 1,386 | Lieve |

| | | |
|--------------------------------|--------|--------------|
| A Esplosione all'aperto | 11,668 | Basso |
| T Tossico | 0,706 | Lieve |
| G Globale | 16,017 | Lieve |

Il risultato dell'applicazione del metodo ad indici evidenzia la NON criticità dell'area in esame.

3.2.2 Ossitaglio

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto dal DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Ossitaglio | |
|---------------------------------|-------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,057 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 33,594 | - |
| C Esplosione confinata | 2,378 | Basso |
| A Esplosione all'aperto | 4,248 | Lieve |
| T Tossico | 0,689 | Lieve |
| G Globale | 74,368 | Basso |

Il risultato dell'applicazione del metodo ad indici evidenzia la NON criticità dell'area in esame.

3.2.3 Cannelli ossigeno

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto dal DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Cannelli ossigeno | |
|---------------------------------|--------------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,049 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 22,250 | - |
| C Esplosione confinata | 2,275 | Basso |
| A Esplosione all'aperto | 4,667 | Lieve |
| T Tossico | 0,689 | Lieve |
| G Globale | 47,326 | Basso |

Il risultato dell'applicazione del metodo ad indici evidenzia la NON criticità dell'area in esame.

Sottounità 3.3: Trattamenti acciaieria

3.3.1 Centraline oleodinamiche LF

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto dal DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Impianto lubrificazione | |
|---------------------------------|--------------------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,014 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 7,557 | - |
| C Esplosione confinata | 1,386 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 6,141 | Lieve |
| T Tossico | 0,744 | Lieve |
| G Globale | 11,582 | Lieve |

Il risultato dell'applicazione del metodo ad indici evidenzia la NON criticità dell'area in esame.

L'ubicazione delle principali centrali oleodinamiche è in generale collocata in ambienti compartimentati, in locali ricavati lateralmente ai tunnel di servizio esistenti sotto l'impianto, distanti da sorgenti di innesco tipiche di impianti che operano con materiali ad alta temperatura.

In caso di incendio di lubrificante fuoriuscito accidentalmente da un serbatoio, le conseguenze sono da attendersi limitate alla zona, con eventuale coinvolgimento dei cablaggi elettrici presenti nelle stesse gallerie, comunque modesti dal punti di vista dell'incidente rilevante. Gli impianti di rivelazione e spegnimento sprinkler in fase di realizzazione permetteranno di evitare o ridurre considerevolmente le conseguenze di tali eventi.

Un discorso a sé stante si deve fare per tutta l'area trattamenti dell'acciaieria, dove si ha movimentazione di siviere contenenti quantitativi significativi di materiale ad alta temperatura, che, in caso di sversamento accidentale (sfondamento siviera, problemi in fase di movimentazione con carro ponte), fuoriuscendo darà sicuramente luogo ad incendio degli eventuali materiali o cablaggi presenti nell'area dello sversamento. L'evento prevedibile, stante l'esigua presenza di stoccaggi di materiali combustibili e/o infiammabili è comunque tale da non portare a considerare alcun scenario significativo per cui approfondire l'analisi.

3.3.2 VD

3.3.2.1 Centraline olio

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto dal DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Centraline olio | |
|---------------------------------|------------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,001 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 7,064 | - |
| C Esplosione confinata | 1,386 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 0,729 | Lieve |
| T Tossico | 0,706 | Lieve |
| G Globale | 7,484 | Lieve |

Il risultato dell'applicazione del metodo ad indici evidenzia la NON criticità dell'area in esame. Valgono le considerazioni riportate nella sezione precedente.

3.3.2.2 Ossitaglio

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto dal DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Ossitaglio | |
|---------------------------------|-------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,011 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 33,594 | - |
| C Esplosione confinata | 2,378 | Basso |
| A Esplosione all'aperto | 4,248 | Lieve |
| T Tossico | 0,689 | Lieve |
| G Globale | 51,829 | Basso |

Il risultato dell'applicazione del metodo ad indici evidenzia la NON criticità dell'area in esame.

3.3.2.3 Linea gas

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto dal DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Linea Gas | |
|---------------------------------|-------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,004 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 15,066 | - |
| C Esplosione confinata | 1,160 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 2,988 | Lieve |
| T Tossico | 2,644 | Lieve |
| G Globale | 21,417 | Basso |

Il risultato dell'applicazione del metodo ad indici evidenzia la NON criticità dell'area in esame.

UNITA' 4. Area COKERIA

Sottounità 4.1: MACINAZIONE FOSSILE

4.1.1 Sili

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Sili | |
|---------------------------------|-------------------|-----------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 3,036 | Basso |
| D Incendio ed esplosione | 1,797 | - |
| C Esplosione confinata | 0,388 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 62,399 | Moderato |
| T Tossico | 0,000 | Lieve |
| G Globale | 20,014 | Basso |

Il rischio di esplosione dell'area è legato al fatto che nell'analisi si è fatto riferimento essenzialmente a polveri combustibili di granulometria intorno a 100 micron. In realtà il fossile nei silos ha pezzatura variabile fino a qualche cm, con umidità non trascurabile. L'ambiente dei silos, che sono assimilabili a grosse tramogge con carico dall'alto del materiale, è essenzialmente un ambiente non confinato, in cui non si ha presenza di inneschi particolari (di tipo elettrico o termico).

In letteratura viene evidenziato [Baker, Tang; GAS, DUST AND HYBRID EXPLOSIONS; 1991] come le condizioni affinché le polveri combustibili esplodano siano legate, oltre che alla presenza di una sostanza ossidante e da un innesco, alla condizione di confinamento della presunta atmosfera esplosiva. Tale confinamento viene considerato pre-requisito essenziale al verificarsi di un rischio esplosione.

Nubi non confinate di polveri possono essere innescate dando luogo a un fire ball, esclusivamente se si tratta di polveri combustibili ad alta reattività (ad esempio polveri metalliche, quali quelle di alluminio). In considerazione sia di quanto riportato in letteratura che dell'assenza di informazioni relative ad incidenti di questo genere, si può affermare che l'ipotesi incidentale di esplosione da polvere non sia applicabile in questa sezione di impianto.

Altri riferimenti di letteratura, riportano per le polveri di carbone e per le polveri di coke le seguenti caratteristiche e limiti inferiori di infiammabilità per il carbone:

| Sostanza | Dimensione media delle particelle (micron) | Calore di combustione (kCal/kg) | Quantità polvere corrispondente alla miscela stechiometrica (g/m ³) | Limite inferiore di infiammabilità (g/m ³) |
|-------------------|--|---------------------------------|---|--|
| Carbone fossile | 8 | 7700 | 155 | 30 |
| Coke metallurgico | 5 | 6560 | 125 | 37 |

Come si può notare, il fossile nei silos in esame ha caratteristiche geometriche con granulometria significativamente superiore alle condizioni considerate.

4.1.2 Mulini

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Mulino | |
|-------------------|-------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,000 | Lieve |

| | | |
|---------------------------------|-------|--------------|
| D Incendio ed esplosione | 2,283 | - |
| C Esplosione confinata | 0,865 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 0,371 | Lieve |
| T Tossico | 0,000 | Lieve |
| G Globale | 2,325 | Lieve |

Il risultato dell'applicazione del metodo ad indici evidenzia la NON criticità dell'area in esame.

Sottounità 4.2: TORRE DI CARICA

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Torre di carica | |
|---------------------------------|------------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,001 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 2,810 | - |
| C Esplosione confinata | 0,793 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 2,127 | Lieve |
| T Tossico | 0,000 | Lieve |
| G Globale | 3,028 | Lieve |

b) Top Event

L'analisi di questa fase del processo non ha evidenziato la presenza di fattori che portino al manifestarsi di un incidente rilevante, quanto invece la possibilità che si verifichino, in presenza di determinate condizioni, emissioni di modeste quantità di polveri e gas in atmosfera e perciò fenomeni di inquinamento ambientale. La presenza di polveri nelle torri di carica è dovuta al basso tenore di umidità del fossile oppure ad una pezzatura troppo fine e quindi al di fuori degli standard di miscelazione.

Il top event individuato in quest'unità di impianto è indicato nella tabella seguente.

| <i>N°</i> | <i>Top Event</i> | <i>Frequenza di accadimento dell'evento</i> |
|-----------|---|---|
| 46 | <i>Fuoriuscita polveri dalla torre</i> | <i>n.d.</i> |

Sottounità 4.3: CARICATRICE/TRAMOGGIA

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Tramoggia | |
|---------------------------------|-------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 1,332 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 8,262 | - |
| C Esplosione confinata | 0,904 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 21,556 | Basso |
| T Tossico | 0,000 | Lieve |
| G Globale | 88,441 | Basso |

b) Top Event

L'analisi di questa fase del processo non ha evidenziato la presenza di fattori che portino al manifestarsi di un incidente rilevante, quanto invece la possibilità che si verifichino, in presenza di determinate condizioni, emissioni di modeste quantità di polveri e gas in atmosfera e perciò fenomeni di inquinamento ambientale.

Il top event individuato in quest'unità di impianto è indicato nella tabella seguente.

| N° | Top Event | Frequenza di accadimento dell'evento |
|----|---|--------------------------------------|
| 47 | Fuoriuscita polveri e gas dal forno durante il caricamento | <i>n.d.</i> |

Possibili cause:

- A) Imperfetta tenuta tra tramoggia di trasferimento e bocchetta di carica
- B) Intasamento tra le due tramogge
- C) Eccessiva pressione nel forno
- D) Mancata conservazione del pacchetto fossile nella tramoggia di trasferimento, dovuta a:
 - D1) Anomalia della sonda di controllo livello
 - D2) Blocco in apertura della farfalla

c) Scenario

Nel caso di fuoriuscita di polvere, lo scenario ipotizzabile è rappresentato dalla dispersione di polveri e successiva deposizione. Tuttavia, dati gli esigui quantitativi, non si ritiene sia significativo come incidente rilevante.

La fuoriuscita di gas e la presenza di abbondanti fonti di innesco (elevate temperature dal forno in fase di carica) può portare occasionalmente al verificarsi di piccoli incendi che tuttavia non danno luogo a scenari rilevanti. Il danno più grave che si possa verificare, evento storicamente accaduto in stabilimenti similari italiani, è l'incendio della macchina stessa, qualora al verificarsi di tale condizione incidentale l'operatore non dovesse provvedere a spostare la caricatrice dalla verticale del forno in fase di caricamento.

Sottounità 4.4: BATTERIA DI DISTILLAZIONE E AUSILIARI

4.4.1 Batteria 27 Forni

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Forni 27 | |
|---------------------------------|-------------------|-----------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,012 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 10,991 | - |
| C Esplosione confinata | 0,728 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 47,617 | Moderato |
| T Tossico | 3,492 | Lieve |
| G Globale | 49,607 | Basso |

b) Top Event

Nelle celle della batteria avviene la distillazione del fossile con produzione di coke e di gas di cokeria grezzo. Durante la fase di distillazione il fossile libera le sostanze volatili in esso contenute; il gas prodotto fuoriesce dalle celle e viene raffreddato nel bariletto con spruzzi di acqua ammoniacale. L'aspirazione del gas dal bariletto viene garantita dagli estrattori; il controllo della pressione viene realizzato attraverso la farfalla di regolazione posta sui collettori trasversali gas, all'uscita del bariletto. Variazioni positive o negative della pressione possono indurre condizioni di sfogo di gas all'atmosfera o ingresso di aria nei forni, con rischi di incendio e/o esplosione.

I top event individuati in quest'unità di impianto sono elencati nella tabella seguente.

| N° | Top Event | Frequenza di accadimento dell'evento |
|----|---|--------------------------------------|
| 48 | Formazione di miscela esplosiva per ingresso di aria nei forni | 9.6E-3 |
| 49 | Fuoriuscita di gas coke nell'ambiente esterno | 1.12E-2 |
| 50 | Sfornamento di coke incandescente sulla passerella e/o sulla macchina e/o sui binari e/o sulla rampa | 2.59E-2 |
| 51 | Emissione incombusti e polveri nell'ambiente esterno per cattiva distillazione | 1.0E-1 |
| 52 | Caduta di coke incandescente con possibilità di ustioni alle persone | 1.0E-2 |
| 53 | Incendio torre di spegnimento | Trascurabile |
| 54 | Danneggiamento strutturale batteria | 2.0E-5 |

Degli ultimi quattro eventi top identificati, i primi due riguardano le operazioni di sfornamento coke, mentre gli altri sono relativi alle fasi di trasporto dalle celle alla torre di spegnimento coke.

TOP EVENT 48: Formazione di miscela esplosiva per ingresso di aria nei forni

L'imperfetta tenuta dei coperchi, delle porte o dei cappelli oppure la difettosa sigillatura tra carpenteria e muratura consentono, in una situazione di depressione delle celle o dei bariletti, l'entrata di aria nei forni (porta AND nel ramo alto dell'albero dei guasti).

In realtà, come illustrato di seguito nell'analisi del bariletto, in tali condizioni l'ingresso d'aria sarebbe tale da avere la sua combustione immediata nel forno, stante l'elevata temperatura. In ogni caso, l'aria tende a fluire verso il bariletto, ove in tal caso si avrebbe il .

Per ogni evento citato sono di seguito identificate le cause che ne potrebbero originare la manifestazione; per maggiore chiarezza grafica esse non sono state riportate nell'albero dei guasti, dove andrebbero connesse con porte OR al relativo evento conseguenza, e vengono qui di seguito elencate.

Cause di IMPERFETTA TENUTA COPERCHI

- Mancato posizionamento nelle sedi
- Incrostazioni e/o accumulo di fossili
- Deformazioni delle strutture

Cause di IMPERFETTA TENUTE PORTE

- Deformazione del telaio di tenuta e/o della porta
- Incrostazioni e/o accumulo di fossili
- Incrostazioni sulle superfici delle sedi di tenuta e/o sulle piattine di contenimento mattoni per mancata pulizia periodica
- Incrostazioni sulle superfici del telaio del forno per mancata pulizia periodica
- Incrostazioni sulla suola del forno per mancata pulizia routinaria

Cause di IMPERFETTA TENUTA CAPPELLI

- Incrostazioni sulle sedi di tenuta
- Deformazioni delle sedi dei cappelli
- Bloccaggio del levismo di comando cappelli
- Mancata tenuta idraulica della valvola a tazza
- Errori operativi nella manovra dei cappelli

Cause di DEPRESSIONE NELLA CELLA

- Eccessiva eiezione per blocco in apertura della valvola vapore
- Blocco o cattiva regolazione in apertura della valvola
- Eccessiva aspirazione impianto sottoprodotti fuori range di regolazione bariletto

Quest'ultima situazione si può verificare nel caso si abbiano tempi di distillazione troppo lunghi, infatti a fine distillazione non si ha più produzione di gas, la farfalla di regolazione è chiusa e per mantenere la corretta contro-pressione nel bariletto devo ridurre la marcia degli estrattori, per bilanciare l'aspirazione.

Cause di DEPRESSIONE NEL BARILETTO

- Eccessiva aspirazione impianto sottoprodotti
- Marcia dei forni al di sotto dei parametri minimi di conduzione
- Errata regolazione valvola.

TOP EVENT 49: Fuoriuscita di gas coke nell'ambiente esterno

A tale evento top sono associate perdite di modeste entità, determinate da difetti di tenuta di coperchi, porte e cappelli.

La struttura dell'albero è equivalente a quella relativa all'evento "formazione di miscela esplosiva per ingresso aria nei forni"; nella parte destra compaiono le caselle indicanti l'eccesso di pressione nelle celle e nei bariletti. Il ramo sinistro dell'albero è identico al caso precedente per cui si omette la lista delle cause di rilascio.

Cause di SOVRAPRESSIONE NELLA CELLA

- Intasamento canale gas
- Intasamento tubo di sviluppo
- Intasamento gomito
- Chiusura valvola a tazza (gamella)

Cause di SOVRAPRESSIONE NEL BARILETTO

- Deformazione bariletto per surriscaldamento
- Accumulo residui nel bariletto per mancata o insufficiente portata acqua di lavaggio
- Blocco o cattiva regolazione in chiusura valvola
- Mancanza acqua di raffreddamento
- Mancata aspirazione impianto sottoprodotti
- Intasamento del collettore di aspirazione
- Mancata eiezione per blocco in chiusura della valvola alta pressione acqua ammoniacale.

TOP EVENT 50: Sforamento di coke incandescente sulla passerella e/o sulla macchina e/o sui binari e/o sulla rampa

Possibili cause:

- A) Mancato allineamento sfornatrice/guida/carro dovuto ad un errore operativo di posizionamento o all'anomalia del sistema di comunicazione
- B) Spostamento accidentale di una o più macchine
- C) Errore operativo:
 - mancato serraggio porta lato coke
 - mancato inserimento gabbia
 - mancato posizionamento carro
 - porte del carro lasciate aperte.

TOP EVENT 51: Emissione incombusti e polveri nell'ambiente esterno per cattiva distillazione

Possibili cause:

- A) Carbone infornato fuori norma
- B) Tempo di distillazione non corretto
- C) Mancanza di refrattari alle porte
- D) Combustione anomala e/o non uniforme.

Allo stato attuale, tale evento risulta tutt'altro che improbabile e legato al non ottimale assetto termico della batteria 27F piuttosto che ad errori procedurali.

TOP EVENT 52: Caduta di coke incandescente con possibilità di ustioni alle persone

Possibili cause:

- A) Mancanza di piastre alle porte
- B) Mancanza di alimentazione elettrica al motore di traslazione del carro.

TOP EVENT 53: Incendio torre di spegnimento

Può avere luogo per mancanza di acqua alla doccia con il carro posizionato sotto la torre di spegnimento. La probabilità dell'evento considerato è ritenuta trascurabile.

TOP EVENT 54: Danneggiamento strutturale batteria

Si può avere tale evento conseguentemente alla perdita di operatività del sistema di inversione. In particolare, con i rubinetti in posizione intermedia (1/2 posizione), resterebbero i forni senza gas di riscaldamento. Il blocco dell'inversione si può avere per le seguenti cause:

- A) fault PLC
- B) rottura tirante
- C) segnalazione incongruenza da due finecorsa
- D) Eccessiva frizione da tiranteria
- E) Rubinetto a tre vie bloccato
- F) Bassa pressione collettore gas alimentazione
- G) Guasto centrale oleodinamica macchina inversione

In relazione alla centrale oleodinamica, si evidenzia l'alimentazione privilegiata delle utenze elettriche ad essa connesse, oltre alla presenza di accumulatori di fluido in pressione che permettono l'esecuzione di tutte le manovre che si rendessero necessarie per il completamento di un'operazione di inversione interrotta durante la sua effettuazione.

Se il guasto non viene individuato, viene tolto gas ai collettori, inserito azoto per mantenimento pressione positiva, e vengono effettuate manovre "in bianco" con operatori presenti per individuare e rimuovere la causa del malfunzionamento. In tali condizioni la batteria funziona in condizioni di emergenza, vengono interrotti gli sfornamenti, viene fermata l'aspirazione ed il sistema fumi, onde garantire il mantenimento del regime termico della batteria per un tempo più lungo ed evitare i danneggiamenti strutturali che si avrebbero per fermata prolungata, con raffreddamento delle strutture e del refrattario fino a 800 °C (tempi di fermo macchina accettabili, fino a 1÷2 h).

c) Scenari

Scenario COK 01: esplosione di gas nell'ambiente esterno (produzione gas COK grezzo)

4.4.2 Batteria 45 Forni

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| Forni 45 | | |
|---------------------------------|-------------------|-----------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,012 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 11,230 | - |
| C Esplosione confinata | 0,728 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 74,827 | Moderato |
| T Tossico | 3,492 | Lieve |
| G Globale | 59,919 | Basso |

a) Top event

Sebbene la batteria 45F sia sicuramente caratterizzata da una tecnologia più recente rispetto alla 27F, soprattutto per quanto riguarda gli automatismi, i sistemi di sicurezza e le performance ambientali, oltre a più sofisticati sistemi di controllo e supervisione del funzionamento, al fine dell'identificazione dei top event valgono considerazioni analoghe a quanto già visto per la batteria 27F. Di seguito, si includono solo gli elementi che costituiscono motivo di differenza sostanziale fra le due batterie analizzate.

| N° | Top Event | Frequenza di accadimento dell'evento |
|----|---|--------------------------------------|
| 55 | Formazione di miscela esplosiva per ingresso di aria nei forni | 9.6E-3 |
| 56 | Fuoriuscita di gas coke nell'ambiente esterno | 1.12E-2 |
| 57 | Sfornamento di coke incandescente sulla passerella e/o sulla macchina e/o sui binari e/o sulla rampa | 2.59E-2 |
| 58 | Emissione incombusti e polveri nell'ambiente esterno per cattiva distillazione | 1.0E-2 |
| 59 | Caduta di coke incandescente con possibilità di ustioni alle persone | 1.0E-2 |
| 60 | Incendio torre di spegnimento | Trascurabile |
| 61 | Danneggiamento strutturale batteria | 1.0E-5 |

TOP EVENT 55: Formazione di miscela esplosiva per ingresso di aria nei forni

L'incidente risulta potenzialmente verificabile durante la fase di caricamento, o in occasione di un'operazione di pulizia delle curve e delle colonne di sviluppo.

In tale ambito si potrebbe avere un errore dell'operatore che anticipa l'apertura dell'acqua ammoniacale, forzando la depressione interna al forno prima dell'abbassamento dei cannocchiali di carica dalla macchina al forno.

TOP EVENT 56: Fuoriuscita di gas COK nell'ambiente esterno

Sono valide, in generale, le ipotesi già fatte per la batteria 27F.

Si noti comunque che:

- ⇒ imperfetta tenuta dei cappelli, si può avere per disfacimento della guardia idraulica o presenza di sporco sulla sede del cappello;
- ⇒ sovrappressione in cella, si può avere per chiusura gamella, o per mancata comunicazione fra bariletto e forno, senza sfogo gas nei forni;
- ⇒ sovrappressione bariletto.

In tali condizioni si potrà avere la fermata dell'impianto.

TOP EVENT 57: Sforamento di coke incandescente sulla passerella e/o sulla macchina e/o sui binari e/o sulla rampa

Su batteria 45F è operante un interblocco con fine corsa su gabbie, che garantiscono preliminarmente all'inizio dell'operazione, l'inserimento della stessa. La sfornatrice e la transfer car sono dotate di controllo automatico reciproco di posizione, mentre il carro coke si muove in maniera indipendente, con azionamento manuale (è quindi ipotizzabile un errore umano).

TOP EVENT 61: Danneggiamento strutturale batteria

Nella batteria 45F, va evidenziata la presenza di un sistema laser che controlla la posizione dei tamponi e dà segnalazione di allarme cumulativo "tamponi aperti", ovvero fuori posizione, da cui l'operatore ha ulteriori strumenti di diagnostica per evidenziare in maniera tempestiva l'origine del problema ed avviare gli interventi per la sua risoluzione.

c) Scenari

Scenario COK 02: Esplosione di gas nell'ambiente esterno (produzione gas COK grezzo)

4.4.3 Sistema di riscaldamento e alimentazione batterie

L'analisi che segue, stante le analogie di tipo funzionale esistenti fra il sistema di riscaldamento della batteria 27F e della batteria 45F, vede i discorsi riferiti ad un sistema di riscaldamento "standard". Eventuali differenze significative dal punto di vista impiantistico sono evidenziate nel corso dell'analisi di seguito illustrata (punto 62 §14 Prot. 7441).

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Sistema di riscaldamento | |
|---------------------------------|---------------------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,003 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 4,541 | - |
| C Esplosione confinata | 0,475 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 2,111 | Lieve |
| T Tossico | 3,492 | Lieve |
| G Globale | 5,902 | Lieve |

b) Top Event

Il gas COK utilizzato per l'alimentazione dei piedritti viene prelevato dalla rete di distribuzione ad una pressione di circa 300 mm c.a., ridotta alla base dei forni fino a circa 100 mm c.a. La pressione di alimentazione viene mantenuta costante alla base dei forni attraverso un regolatore di pressione che agisce su una farfalla regolatrice.

In tale sezione d'impianto, si può avere incendio e/o esplosione, che può verificarsi internamente od esternamente alla linea (TOP EVENT 60 e 61) e ancora, in quest'ultimo caso, in un'area aperta (esplosione non confinata) o all'interno del locale di inversione (esplosione confinata). Ciò presuppone la formazione di una miscela di composizione nel campo di infiammabilità e dalla contemporanea presenza di un innesco. Per i due casi sono stati costruiti gli alberi di guasto che consentono l'individuazione immediata delle disfunzioni che portano all'evento indesiderato.

Sono stati considerati i malfunzionamenti che possono insorgere nelle operazioni di apertura e chiusura ventole, apertura e chiusura tamponi valvoloni a gas e ad aria, apertura e chiusura rubinetti gas, evacuazione fumi di combustione.

L'elemento di rischio è rappresentato dalla formazione di una miscela esplosiva in ambiente confinato, nei condotti fumi (TOP EVENT 64) o all'interno del locale inversione (TOP EVENT 65). Vengono esaminate in dettaglio tutte le cause che possono determinare la formazione di miscele infiammabili. La probabilità di innesco è elevata, data la presenza dei bruciatori e le alte temperature in gioco.

I top event individuati in questa sezione di impianto sono elencati nella tabella seguente.

| N° | Top Event | Frequenza di accadimento dell'evento |
|----|---|--------------------------------------|
| 62 | <i>Incendio e/o l'esplosione interna alla tubazione</i> | <i>4.95E-4</i> |
| 63 | <i>Incendio e/o esplosione nell'ambiente esterno</i> | <i>4.16E-3</i> |
| 64 | <i>Formazione di miscela esplosiva nei condotti fumi e nei rigeneratori</i> | <i>n.d.</i> |
| 65 | <i>Formazione di miscela esplosiva nel locale inversione</i> | <i>4.23E-4</i> |
| 66 | <i>Formazione di miscela esplosiva nei rigeneratori</i> | <i>5.0E-3</i> |

TOP EVENT 62: incendio e/o l'esplosione interna alla tubazione

L'incendio e/o l'esplosione interna alla tubazione può essere legata ad una miscela infiammabile formatasi in conseguenza di una non corretta operazione di spurgo (anomalia di tipo procedurale) o a causa dell'ingresso accidentale dell'aria. Quest'ultimo può derivare da una depressione nella linea, accompagnata da una rottura della tubazione o da un difetto in un accoppiamento flangiato, per una delle seguenti cause:

- urto
- corrosione
- errato montaggio accoppiamento flangiato
- usura o deformazione o rottura delle guarnizioni.

L'innesco può essere fornito da un accidentale ritorno di fiamma o per la mancata osservanza del divieto d'uso delle fiamme libere.

TOP EVENT 63: incendio e/o esplosione nell'ambiente esterno

Nel caso di incendio e/o esplosione nell'ambiente esterno, il rilascio di gas può essere dovuto a:

- perdita di gas dalla linea
- disfacimento guardia idraulica collocata fra collettore alimentazione e sistema riscaldamento.

La perdita di gas dalla linea si verifica in seguito alla rottura di una tubazione o per un difetto di un accoppiamento, per una delle cause già citate a proposito dell'ipotesi incidentale di formazione di miscela esplosiva all'interno della linea.

Il disfacimento della guardia idraulica si può produrre in conseguenza di un aumento di pressione in linea superiore al battente di acqua disponibile unito, solitamente per gli scarichi di condensa a valle della farfalla regolatrice, all'avaria del sistema di regolazione, oppure a causa del livello dell'acqua insufficiente in una delle vasche di raccolta della condensa.

L'avaria del sistema di regolazione della pressione di alimentazione ai forni può verificarsi per:

- prese di impulso in avaria
- anomalia sul circuito oleodinamico
- anomalia della farfalla regolatrice.

Le possibili cause di innesco sono le seguenti:

- accidentale caduta di coke o di altro materiale incandescente
- non osservanza sull'uso di fiamme libere

Si può avere incendio qualora la nube che si forma conseguentemente al rilascio trovi innesco immediato. L'innesco si può avere ad esempio per caduta coke incandescente dalle scivole, in fase di sfornamento, ovvero da alta temperatura su forno in fase di degrafitaggio, nel caso di vento spirante verso la batteria.

TOP EVENT 64: Formazione di miscela esplosiva nei condotti fumi e nei rigeneratori

Possibili cause e relativi eventi iniziatori:

- A) Quantità di aria insufficiente nei piedritti
 - A1) Mancata o parziale apertura ventole di presa aria
 - A2) Mancato o insufficiente tiraggio (viene impostato manualmente)
 - A3) Mancata o parziale chiusura ventole di presa aria

Gli eventi A1 e A3 sono applicabili per la batteria 27F, in fase di cambio gas, che viene fatto manualmente. Per la batteria 45F è operante un sistema di tipo automatico.

In merito all'evento A2, nella batteria 45F opera un inverter che in automatico regola aspirazione fumi, mantenendo la batteria in aspirazione forzata. In caso di guasto all'inverter, si può agire manualmente aprendo delle serrande per ingresso d'aria, che dovrebbero garantire il tiraggio al camino per convezione naturale. In realtà, il sistema in depressione naturale non è sufficiente a garantire l'evacuazione dei fumi, con aria riscaldamento che continua ad affluire in condizioni standard. La batteria rifiuta, ha produzione di incombusti al camino, con anomalo funzionamento del sistema di riscaldamento. Da procedura operativa, viene ridotto il regime della batteria, si riduce gas al sistema di riscaldamento, si abbassa la temperatura e di innalzano i tempi di distillazione.

- B) Distribuzione non uniforme di gas nei piedritti
 - B1) Intasamento dei bruciatori

- C) Alimentazione a gas di entrambi i lati dei piedritti
 - C1) Mancata o parziale chiusura rubinetti gas
 - C2) Trafilamenti da muretti divisorii piedritto / cella.

- D) Eccesso di gas ai piedritti.
 - D1) Eccessiva portata di gas nei cannoni per usura dei diaframmi provocata da attrezzi di pulizia
 - D2) Eccesso gas in alcuni piedritti (e conseguente difetto in altri) per intasamento rubinetti.

L'evento (A1) può verificarsi per una delle seguenti cause:

- A1-1) Rottura o blocco barra movimentazione ventola
- A1-2) Rottura o blocco catena di una o più ventole
- A1-3) Griglie presa aria sporche
- A1-4) Prese aria sporche
- A1-5) Disfunzione argano di inversione
- A1-6) Rottura o blocco catena ad angolo
- A1-7) Rottura o blocco catena a contrappeso.

Le disfunzioni che sono all'origine del mancato od insufficiente tiraggio (A2) possono essere raggruppate per tipo di apparecchiatura nel modo seguente:

- A2-1) Disfunzioni sui tamponi ad aria e a gas in chiusura
- A2-2) Blocco catena di una o più valvole
- A2-3) Sedi tamponi valvoloni sporche
- A2-4) Disfunzione argano di inversione
- A2-5) Rottura o blocco catena ad angolo
- A2-6) Rottura o blocco catena a contrappeso
- A2-7) Rottura o blocco in chiusura barra movimentazione tamponi
- A2-8) Rottura o blocco catena contrappeso tamponi
- A2-9) Rottura o blocco catena di uno o più tamponi
- A2-10) Chiusura totale o parziale ventole di regolazione
- A2-11) Totale o parziale intasamento gomiti fumi (disfunzioni nei condotti camino)
- A2-12) Totale o parziale chiusura serranda per:
 - rottura sistema di aggancio all'argano
 - errore di regolazione della serranda
 - mancata movimentazione serranda per detriti sul fondo.
- A2-13) Sistema automatico di regolazione inefficiente per:
 - prese di impulso in avaria
 - anomalia circuito oleodinamico
 - anomalia PLC.
- A2-14) Rottura bracci di movimentazione serranda
- A2-15) Allagamento della base ciminiera per presenza di acqua di falda e mancato funzionamento pompe di drenaggio
- A2-16) Rottura muratura e/o volta della galleria ciminiera
- A2-17) Sporciamento rigeneratori.

L'evento A3 può verificarsi per una delle seguenti cause:

- A3-1) Rottura o blocco barra movimentazione ventola
- A3-2) Rottura o blocco catena di una o più ventole

A3-3) Disfunzione argano di inversione.

L'evento C1 può verificarsi per una delle seguenti cause:

- C1-1) Rottura barra rubinetti gas a tre vie
- C1-2) Rottura o bloccaggio catena contrappeso rubinetti gas (solo 27F)
- C1-3) Anomalia centrale idraulica movimentazione cilindri azionamento rubinetti gas (solo 45F)
- C1-4) Rottura o sganciamento leva rubinetto a tre vie
- C1-5) Disfunzione argano di inversione.

Nella batteria 45F non ho contrappesi, come nella 27F, ho un sistema a pistoncini chiuso, con movimentazione assicurata da centralina oleodinamica.

L'evento D2 può verificarsi per una delle seguenti cause:

- D2-1) Condense gas coke
- D2-2) Deposito naftalina, oli, altro.

TOP EVENT 65: Formazione di miscela esplosiva nel locale inversione

Si può avere la presenza di miscela infiammabile nel locale di inversione per la perdita di gas attraverso i rubinetti a due e a tre vie dovuta ad usura meccanica o a mancanza di lubrificazione. Rilasci di gas si possono verificare anche a causa della rottura di un tratto di tubazione o per un difetto di tenuta.

Nella batteria 45F è operante un sistema di ventilazione forzata che garantisce il ricambio d'aria ed evita la formazione di sacche di gas che potrebbero generare, in caso di fuoriuscita di gas, miscele esplosive. In tal caso, si deve avere, in aggiunta a quanto sopra, il fuori servizio del sistema di ventilazione.

TOP EVENT 66: Formazione di miscela esplosiva nei rigeneratori

Possibili cause:

- A) Mancata o parziale chiusura ventole valvoloni a gas al precedente cambio gas
- B) Pausa prolungata oltre 30 secondi.

L'evento A) può verificarsi per:

- A1) Rottura o blocco barra di movimentazione
- A2) Mancata chiusura contrappeso
- A3) Rottura catena contrappeso.

Stanti le caratteristiche costruttive la probabilità associata al verificarsi dell'evento A è da ritenersi trascurabile. In merito al punto B, si ritiene che l'evento possa configurarsi come operazione in difformità dalle istruzioni ricevute, in relazione alla quale la probabilità di errore è $5 \cdot 10^{-3}$ / operazione.

e) Scenari

Per quanto riguarda l'unità analizzata, sulla base delle informazioni raccolte a mezzo dell'analisi storica e dell'analisi di operabilità, sono stati individuati ed analizzati un certo numero di scenari incidentali, che pur non essendo esaustivo di tutte le situazioni individuate, costituiscono certamente l'involuppo delle situazioni che comportano i maggior effetti.

Gli scenari individuati sono i seguenti:

- Scenario COK 03: Esplosione interna alla linea adduzione gas COK alle batterie
- Scenario COK 04: Esplosione esterna alla linea adduzione gas COK alle batterie
- Scenario COK 05: Formazione di jet-fire su linea gas adduzione gas COK alle batterie
- Scenario COK 06: Formazione di miscela esplosiva nei condotti fumi e nei rigeneratori
- Scenario COK 07: Formazione di miscela esplosiva nel locale inversione

Sottounità 4.5: SOTTOPRODOTTI

4.5.1 Bariletto

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Bariletto | |
|---------------------------------|-------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,004 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 17,745 | - |
| C Esplosione confinata | 1,281 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 0,777 | Lieve |
| T Tossico | 3,492 | Lieve |
| G Globale | 21,432 | Basso |

b) Top Event

I top event individuati in quest'unità di impianto sono riportati nella tabella seguente.

| N° | Top Event | Frequenza di accadimento dell'evento |
|----|---|--------------------------------------|
| 67 | Surriscaldamento struttura con deformazione e fuoriuscita di gas nell'ambiente esterno | 4.29E-3 |
| 68 | Formazione di miscela esplosiva per ingresso di aria nel bariletto | 1.0E-3 |

Il bariletto è concepito come zona con pressione positiva (+12 mm c.a. nella batteria 45F, +6 mm c.a. nella batteria 27F) per creare una contro pressione che impedisca l'arrivo di aria dai forni al bariletto, aria che potrebbe potenzialmente trafilare nei forni stessi a fine distillazione, quando non si ha più produzione di gas. Infatti, in fase di distillazione la produzione di gas è tale da garantire una pressione in forno con flusso dal forno al bariletto, dove poi la valvola regolatrice, che provvede alla gestione dell'interfaccia con il circuito di trattamento, mantiene la pressione impostata all'interno del bariletto, rispetto al livello di depressione esterno degli estrattori.

Si noti comunque che l'aria che dovesse entrare dai forni, brucerebbe immediatamente a causa dell'alta temperatura nei forni stessi, non arrivando mai al bariletto. La precauzione è anche legata all'esigenza di evitare fenomeni di danneggiamento del refrattario che si potrebbero avere in tali condizioni. Analogamente, l'ingresso di aria dai coperchi non avrebbe conseguenze quali

formazione di miscela esplosiva nel bariletto, poiché brucerebbe immediatamente per l'alta temperatura.

Formazione di miscela esplosiva nel bariletto si potrebbe avere per errore operatore durante un'operazione di pulizia di una curva (gomiti). In tali condizioni, si lavora con gamella aperta e collegamento con bariletto. L'operatore deve immettere una piccola portata di acqua ammoniacale per garantire un effetto depressione che eviti la fuoriuscita di gas dalla curva. Un'eccessiva portata di acqua ammoniacale provocherebbe un eccessivo ingresso d'aria che può dar luogo a formazione, nel bariletto, di miscela infiammabile che si estingue immediatamente o, nel caso peggiore, di una miscela esplosiva che provoca una deflagrazione di alcuni cappelli sulla batteria, con fuoriuscita di gas che si infiamma immediatamente.

In condizioni normali il gas viene raffreddato ad una temperatura di circa 85 °C mediante l'immissione di acqua ammoniacale a livello dei gomiti e lungo il bariletto. L'eventuale interruzione del flusso di acqua ammoniacale determina l'innalzamento della temperatura, rilevabile attraverso le segnalazioni fornite in sala controllo dagli strumenti di misura. In tal caso è possibile comunque ripristinare il regime di temperatura desiderato, affidando le funzioni di raffreddamento all'acqua industriale. Il mancato raffreddamento del gas dai forni comporta il surriscaldamento dei gomiti e del bariletto, provocando la deformazione delle strutture metalliche ed il rilascio di gas all'atmosfera dalle tenute dei forni.

Per non appesantire la rappresentazione del relativo albero, non si sono svolti i rami relativi alla mancata o insufficiente portata di acqua ammoniacale o di acqua industriale, dei quali vengono riportate di seguito le cause identificate.

Cause di MANCATA O INSUFFICIENTE PORTATA ACQUA AMMONIACALE

- Intasamento ugelli spray dovuto ad accumuli di residui di catrame
- Maldistribuzione di portata dovuta ad errore operatore durante operazione di lavaggio testate bariletto
- Rubinetto tubazione acqua bloccato in chiusura
- Rottura tubazione e/o rubinetto
- Avaria sistema pompe di ricircolo acqua ammoniacale (n. 2 pompe sempre in marcia: avaria meccanica o elettrica ad una pompa, perdita alimentazione elettrica di rete e mancata partenza diesel emergenza)

Cause di MANCATA O INSUFFICIENTE PORTATA ACQUA INDUSTRIALE

- Bassa pressione di rete
- Rottura o intasamento tubazione
- Blocco in chiusura valvola di intercettazione

Condizioni aggravanti del Top event sono la mancata apertura dei cappelli e delle candele di sfogo sulle batterie, che consentono di alleggerire la sovrappressione che si crea all'interno delle linee di raccolta gas dai tubi di sviluppo sopra i forni.

c) Scenari

Scenario COK 08: Surriscaldamento strutturale bariletto e fuoriuscita di gas COK

Scenario COK 09: Esplosione interna al bariletto

4.5.2 Torri di refrigerazione

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Torre di refrigerazione | |
|---------------------------------|--------------------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,064 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 5,492 | - |
| C Esplosione confinata | 0,530 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 7,045 | Lieve |
| T Tossico | 3,143 | Lieve |
| G Globale | 19,148 | Lieve |

b) Top Event

I top event individuati in quest'unità di impianto sono riportati nella tabella seguente.

| N° | Top Event | Frequenza di accadimento dell'evento |
|----|--|--------------------------------------|
| 69 | Sversamenti a terra di prodotti caldi e inquinanti durante le operazioni di evacuazione | n.d. |
| 70 | Formazione miscela gas/aria per rottura tubazioni e/o disfacimento guardia idraulica | n.d. |

Eventi ipotizzabili:

1. Repentino aumento della temperatura del gas a causa della mancanza del liquido di refrigerazione o dell'insufficiente raffreddamento dello stesso per disfunzioni manifestatesi a livello degli scambiatori ad acqua. Conseguenza: riduzione della condensazione con sensibili ripercussioni sugli stadi successivi.
2. Miscelazione dell'acqua demineralizzata di raffreddamento con i condensati per rottura dei tubi nei refrigeranti. Si ha la formazione di emulsioni e sovraccarico alle sezioni successive.
3. Possibili sversamenti a terra di prodotti caldi e inquinanti durante le operazioni di evacuazione (mediante iniezioni di vapore) dei depositi di condensati che ostruiscono i refrigeranti.
4. Miscelazione gas/aria per rottura tubazioni o disfacimento guardia idraulica. Può diventare pericolosa se le quantità di ossigeno presente nel gas sono tali da portare alla formazione di una miscela infiammabile.

c) Scenari

L'analisi porta a considerare come evento incidentale quello legato alla formazione di miscela esplosiva a seguito della rottura di tubazioni o del disfacimento della guardia idraulica. In tali condizioni, la miscela così formata troverà innescò esplosivo nella sezione successiva degli elettrofiltri (§4.5.3).

4.5.3 Decatramatori/elettrofiltro

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| Elettrofiltro decatramatore | | |
|--|-------------------|-----------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,060 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 30,840 | - |
| C Esplosione confinata | 2,599 | Moderato |
| A Esplosione all'aperto | 5,381 | Lieve |
| T Tossico | 3,929 | Lieve |
| G Globale | 129,341 | Basso |

b) Top Event

L'efficienza di questo trattamento, comunque subordinata ad una corretta refrigerazione primaria, dipende dalle condizioni dell'elettrofiltro: con elettrodi ben distribuiti, una corrente costante dell'elettrofiltro e una buona messa a terra si può raggiungere un grado di depurazione in catramosi del 97-98 %. In realtà tale rendimento è puramente teorico, in quanto dall'agglomerazione delle polveri con la naftalina si formano strati isolanti di difficile rimozione che possono anche ostacolare il flusso di gas. Queste stratificazioni, distribuite in modo irregolare, provocano la deviazione della corrente gassosa, che mette in oscillazione gli elettrodi, causando scariche che compromettono il regolare funzionamento.

Una delle cause di disservizio è la scarica nell'isolatore di testa. Esistono poi problemi di corrosione, legati alla presenza di ossigeno nel gas e di incrostazioni sulle pareti della struttura. La concomitanza di questi fattori rende poco affidabile l'esercizio di questi apparecchi e gli interventi di manutenzione, che devono essere realizzati ad impianto fermo, già richiedenti accortezze e specifiche procedure, richiedono l'implementazione di particolari procedure per la successiva rimessa in esercizio dell'unità.

Tra le anomalie evidenziate attraverso l'analisi di operabilità si segnala la possibilità di:

1. Diminuzione o mancanza del flusso di gas. È legata a variazione nella produzione di gas o all'ostruzione delle tubazioni a monte degli elettrofiltri. Ciò può comportare la formazione di agglomerati solidi secchi, ed in condizioni più critiche si può arrivare alla messa fuori servizio dell'elettrofiltro.
2. Irregolare deflusso condensati per ostruzioni scarichi o chiusure idrauliche. Anche tale evento può provocare il blocco dell'apparecchio.
3. Alta temperatura del gas in ingresso. Può dipendere da un insufficiente raffreddamento ai refrigeranti primari o da trafiletti di vapore. Il grado di decatramazione risulta insufficiente e l'apparecchiatura può andare in blocco per sovraccarico elettrico.
4. Eccesso di O₂ nel gas: per trafiletti di aria a monte degli elettrofiltri, per disfacimento della guardia idraulica o per rottura dei tubi di scarico. Se presente in quantità tale da portare la miscela all'interno del campo di infiammabilità esiste un elevato rischio di esplosione: l'innesco viene fornito dalle scariche elettriche.

Sulla base di quanto sopra, si può ritenere che l'evento incidentale più rappresentativo sia:

| N° | Top Event | Frequenza di accadimento dell'evento |
|----|--|--------------------------------------|
| 71 | Formazione di miscela esplosiva all'interno dell'elettrofiltro | n.d. |

c) Scenari

Scenario COK 10: formazione di miscela esplosiva nell'elettrofiltro

4.5.4 Estrattore

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Estrattore | |
|---------------------------------|-------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,053 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 5,585 | - |
| C Esplosione confinata | 0,635 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 3,238 | Lieve |
| T Tossico | 3,492 | Lieve |
| G Globale | 12,339 | Lieve |

b) Top Event

La funzionalità dei compressori può essere compromessa in modo anche determinante in presenza di vibrazioni anomale che possono prodursi per una delle seguenti cause:

1. formazione di depositi secchi sulle giranti e conseguente squilibratura delle stesse;
2. variazioni repentine del flusso gassoso per manovre errate, ostruzioni, ritenzione di liquidi;
3. variazioni repentine di temperatura e conseguentemente di densità del gas;
4. presenza di condensati o risucchi da scarichi ostruiti;
5. variazioni di pressione a valle degli estrattori;
6. variazioni di velocità del motore o della turbina;
7. disfunzioni degli organi di regolazione,
8. difetti di accoppiamento;
9. deterioramento dei cuscinetti;
10. avviamento non corretto;
11. schiodatura delle palette delle giranti,
12. rottura dei labirinti interni.

Dall'analisi condotta sono state evidenziate le situazioni critiche di seguito illustrate:

1. Eccessiva aspirazione di gas dovuta a variazioni della quantità prodotta ai forni, oppure per difetti degli organi di regolazione o ancora per la variazione della pressione di mandata.
2. Funzionamento compromesso per gli squilibri meccanici indotti dal risucchio di condensati; inoltre insorgono problemi di aspirazione di aria dall'esterno a livello dei forni, con le conseguenze già descritte in precedenza.

3. Insufficiente aspirazione del gas per perdite di carico localizzate lungo il tratto di linea compreso tra forni ed estrattori a causa di ostruzioni o difetti degli organi di regolazione. Come conseguenza si ha il ristagno dei liquidi nei collettori e l'intervento delle candele di protezione sulle batterie.
4. Insufficiente portata di gas prodotto per funzionamento sotto standard delle batterie. Si hanno notevoli problemi di vibrazioni e, qualora si proceda al ripompaggio del gas aspirato, si possono avere surriscaldamenti.
5. Variazioni di portata e temperatura del gas possono favorire l'accumulo di condensati nei condotti di deflusso ed all'interno delle guardie idrauliche, provocandone l'ostruzione.
6. Non idonea lubrificazione per caratteristiche dell'olio (temperatura, portata, inquinamento per presenza di acqua) fuori standard. Nei casi più critici si può arrivare alla fermata dei compressori.
7. Fermata del compressore a causa black-out elettrico e contemporanea perdita anello privilegiato.

Sulla base di quanto sopra esposto si può ritenere che l'evento incidentale credibile più rappresentativo sia costituito da:

| <i>N°</i> | <i>Top Event</i> | <i>Frequenza di accadimento dell'evento</i> |
|-----------|--|---|
| 72 | <i>Insufficiente aspirazione dei gas con ristagno dei liquidi nei collettori, ed intervento delle candele di protezione sulle batterie</i> | 1.0E-4 |

c) Scenari

Il top event sopra evidenziato, può portare, in caso di mancata accensione delle candele di protezione sulle batterie, a fuoriuscita di gas dalle candele, con formazione di miscela esplosiva, scenario già trattato nella sezione batterie.

4.5.5 Linea gas

4.5.5.1 Lavaggio e strippaggio ammoniacca

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Lavaggio e strippaggio NH3 | |
|---------------------------------|-----------------------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,035 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 7,888 | - |
| C Esplosione confinata | 0,611 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 6,231 | Lieve |
| T Tossico | 3,492 | Lieve |
| G Globale | 15,328 | Lieve |

L'ammoniaca contenuta nel gas viene assorbita con acqua e, separata da questa mediante distillazione, è inviata ai forni dove è bruciata. Il lavaggio dell'ammoniaca con acqua richiede un attento controllo strumentale delle variabili di processo (temperatura, concentrazione, ecc.) al fine di evitare condensazioni catramose che, nella successiva distillazione, sono la fonte principale degli inconvenienti di marcia.

Dall'analisi del ciclo di funzionamento sono stati identificati i seguenti possibili disservizi:

1. Insufficiente assorbimento di ammoniaca. Deriva da un aumento di temperatura del gas in ingresso al lavatore (per variazioni nella produzione gas o anomalie alla refrigerazione primaria), oppure dalla mancanza di acqua di lavaggio (per l'arresto della pompa di circolazione o un difetto nel sistema di regolazione strumentale) o ancora può essere dovuto ad un insufficiente ricircolo di acqua di processo al lavatore (difetto di regolazione).
2. L'ostruzione dei tubi di scarico dell'acqua di lavaggio e delle guardie idrauliche può provocare il blocco del lavatore; sono inoltre possibili traboccamenti di liquido.
3. All'interno della colonna di distillazione si possono avere accentuati fenomeni di corrosione per repentini cambiamenti di temperatura del gas in ingresso o per variazioni di composizione dello stesso.
4. La colonna di distillazione può essere sottoposta a violenti sbalzi di pressione, accompagnati eventualmente dalla fuoriuscita di liquido all'esterno, per una delle seguenti cause:
 - alta portata di vapore in ingresso;
 - ostruzioni sui piatti o all'interno dei condotti di scarico della fase acquosa o di sviluppo del vapore di testa (possono essere dovute alla presenza di catramosi nell'acqua di alimentazione per disfunzioni dei separatori catrame).
5. La diminuzione della temperatura dei vapori di sviluppo in testa alla colonna comporta il non completo strippaggio dell'ammoniaca che, presente nei liquidi di coda, ne altera il pH con conseguenti problemi all'impianto di trattamento.

a) Top event

Sulla base di quanto sopra, si può ritenere che gli i top event più rappresentativi siano costituiti da:

| N° | Top Event | Frequenza di accadimento dell'evento |
|----|---|--------------------------------------|
| 73 | <i>Fuoriuscita di prodotto all'esterno della colonna di distillazione</i> | <i>n.d.</i> |

In tali condizioni, si prevedono essenzialmente conseguenze di tipo ambientale, legate ad un non efficiente funzionamento della colonna di distillazione.

4.5.5.2 Ossidazione termica

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| Forno di ossidazione termica | | |
|-------------------------------------|-------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,008 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 13,963 | - |
| C Esplosione confinata | 1,066 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 3,542 | Lieve |
| T Tossico | 0,446 | Lieve |
| G Globale | 23,623 | Basso |

Il risultato dell'applicazione del metodo ad indici evidenzia la NON criticità dell'area in esame.

Dall'analisi delle condizioni di funzionamento sono stati identificati i seguenti possibili disservizi:

1. La diminuzione di temperatura dei vapori ammoniacali uscenti dalla testa della colonna di distillazione provoca l'accentuazione dei fenomeni corrosivi e, in caso di condensazione, forti sbalzi termici che causano il deterioramento dei refrattari.
2. La diminuzione della pressione del vapore o del gas COK di alimentazione al reattore rispettivamente per variazioni di rendimento della colonna o per intasamento delle tubazioni del gas COK possono dare luogo a incidenti quali l'emissione di inquinanti in fase gas (al camino).
3. La variazione della temperatura di processo all'interno del reattore può causare, in caso di diminuzione, il mancato cracking dell'ammoniaca e quindi la formazione di miscele esplosive nella zona di ossidazione mentre per temperature elevate si può avere il danneggiamento dei refrattari.
4. Per lo spegnimento della fiamma pilota del reattore a causa di anomalie di tiraggio al camino si può avere la formazione di miscela esplosiva e l'emissione di incombusti nell'ambiente esterno.

b) Top Event

| N° | Top Event | Frequenza di accadimento dell'evento |
|----|--|--------------------------------------|
| 74 | Formazione miscela esplosiva per spegnimento fiamma pilota del reattore | $1*10^{-5}$ |

c) Scenari

Scenario COK 11: esplosione di miscela di vapori nel forno di ossidazione termica

4.5.5.3 Denaftalinaggio

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Denaftalinaggio | |
|---------------------------------|------------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,023 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 5,641 | - |
| C Esplosione confinata | 0,611 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 10,593 | Basso |
| T Tossico | 3,492 | Lieve |
| G Globale | 11,236 | Lieve |

Il risultato dell'applicazione del metodo ad indici evidenzia la NON criticità dell'area in esame.

Principali anomalie:

1. Se la temperatura a cui il gas lascia il lavatore è troppo elevata, parte della naftalina in esso contenuta non viene trattenuta (con il crescere della temperatura le condizioni di equilibrio che si realizzano nella colonna si spostano verso una maggiore frazione di naftalina presente nella fase gassosa); conseguentemente nel successivo raffreddamento lungo la rete di distribuzione si avranno condensazioni indesiderate.

b) Top Event

| N° | Top Event | Frequenza di accadimento dell'evento |
|----|--|--------------------------------------|
| 75 | Formazione di condensazioni indesiderate per temperatura troppo elevata | <i>n.d.</i> |

In tali condizioni non si ritiene vi siano scenari incidentali da analizzare.

4.5.6 Circuito catrame

(punto 14 §14 Prot. 7441)

4.5.6.1 Decantatore

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Decantatori | |
|---------------------------------|--------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,025 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 10,157 | - |
| C Esplosione confinata | 0,588 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 7,744 | Lieve |
| T Tossico | 8,568 | Basso |
| G Globale | 21,307 | Basso |

Il risultato dell'applicazione del metodo ad indici evidenzia la NON criticità dell'area in esame. I possibili top event incidentali e conseguenti scenari possono essere ricondotti a quanto descritto per il serbatoio polmone in cokeria, che sebbene con quantitativi inferiori (i decantatori hanno capacità equivalente di circa $\frac{1}{4}$ rispetto a quella dei polmoni), si configura l'unità impiantistica avente caratteristiche analoghe al decantatore.

4.5.6.2 Polmone

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Polmoni | |
|---------------------------------|-------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,025 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 11,724 | - |
| C Esplosione confinata | 0,588 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 7,744 | Lieve |
| T Tossico | 8,568 | Basso |
| G Globale | 24,595 | Basso |

Il risultato dell'applicazione del metodo ad indici evidenzia la NON criticità dell'area in esame. Allo stato attuale, i serbatoi polmone in cokeria, insistono su un'area impermeabilizzata (battuto cemento), sebbene non dotata di contenimento laterale (progetto di investimento 2004).

c) Scenari

Scenario COK 12: Incendio di catrame fuoriuscito da serbatoio polmone in cokeria

4.5.6.3 Tubazione catrame

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Tubazione catrame | |
|---------------------------------|--------------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,405 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 6,451 | - |
| C Esplosione confinata | 0,619 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 26,082 | Basso |
| T Tossico | 8,568 | Basso |
| G Globale | 61,784 | Basso |

Il risultato dell'applicazione del metodo ad indici evidenzia la NON criticità dell'area in esame. I possibili top event incidentali sono da correlar ad una fuoriuscita di catrame dalla tubazione, le cui cause sono da ricercare essenzialmente legate a rottura per corrosione esterna tubazione.

Le conseguenze incidentali di un tale scenario sono di tipo ambientale, essendo l'innesco estremamente improbabile, e quindi limitate ad uno sversamento al suolo di inquinante.

4.5.6.4 Serbatoio stoccaggio darsena

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Serbatoio stoccaggio darsena | |
|---------------------------------|-------------------------------------|----------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 20,237 | Alto II |
| D Incendio ed esplosione | 16,461 | - |
| C Esplosione confinata | 0,658 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 187,290 | Alto I |
| T Tossico | 8,568 | Basso |
| G Globale | 1.078,696 | Alto I |

b) Top Event

| N° | Top Event | Frequenza di accadimento dell'evento |
|----|--|--------------------------------------|
| 76 | Fuoriuscita di catrame di cokeria | n.d. |

La perdita di catrame nell'ambiente esterno può avvenire a causa di:

- √ Perdita dalla tubazione;
- √ Perdita dal serbatoio.

c) Scenari

Scenario COK 13: incendio di catrame fuoriuscito dal serbatoio di stoccaggio darsena

Scenario COK 14: dispersione nube tossica a seguito incendio catrame

4.5.6.5 Stazione di pompaggio

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Stazione pompaggio | |
|---------------------------------|---------------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,059 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 8,476 | - |
| C Esplosione confinata | 0,669 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 0,149 | Lieve |

| | | |
|------------------|-------|--------------|
| T Tossico | 7,711 | Basso |
| G Globale | 9,797 | Lieve |

Il risultato dell'applicazione del metodo ad indici evidenzia la NON criticità dell'area in esame, i possibili top event sono comunque riportati nella tabella seguente.

b) Top Event

| N° | Top Event | Frequenza di accadimento dell'evento |
|----|---|--------------------------------------|
| 77 | Fuoriuscita di catrame di cokeria da gruppo di pompaggio | <i>n.d.</i> |

La perdita di catrame nel locale del gruppo di pompaggio può avvenire a causa di:

- √ Perdita dalla tubazione di adduzione alle pompe o di mandata;
- √ Perdita da una tenuta delle pompe.

I quantitativi in gioco sono modesti, e nel caso in cui il catrame fuoriuscito in tali condizioni trovasse innesco (dall'impianto elettrico o a causa di surriscaldamento parti meccaniche in rotazione), si avrebbe un piccolo incendio confinato al locale, dotato di soglia rialzata che impedisce lo spargimento di catrame all'esterno. La presenza degli operatori durante le operazioni di carico, che comportano l'azionamento del gruppo in questione, rende estremamente improbabile il verificarsi di eventi di tale natura, poiché un qualsiasi principio d'incendio verrebbe affrontato tempestivamente dagli addetti che sovrintendono alle operazioni e controllano il regolare funzionamento del gruppo. Si omette quindi lo studio di tale scenario, che, in ogni caso, si può ragionevolmente assumere confinato al locale pompe.

Ulteriori top event si possono avere per:

- √ fuoriuscita di catrame durante le operazioni di carico su nave o ferrocisterna

Analogamente a quanto visto per la tubazione di trasporto catrame dalla cokeria alla darsena, le cause sono da ricercare fra:

- rottura per corrosione esterna tubazione;
- rottura collegamento flessibile.

Le conseguenze incidentali di un tale scenario sono di tipo ambientale, essendo l'innesco scarsamente probabile, e quindi limitate ad uno sversamento al suolo o in acqua di inquinante. In ogni caso, dati i quantitativi modesti prevedibili in tali condizioni e la limitatezza della pozza che si potrebbe formare, non sono da attendersi conseguenze significative anche nel caso di un eventuale innesco con sviluppo di incendio, stante il tempestivo intervento degli addetti all'operazione di carico.

4.5.7 Circuito condensabili

4.5.7.1 DESOX

Le tipologie di sostanze presenti in quest'impianto non necessita di alcuna valutazione allo scopo di individuare eventuali criticità.

4.5.7.2 DENOX

Le tipologie di sostanze presenti in quest'impianto non necessita di alcuna valutazione allo scopo di individuare eventuali criticità.

4.5.7.3 Defenolaggio

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto nel DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Forno defenolaggio | |
|---------------------------------|---------------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,002 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 6,968 | - |
| C Esplosione confinata | 1,066 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 2,869 | Lieve |
| T Tossico | 0,402 | Lieve |
| G Globale | 9,609 | Lieve |

Il risultato dell'applicazione del metodo ad indici evidenzia la NON criticità dell'area in esame.

UNITA' 5. Treni di LAMINAZIONE

5.1 Forno a metano

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto dal DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Forno riscaldamento barre | |
|---------------------------------|----------------------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,035 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 17,150 | - |
| C Esplosione confinata | 1,412 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 10,132 | Basso |
| T Tossico | 0,402 | Lieve |
| G Globale | 61,976 | Basso |

Il risultato dell'applicazione del metodo ad indici evidenzia la NON criticità dell'area in esame.

5.2 Centralina oleodinamica

a) Risultati Metodo ad Indici

Nella tabella seguente sono riportati i risultati della valutazione dell'area, in conformità con quanto previsto dal DPCM del 31.03.1989, in relazione alla scala degli indici di rischio ISPESL.

| | Impianto lubrificazione | |
|---------------------------------|--------------------------------|--------------|
| | Indice compensato | ISPESL |
| F Incendio | 0,014 | Lieve |
| D Incendio ed esplosione | 7,557 | - |
| C Esplosione confinata | 1,386 | Lieve |
| A Esplosione all'aperto | 6,141 | Lieve |
| T Tossico | 0,744 | Lieve |
| G Globale | 11,582 | Lieve |

Il risultato dell'applicazione del metodo ad indici evidenzia la NON criticità dell'area in esame.

Nonostante lo storico degli incidenti di stabilimento riporti il verificarsi di diversi eventi collegati ai sistemi di lubrificazione, non si ritiene la problematica particolarmente significativa, in quanto sono state progressivamente cambiate le sostanze che si sono rese responsabili di tali eventi con altre non aventi caratteristiche di combustibilità particolari.

D'altra parte, l'ubicazione delle principali centrali oleodinamiche è in generale collocata in ambienti compartimentati, all'interno di locali ricavati lateralmente ai tunnel di servizio esistenti sotto l'impianto, distanti da sorgenti di innesco tipiche di impianti che operano con materiali ad alta temperatura.

In caso di incendio di lubrificante fuoriuscito accidentalmente da un serbatoio, le conseguenze sono da attendersi limitate al locale, con eventuale coinvolgimento dei cablaggi elettrici presenti nelle stesse gallerie, comunque modesti dal punti di vista dell'incidente rilevante. Gli impianti di rivelazione e spegnimento sprinkler in fase di realizzazione permetteranno di evitare o ridurre considerevolmente le conseguenze di tali eventi.

Diverse considerazioni sono da fare in caso di rottura di un flessibile contenente fluido ad alta pressione con spray del fluido su superfici incandescenti del treno di laminazione. In tali condizioni si avrà innesco della sostanza (anche per esteri o altri fluidi ad elevata temperatura di infiammabilità) e sviluppo di un incendio alimentato dal flessibile rotto, con zona interessata dall'incendio limitata, al più essendo prevedibile il coinvolgimento di cablaggi elettrici ed altro materiale delle gabbie, ma in ogni caso con entità tale da non essere classificabile come incidente rilevante.

1.C.1.5.2 Ubicazione dei punti critici dell'impianto.

Stante la complessità, il lay-out e la tipologia impiantistica dello Stabilimento LUCCHINI di Piombino, i punti critici non sono immediatamente identificabili. Al fine di evidenziare i principali, di seguito si riporta un elenco per reparto / unità impiantistica.

Cokeria

Batteria 45F e Batteria 27F:

- ⇒ bariletto e linee di veicolazione gas COK grezzo
- ⇒ galleria inversione e sistema riscaldamento forni

Impianto sottoprodotti:

- ⇒ separazione e stoccaggio catrame cokeria
- ⇒ stoccaggio catrame Darsena
- ⇒ estrattori gas COK

Altoforno

Preparazione ed iniezione fossile:

- ⇒ Torre iniezione fossile

Altoforno n. 4:

- ⇒ Cowpers e alimentazione vento caldo
- ⇒ Bocca PW e BLEEDERS
- ⇒ Torre lavaggio gas
- ⇒ Turbo-espansore

Acciaieria

Area convertitori:

- ⇒ Convertitori
- ⇒ Elettrofiltri
- ⇒ Stazioni di commutazione
- ⇒ Fiaccole gas LD non recuperato

Reti di distribuzione gas

Rete gas AFO:

- ⇒ Gasometro ISE/LUCCHINI
- ⇒ Collettori rete di distribuzione

Rete gas COK:

- ⇒ Gasometro BADONI
- ⇒ Collettori rete di distribuzione
- ⇒ Stazione di rilancio CHICAGO

Rete gas LD:

- ⇒ Gasometro COMIMP
- ⇒ Collettori rete di distribuzione
- ⇒ Stazione di rilancio DEMAG

Rete metano:

- ⇒ Collettori rete di distribuzione

Rete ossigeno:

- ⇒ Stoccaggio Cotone
- ⇒ Stoccaggio acciaieria
- ⇒ Collettori rete di distribuzione

In relazione alle reti di distribuzione gas, la criticità viene generalizzata ai principali collettori di distribuzione, ovvero alle principali tubazioni che collegano gli impianti di produzione e polmonazione con le principali utenze di stabilimento, trascurando tutte le piccole utenze.

1.C.1.5.3 Comportamento dell'impianto in caso di indisponibilità reti di servizio.

Lo stabilimento, è dotato di un doppio collegamento alla rete ENEL e di anelli di distribuzione interni che, in caso di necessità, sono alimentati tramite le centrali elettriche di stabilimento, che assicurano quindi indipendenza ed elevata affidabilità di alimentazione delle principali utenze critiche dal punto di vista della sicurezza. Da tali alimentazioni dipende anche la distribuzione di altri fluidi di servizio per lo stabilimento (acqua, azoto, vapore, ecc.) (punto 30 §14 Prot. 7441).

Come illustrato nello schema unifilare riportato in Figura 28, la rete elettrica di stabilimento è costituita da una linea ordinaria di alimentazione connessa alla rete esterna ENEL a 130 kV (linea 1 e 2 di "Colmata") mediante due trasformatori (TR5 e TR6), dei quali TR5 normalmente in esercizio e TR6 in stato di pronto stand-by. Il passaggio da un trasformatore all'altro richiede una manovra manuale con tempi di attuazione dell'ordine di 5 minuti. Il trasformatore di ingresso alla rete di stabilimento alimenta le sbarre A1 e A2 della stazione LAM2 collocata in zona nuovi impianti. Dalle sbarre A1 e A2 partono le linee di distribuzione primaria a 60 kV CAL1 e CAL2 (da Centrale a LAM), che connettono tali sbarre con la sottostazione CET2. Analogamente, le linee ricevitrici RIC1 e RIC2 connettono le sbarre A1 e A2 con la sottostazione CET1.

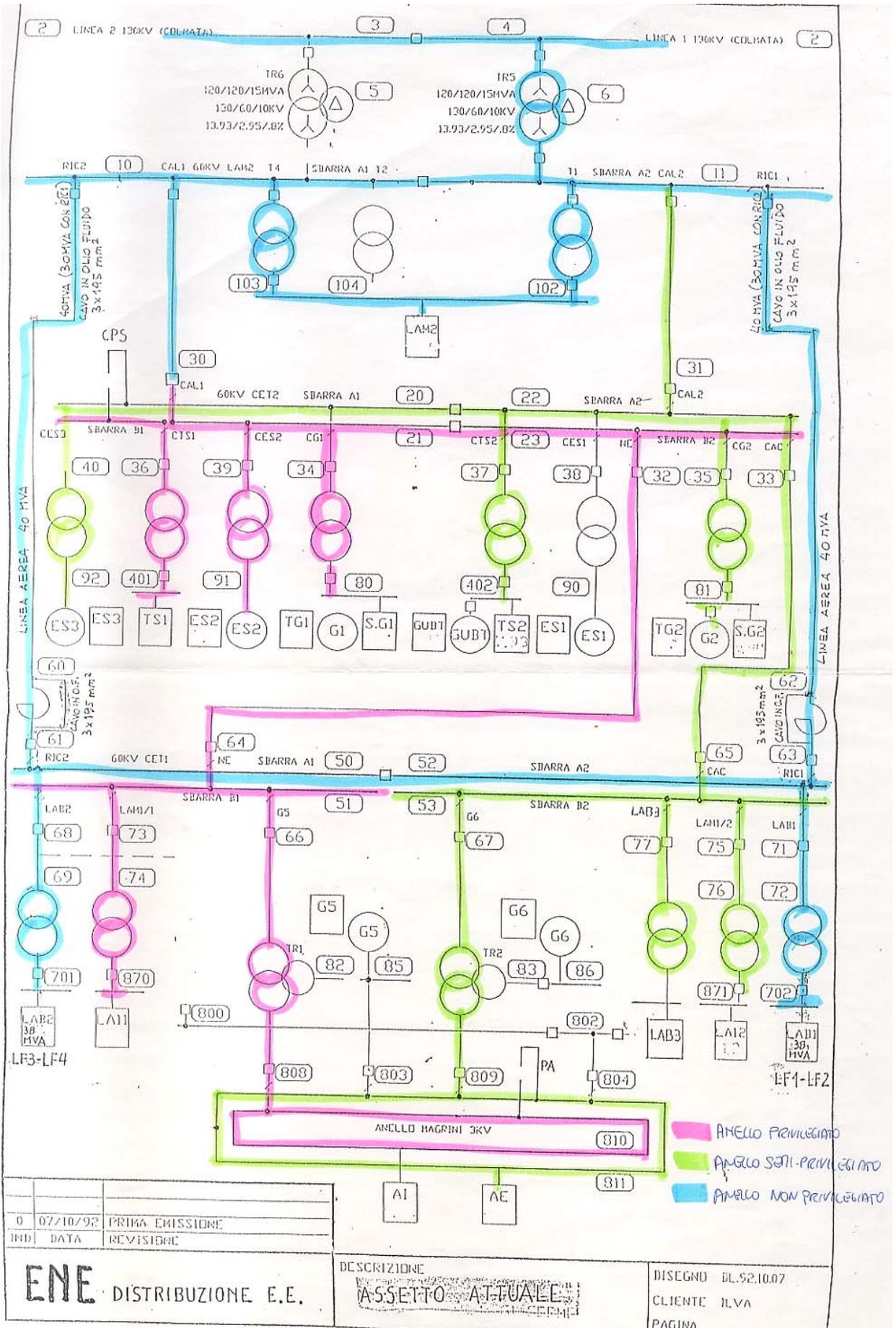


Figura 28: schema unificare rete elettrica di stabilimento.

In definitiva, a livello generale, la rete elettrica di stabilimento risulta caratterizzata dalla presenza di 3 sottostazioni a 60 kV:

- LAM2, dotata di una sola sbarra;
- CET1, dotata di due sbarre;
- CET2, dotata di due sbarre;

collegate tra di loro mediante gli elettrodotti CAL1 e CAL2 (che collegano LAM2 e CET2), RIC1 e RIC2 (che collegano LAM2 a CET1), NE e CAC (che collegano CET2 a CET1).

Dal punto di vista delle caratteristiche in termini di affidabilità di alimentazione, in tale schema si riconoscono tre strutture principali:

1. anello non privilegiato: trattasi della sezione individuata in celeste nello schema di Figura 28, in cui l'alimentazione è garantita solo dalla fornitura esterna ENEL (attraverso il trasformatore TR5 o TR6);
2. anello semiprivilegiato: trattasi della sezione individuata in verde nello schema di Figura 28, in cui l'alimentazione, oltre che dalle sbarre connesse alla fornitura esterna ENEL, è garantita dal generatore TG2 della centrale elettrica CET2 ISE e dal turbo-espansore installato in area AFO/4. In ragione della natura variabile dei carichi ad essa collegati, la linea è caratterizzata da una probabilità non trascurabile che durante la presa di carico, in caso di guasto o sgancio dalla rete ENEL, si giunga alla perdita dell'alternatore. Per tale ragione, viene considerata semiprivilegiata e i carichi da essa alimentati sono non vitali dal punto di vista della sicurezza;
3. anello privilegiato: trattasi della sezione individuata in rosa nello schema riportato in Figura 28, in cui l'alimentazione, oltre che dalle sbarre connesse alla fornitura esterna ENEL, è garantita dal generatore TG1 della Centrale elettrica CET2 ISE. In ragione della natura dei carichi e del generatore che insistono su di essa, la linea è caratterizzata da una probabilità trascurabile che durante la presa di carico, in caso di guasto o sgancio dalla rete ENEL, si giunga alla perdita dell'alternatore. Per tale ragione, viene considerata privilegiata e tutti i carichi vitali dal punto di vista della sicurezza sono alimentati da questa.

Sottostazione LAM2

È costituita da una sbarratura singola dotata di congiuntore, equipaggiata con 3 trasformatori 60/10 kV dei quali due in servizio e uno di riserva. Il quadro 10 kV installato in zona LAM2 alimenta le seguenti cabine:

- ⇒ Cabina TMP;
- ⇒ Cabina TVE;
- ⇒ Cabina Servizi LAM2 (pompe di ricircolo, pozzi Vignarca, Compressioni aria per LAM2, officina BIMEC);
- ⇒ Cabina ex-TPR;
- ⇒ Cabina VERTEK.

Tutte le utenze sono a doppia alimentazione.

I due elettrodotti RIC1/RIC2 alimentano l'anello non privilegiato, collegando le sbarre A1 e A2 della sottostazione LAM2 ad una sbarratura con congiuntore che alimenta 2 trasformatori 60/10 kV, ognuno dei quali va su un quadro che alimenta due LF dell'acciaieria. La scelta di mantenere un collegamento diretto di alimentazione dei forni LF verso ENEL è dettata dalle caratteristiche di variabilità del carico legate a dette utenze che, per evitare disturbi, ne suggeriscono l'esclusione dalle utenze alimentate tramite la rete interna.

Sottostazione CET2

È costituita da una doppia sbarratura (con possibilità di connessione tra le sbarre tramite un CPS "Congiuntore Parallelo Sbarre") collegata:

- ⇒ alla sottostazione LAM2 tramite gli elettrodotti CAL1 e CAL2, sui quali l'interruttore 30 e 31 consentono di staccarsi dalla rete esterna mandando in isola lo stabilimento;
- ⇒ alla sottostazione CET1 tramite i due elettrodotti NE (Nuovi Elettrodotti) e CAC (da Centrale a Centrale).

Alla sottostazione CET2 sono direttamente connessi:

- ⇒ n. 3 trasformatori di alimentazione delle soffianti dell'Altoforno (ES1 installata su anello privilegiato e normalmente ferma, ES2 installata su anello privilegiato, ES3 collegata all'anello semiprivilegiato);
- ⇒ n. 2 trasformatori dedicati all'alimentazione dei Servizi:
 - TS1, collegato all'anello privilegiato, che alimenta:
 - la Linea 1 della cabina di alimentazione dei carichi privilegiati dell'Altoforno;
 - n. 1 compressore dell'aria da 12000 m³/h;
 - il quadro 10SC da 10 kV che alimenta i servizi di CET2;
 - TS2, collegato all'anello semiprivilegiato, alimenta:
 - la Linea 2 di alimentazione della cabina dei carichi semiprivilegiati dell'Altoforno;
 - n. 2 compressori da 6000 m³/h;
 - il quadro 10SC.

Le due linee TS1 e TS2 sono collegate da un congiuntore, normalmente aperto, che viene chiuso in occasione di interventi di manutenzione.

La sottostazione CET2 è alimentata dai generatori G1 e G2 della centrale CET2 (n. 2 gruppi caldaie/turbogeneratori da 30 MWe cadauno), i cui alternatori generano energia elettrica a 10 kV che, tramite un trasformatore elevatore, viene poi portata a 60 kV. Oltre a quanto sopra, nella sottostazione viene convogliata l'energia prodotta dal turbo-espansore installato sulla rete gas AFO.

Sottostazione CET1

È costituita da una doppia sbarratura, collegata alla sottostazione CET2 tramite i due elettrodotti NE e CAC. I carichi direttamente connessi con CET1 sono:

- ⇒ LAM1/1 che alimenta le utenze privilegiate dell'Acciaieria tramite trasformatore 60/3 kV. In particolare, tali utenze includono:
 - Acciaieria LD;
 - Acciaieria MS;
 - Cabina C1 TPP;
 - Cabina Aspirazione Secondaria, che alimenta anche la Primaria;
 - Cabina C2 TPP;
 - Cabina CC2.
- ⇒ LAM1/2 che alimenta le utenze semiprivilegiate dell'Acciaieria tramite trasformatore 60/3 kV;
- ⇒ LAB3 (60/10 kV) di alimentazione TSB e CC1B e CC3 (anello semiprivilegiato);
- ⇒ TR1, connesso alla rete privilegiata, che alimenta l'anello Magrini interno (3kV);
- ⇒ TR2, connesso alla rete semiprivilegiata, che alimenta l'anello Magrini esterno (3kV).

Dall'anello Magrini si dipartono le linee di alimentazione verso 20 utenze. Ciascuna di tali alimentazioni è duplicata con le linee dispari connesse all'anello interno (alimentazione privilegiata) e quelle pari connesse a quello esterno (alimentazione semiprivilegiata). Le utenze principali collegate all'anello Magrini sono quelle riportate nel seguente elenco:

- Centrale pompaggio acqua di mare 1° salto;
- Centrale pompaggio acqua di mare 1° salto bis;
- Centrale pompaggio acqua di mare 2° salto;
- Cokeria nuova (anello interno);
- Cokeria vecchia (anello interno);
- Cabina Carpenteri verso Direzione e Uffici SPP;

- Emergenze (terza linea delle utenze TSB, CC2, Cabina Acciaieria MS, Cabina Acciaieria LD);
- Cabina Stivoni;
- Cabina di Marina.

Si noti che la configurazione sopra descritta rappresenta l'assetto ordinario della rete. Peraltro, tutte le utenze collegate alle due sottostazioni con doppia barratura hanno la possibilità di essere indifferentemente alimentate sia dall'anello privilegiato che da quello semiprivilegiato (con semplice intervento sugli interruttori di collegamento delle linee alle sbarre doppiate).

In aggiunta a quanto sopra, in ogni reparto dello stabilimento (cokeria, altoforno, acciaieria, ecc.) sono operanti gruppi elettrogeni e/o diesel di emergenza che assicurano il funzionamento di componenti e/o sistemi critici d'impianto, oltre a gruppi di continuità con batterie tampone che garantiscono il funzionamento della strumentazione e dei sistemi di controllo e supervisione. A titolo di esempio, si citano:

Cokeria:

- diesel motopompa raffreddamento bariletto,
- gruppo elettrogeno mantenimento batteria 45F,
- gruppo elettrogeno pozzini purghe,
- diesel emergenza sfornatrice batteria 45F,
- diesel emergenza caricatrice batteria 45F,
- diesel emergenza transfer car batteria 45F,
- diesel locotrattore Badoni,
- diesel motopompa carrellata pompe pozzini purghe.

Altoforno:

- gruppo UPS sistema di supervisione, e PLC AFO/4,
- diesel Muzzi servizi di potenza per fermata AFO/4,
- diesel pompa circuiti di raffreddamento tubiere,
- diesel pompa circuiti di raffreddamento VVC,
- diesel pompa circuiti di raffreddamento cassette,
- diesel pompa circuiti di raffreddamento crogiolo
- gruppo UPS macchina a colare per rotazione siluro.

Acciaieria:

- gruppo UPS sistema di supervisione e PLC impianto trattamento LT,
- gruppo elettrogeno alimentazione utenze critiche circuiti raffreddamento COV,
- gruppo elettrogeno forno bricchettaggio,
- gruppo elettrogeno CC1B evacuazione emergenza bramme.

In aggiunta a quanto sopra, si ricorda che, su tutti gli impianti, le principali centrali oleodinamiche sono dotate di serbatoi di accumulo pressurizzati con azoto, che permettono di effettuare gli azionamenti per il completamento di manovre e la messa in sicurezza.

Dal punto di vista dell'assetto interno e dell'interconnessione con l'esterno delle reti di distribuzione dei fluidi e dei gas tecnici nello stabilimento, rimandando alla sezione §1.B.1.2.1.7 per una descrizione esaustiva delle stesse, si riportano di seguito alcune considerazioni legate agli aspetti di indisponibilità delle stesse.

Acqua industriale

L'alimentazione degli impianti di processo e trattamento nelle varie aree di stabilimento, le guardie idrauliche delle reti di distribuzione gas e dei gasometri, nonché lo spegnimento del coke sfornato dalle batterie in cokeria sono garantite mediante acqua industriale, distribuita nelle varie aree dello stabilimento mediante rete dedicata.

La rete acqua industriale è alimentata dai “Pozzi di Vignarca” (n. 19 pozzi emunti da n. 19 pompe, operanti in località Torre del Sale): l’acqua prelevata viene stoccata in vasche intermedie di accumulo, da cui un gruppo di pompaggio costituito da n. 5 pompe (di cui n. 3 in esercizio e n. 2 in stand-by) provvede a fornire complessivamente 1000 (± 50) m³/h, con prevalenza di circa 0.6 MPa, di acqua industriale alla rete di stabilimento.

La pressione di rete è mantenuta tramite piezometrico ($H_{MAX} = 35$ m, in località Capezzolo (cosiddetto “vascone”, con capienza 10.000 m³), che, alla connessione con la rete, garantisce una pressione dell’ordine di 0.3 MPa. Alla luce di quanto sopra, anche a seguito di eventuale interruzione dei gruppi di pompaggio, la fornitura di acqua industriale alle utenze è garantita (per qualche ora) tramite la vasca piezometrica da 10000 m³ collocata in località Capezzolo, la quale, come sopra detto, ha un carico piezometrico tale da consentirne l’erogazione di tutte le aree di stabilimento senza bisogno di energia di spinta.

Acqua DEMI

L’acqua demineralizzata viene prodotta dall’apposito impianto installato per la purificazione dell’acqua industriale. Tra le utenze che vengono alimentate con acqua demi sono compresi:

- Sistemi di raffreddamento dell’Altoforno (Circuito Cassette di Raffreddamento, Circuito Tubiere e Circuito Valvole Vento Caldo);
- Caldaie di stabilimento;
- Torri di lavaggio e strippaggio ammoniacca;
- Circuito chiuso di raffreddamento primario delle lingottiere delle colate continue.

In caso di black out elettrico, la fornitura di acqua DEMI viene garantita per un periodo variabile in dipendenza della situazione iniziale di riempimento di un tino piezometrico da 800m³, il quale è in grado di erogare il fluido senza necessità di ulteriore spinta in virtù di un carico idrostatico di partenza di circa 0.2 MPa.

Acqua di mare

La rete di distribuzione acqua di mare provvede all’alimentazione del secondario dei circuiti di raffreddamento di vari processi dello stabilimento. In emergenza, per mancanza acqua industriale, assicura lo spegnimento del coke e l’alimentazione delle guardie idrauliche dei gasometri. La rete di stabilimento è alimentata mediante alcune stazioni di pompaggio, operanti per zone di stabilimento, come già illustrato nella sezione §1.B.1.2.1.7. Oltre alle ridondanze esistenti su ciascun gruppo di pompaggio, l’alimentazione elettrica degli stessi è assicurata da diversi collegamenti sull’anello privilegiato e/o sull’anello semiprivilegiato di stabilimento, essendo queste utenze primarie dal punto di vista della sicurezza.

Azoto

La normale disponibilità di gas (necessario per l’attuazione, per le operazioni di messa in sicurezza e bonifica dei collettori e degli impianti con presenza di gas infiammabili) è garantita da due reti separate di distribuzione dell’azoto gassoso, in arrivo dal vicino stabilimento della SOL S.p.A., che assicurano allo stabilimento la disponibilità di azoto puro e di azoto di 2° qualità.

Un serbatoio polmone di azoto liquido da 300.000 m³ installato all’interno della SOL, dotato di evaporatore è in grado di garantire una fornitura di azoto gassoso di 5.000÷6.000 m³/h anche in caso di mancanza di energia per un tempo dell’ordine di alcune ore agli impianti di compressione che alimentano i polmoni di stabilimento.

La compressione (stazione ubicata in zona centralino riduzione O₂, 13÷22 bar) dell’azoto di 1° qualità è realizzata da un gruppo di n. 4 compressori che provvede ad alimentare un serbatoio polmone da 100 m³ a servizio dell’acciaieria. Ulteriori n. 2 serbatoi da 30 m³ cadauno hanno funzione di polmone della rete di distribuzione a 4 bar.

In relazione all’azoto di 2° qualità, un serbatoio da 100 m³ funziona da polmone, in parallelo alla rete, mentre n. 2 serbatoi da 80 m³ sono utilizzati per bonifica d’emergenza degli elettrofiltri dell’impianto LT di trattamento dei fumi primari.

In altoforno, è altresì operante un polmone indipendente di N₂ liquido con impianto di vaporizzazione, gestito dal personale dell'area altoforno (rifornimento diretto con autocisterna da SOL), utilizzato per fronteggiare esigenze di punta e/o back-up in caso di emergenza sulla rete azoto di stabilimento verso AFO/4.

In merito alla disponibilità di azoto, ed al funzionamento dei gruppi di compressione, vanno fatte considerazioni analoghe a quelle relative all'alimentazione delle pompe acqua di mare. La pressione sulla rete è altresì garantita dai serbatoi polmone.

Comportamento principali impianti vulnerabili

L'anello privilegiato, alimentato tramite macchina dedicata della CET2, e l'assetto della rete conseguente alla scelta operata a livello di selezione delle utenze connesse a tale alimentazione, consente di affrontare interruzioni prolungate e non programmate dell'alimentazione esterna di energia elettrica senza pregiudicare la disponibilità di energia elettrica per la messa in sicurezza degli impianti.

La disponibilità di acqua industriale costituisce un punto di forza nella gestione delle situazioni di emergenza dello stabilimento dal momento che, oltre a garantire l'alimentazione di eventuali utenze sensibili sotto il profilo del raffreddamento, costituisce una risorsa rilevante sotto il profilo della sicurezza delle reti di distribuzione dei gas siderurgici. Infatti, le reti, che già in partenza sono protette con valvole e dispositivi pneumatici o a contrappeso del tipo fail safe rispetto alla perdita di energia elettrica, sono munite di dispositivi di intercettazione in cui le funzioni di sicurezza ed isolamento sono assolte da guardie idrauliche, allagabili con la disponibilità di acqua anche in assenza di energia elettrica.

Nel dettaglio, la situazione delle reti di distribuzione gas, prendendo a riferimento ciascuno dei gasometri di stabilimento e le relative torce di protezione, in caso di interruzione di energia elettrica è la seguente:

- Gasometro AFO-ISE: in corrispondenza con l'interruzione di energia elettrica comporta la valvola a tampone in ingresso al gasometro va in chiusura (serbatoio di aria compressa per l'effettuazione della manovra). La manovra di allagamento dell'idrica rappresenta un margine di sicurezza ulteriore.
- Gasometro COMIMP (gas LDG): possono essere sviluppate considerazioni analoghe a quelle fatte per il gasometro AFO-ISE, in quanto l'apparecchiatura dispone di dispositivi di intercettazione caratterizzati da una buona tenuta che in caso di interruzione di corrente vanno in chiusura (valvola XX in ingresso, valvola WW in uscita).
- Gasometro BADONI: la valvola a lobi (di riduzione e antiritorno) MAN consente l'intercettazione del gasometro dalla rete. Per l'isolamento definitivo del gasometro dalla rete si rende necessario l'allagamento dell'idrica C.I.1 collocata a monte di questa.
- *Torcia rete gas AFO*: la logica impostata prevede la chiusura automatica della torcia per evitare eventuali ingressi di aria nei collettori. Si privilegia la messa in sicurezza a fronte di possibili esplosioni interne ai collettori, considerando anche che eventuali transitori di sovrappressione, comunque meno probabili a fronte di una concomitante riduzione graduale della produzione, hanno una dinamica ed effetti maggiormente controllabili. Le conseguenze potenzialmente connesse con tali transitori sono legate al possibile disfacimento delle guardie idrauliche installate a protezione della rete con conseguente rilascio di gas nell'ambiente circostante.
- *Torcia rete gas Coke*: chiusura automatica della torcia per evitare eventuali ingressi di aria nei collettori, per ragioni analoghe a quanto visto per la torcia rete gas AFO.

- *Candele rete gas LDG*: a fronte di una mancanza di energia elettrica, le valvole di commutazione installate a valle della sezione di recupero del gas LDG dai convertitori vanno in commutazione automatica verso la fiaccola, determinando l'isolamento della rete di trasporto del gas verso il gasometro COMIMP.

In merito alle reti distribuzione gas prodotti nello stabilimento, si ricorda che in caso di intercettazione dei gasometri è prevista l'immissione di piccole portate di azoto per il mantenimento di pressione positiva nelle stesse reti, in modo da evitare il potenziale verificarsi di fenomeni di depressione nelle reti stesse.

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'inviluppo 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.

UNITA' 1. Area ALTOFORNO

Sottounità 1.1: Altoforno

Scenario AL 01: Calcolo degli effetti di una esplosione a seguito della fuoriuscita di gas dalla bocca dell'altoforno

In seguito alla fuoriuscita di gas AFO dalla bocca dell'altoforno è ragionevole ipotizzare, date le condizioni impiantistiche, l'immediato innesco e conseguente esplosione della nube.

Le ipotesi assunte vedono l'emissione di 200.000 m³/h di gas per 1 minuto prima dell'effettiva esplosione. E' stato quindi considerato un quantitativo equivalente di gas esplosivo (assimilato a CO puro) pari al 25% dell'intero volume di gas AFO fuoriuscito.

La simulazione realizzata considerando gli 83 m³ di gas CO ha fornito i risultati riportati nella tabella seguente.

| Catastrofico (0.3 bar) | Grave (0.1 bar) | | Rottura vetri (0.03 bar) | | Fessurazione vetri (0.01 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 | Distanza MIN dal centro della nube e durata della fase | Distanza MAX dal centro della nube e durata della fase |
| // | 4 | 13 | 14 | 43 | 43 | 130 |

Scenario AL 02: Calcolo degli effetti di dispersione e successiva esplosione a seguito della fuoriuscita di gas da valvola BLEEDER

E' stato considerato un rilascio continuo di 50000 m³/h di gas AFO da una delle quattro valvole BLEEDER poste a 97 m di quota.

Considerate le caratteristiche chimico-fisiche del gas AFO e l'elevata quota di rilascio, le simulazioni realizzate allo scopo di definire l'area in cui possano essere superate le soglie di tossicità, hanno evidenziato come, per effetto di tale tipologia di rilascio, anche dopo diversi minuti di rilascio continuato, tali soglie non siano mai raggiunte a quote inferiori a oltre +30 m e quindi, a maggior ragione alle classiche quote operatori, notevolmente più basse.

È stata invece analizzata la possibilità che, in particolari condizioni meteorologiche, la dispersione del gas in direzione della vicina torcia AFO, possa comportare la presenza di una nube esplosiva che trovi il proprio innesco nella candela di sfogo del gas (a circa 200 m dall'altoforno, direzione SW, quota 60 m), unico innesco possibile per un rilascio a così alta quota.

Le condizioni meteorologiche di dispersione meno favorevoli individuate sono quelle caratterizzate da velocità del vento pari a 5 m/sec e classe di stabilità "D".

In tali circostanze, dopo 40 secondi circa la massa esplosiva che investe la candela di sfogo è pari a 85980 kg. L'esplosione di tale massa ha evidenziato i raggi di danno illustrati nella tabella seguente.

| Catastrofico (0.3 bar) | Grave (0.1 bar) | | Rottura vetri (0.03 bar) | | Fessurazione vetri (0.01 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 | Distanza MIN dal centro della nube e durata della fase | Distanza MAX dal centro della nube e durata della fase |
| / | 42 | 126 | 139 | 418 | 418 | 1255 |

Sottounità 1.2: Sacca a polvere, depurazione gas a secco

Scenario AL 03: Calcolo degli effetti di esplosione a seguito di piccole perdite di gas

Gli scenari incidentali individuati sono essenzialmente legati a piccole perdite di gas AFO: si rimanda al corrispondente scenario in §1.C.1.6.1 / 2.1.2 (RT 06) della rete gas AFO per la valutazione delle conseguenze.

Sottounità 1.3: Torre a umido, depurazione gas ad umido**Scenario AL 04: Calcolo degli effetti di esplosione a seguito di piccole perdite di gas**

Gli scenari incidentali individuati sono essenzialmente legati a piccole perdite di gas AFO: si rimanda al corrispondente scenario in §1.C.1.6.1 / 2.1.2 (RT 06) della rete gas AFO per la valutazione delle conseguenze.

Sottounità 1.4: Turboespansore**Scenario AL 05: Calcolo degli effetti di esplosione a seguito di piccole perdite di gas**

Gli scenari incidentali individuati sono essenzialmente legati alla fuoriuscita di piccole perdite di gas AFO. D'altra parte, grazie ai sistemi di protezione esistenti, tale perdita sarebbe prontamente rivelata e arrestato il flusso nella tubazione. Il quantitativo rilasciato in tali condizioni è trascurabile e per le conseguenze si può conservativamente assumere quanto trovato per il corrispondente scenario §1.C.1.6.1 / 2.1.2 (RT 06) della rete gas AFO (rilascio di gas da tronchetti da 1").

Sottounità 1.5: Cowpers**Scenario AL 06: Formazione di un dardo per fuoriuscita di vento caldo per trafilemento carpenteria metallica cowper**

Al fine di simulare gli effetti legati alla fuoriuscita di vento caldo ad altissima temperatura, che provoca la combustione di ogni materiale combustibile investito, la ricostruzione dello scenario è stata realizzata valutando gli effetti di irraggiamento dovuti ad un getto incendiato di gas metano. L'assunzione è necessaria allo scopo di conferire all'aria, in condizioni normali gas senza alcuna proprietà di infiammabilità, gli effetti conferiti dall'alta temperatura, al fine di valutare il danneggiamento su materiali e/o strutture circostanti.

La simulazione realizzata ha evidenziato la possibilità del verificarsi di un dardo aventi caratteristiche simili a quelle di un dardo incendiato di dimensioni 48 x 2 m fino a circa 50 m dal cowper.

Scenario AL 07: Esplosione per fuoriuscita di gas mix per perdita tronchetti e/o flange linea gas

Gli scenari incidentali individuati sono essenzialmente legati a piccole perdite di gas AFO: si rimanda al corrispondente scenario in §1.C.1.6.1 / 2.1.2 (RT 06) della rete gas AFO per la valutazione delle conseguenze.

UNITA' 2. Area RETI GAS**Sottounità 2.1: AFO****2.1.1 Gasometro AFO**

Scenario RT 01 Calcolo degli effetti di una esplosione a seguito di rottura catastrofica gasometro gas AFO

Prendendo a riferimento le caratteristiche medie del gas AFO, emerge che questo ha caratteristiche di rischio di esplosività e tossicità. In relazione a ciò, relativamente al gas AFO, a seguito della rottura catastrofica del gasometro, è stato effettuato sia il calcolo degli effetti di una esplosione, che l'analisi degli effetti della dispersione del gas tossico in atmosfera (si veda lo scenario seguente).

Si è ipotizzato un innesco quasi istantaneo, ovvero si è considerato che esploda tutta la nube, istantaneamente fuoriuscita dal serbatoio (ipotesi assolutamente conservativa, in quanto equivale ad ipotizzare una miscelazione totale ed istantanea di tutto il gas fuoriuscito con l'ossigeno circostante).

E' stato considerato, per il caso della sola esplosione, un volume di gas esplosivo (CO puro) pari al 25% del volume totale di gas AFO nel gasometro: tale percentuale tiene conto della presenza in miscela del componente CO e dell' H₂.

Il volume utile totale del gasometro è 43275 m³.

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 m³

Volume gas esplosivo in gasometro (41100*0.25) = 9760 m³

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

Massa iniziale monossido di carbonio = 9760*1.17= 11420 kg

Il risultato della simulazione, condotta con EFFECTS 1.0, è riassunto nella seguente tabella:

| Tipo di danno | Valore di soglia | Distanza dal centro della nube | |
|---------------------|------------------|--------------------------------|----------|
| | | Min. (m) | Max. (m) |
| Grave | 0.3 bar | // | // |
| Moderato | 0.1 bar | 21 | 64 |
| Vetri rotti | 0.03 bar | 71 | 212 |
| Rottura vetri (10%) | 0.01 bar | 212 | 637 |

Dalla tabella si evidenzia come l'esplosione per innesco istantaneo della nube originata in seguito al cedimento catastrofico del gasometro gas AFO non comporti danni gravi. Tenendo conto della posizione del gasometro, una eventuale esplosione quale quella considerata non potrebbe sicuramente interessare la zona abitata, ma potrebbe, al massimo, provocare la rottura di vetri e l'incrinatura di finestre negli edifici di stabilimento che si trovano in prossimità del gasometro stesso.

Scenario RT 02: Rilascio dalle caminelle di sfogo con conseguente esplosione del gas

La fuoriuscita di gas incombusto in atmosfera è possibile a causa dell'intervento delle 12 caminelle di sfogo posizionate sul gasometro, a seguito di un superamento dell'altissimo livello nel gasometro. I volumi di gas che si liberano possono essere considerevoli.

Per la valutazione degli effetti di un'esplosione in ambiente non confinato (UVCE) si è fatto riferimento, per il gas AFO, a rilasci di 5000, 10000 e 20.000 m³, in dipendenza della tempestività con cui si riesce a isolare il gasometro dalle reti e interrompere perciò il flusso di gas all'atmosfera.

Le simulazioni relative agli incidenti sopra descritti sono state effettuate considerando come riferimento le conseguenze degli stessi eventi incidentali in funzione della sola massa di sostanza esplosiva presente all'interno della miscela.

Sulla base di considerazioni precedentemente espone, in questa analisi è stato considerato un volume equivalente di gas esplosivo (CO puro) pari al 25% del volume totale di gas AFO considerato. L'analisi degli effetti derivanti dall'esplosione della sola massa di sostanza esplosiva presente all'interno della miscela gassosa è sicuramente la più conservativa, dal punto di vista della stima delle conseguenze.

I risultati delle simulazioni realizzate con il programma EFFECTS sono riportati nella tabella seguente.

| Catastrofico (0.3 bar) | Grave (0.1 bar) | Rottura vetri (0.03 bar) | Fessurazione vetri (0.01 bar) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CLASSE DI DANNO sostanza di riferimento CO (fuoriuscita di 20000 m³ di gas AFO) | | | | | | |
| / | 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 | Distanza MIN dal centro della nube e durata della fase | Distanza MAX dal centro della nube e durata della fase |
| / | 17 m | 51 m | 57 m | 170 m | 170 m | 510 m |
| CLASSE DI DANNO sostanza di riferimento CO (fuoriuscita di 10000 m³ di gas AFO) | | | | | | |
| / | 13 m | 40 m | 45 m | 135 m | 135 m | 404 m |
| CLASSE DI DANNO sostanza di riferimento CO (fuoriuscita di 5000 m³ di gas AFO) | | | | | | |
| / | 11 m | 32 m | 36 m | 107 m | 107 m | 321 m |

Scenario RT 03: Dispersione in atmosfera ed esplosione di una nube di gas AFO in seguito al cedimento catastrofico del gasometro (punto 9 §14 Prot. 7441)

Il volume totale utile del gasometro è 43275 m³.

Si ipotizza che il 95% del volume del gasometro sia occupato dal gas (soglia oltre la quale si ha chiusura della valvola a tamponamento 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

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 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.

Lo scenario è stato valutato nelle condizioni atmosferiche: velocità del vento 3 m/sec e classe di stabilità "F" e velocità 5 m/sec e classe di stabilità "D".

Per ciascun istante temporale considerato è stata valutata l'estensione della nube in termini di distanza dalla sorgente (il gasometro) ed 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 | Dist. Dal centro della Nube | | |
|--|--|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|-----------------------------|---------|-----|
| | | | | | | | | Min [m] | Max [m] | |
| Velocità del vento: 3 Stabilità "F" | 10 | 3461 | 45 | 15 | 38 | 22 | Grave 0.3 bar | // | // | |
| | | | | | | | Moderato 0.1 bar | 14 | 43 | |
| | | | | | | | Vetri rotti 0.03 bar | 48 | 143 | |
| | | | | | | | Rottura vetri (10%) 0.01 bar | 143 | 430 | |
| | 60 | 6132 | 214 | 146 | 0 | 0 | Grave 0.3 bar | // | // | |
| | | | | | | | Moderato 0.1 bar | 17 | 52 | |
| | | | | | | | Vetri rotti 0.03 bar | 58 | 174 | |
| | | | | | | | Rottura vetri (10%) 0.01 bar | 174 | 521 | |
| | 120 | 52 | 371 | 348 | 0 | 0 | Grave 0.3 bar | // | // | |
| | | | | | | | Moderato 0.1 bar | 4 | 11 | |
| | | | | | | | Vetri rotti 0.03 bar | 12 | 35 | |
| | | | | | | | Rottura vetri (10%) 0.01 bar | 35 | 106 | |
| | > 120 | 0 | // | // | // | // | | | | |
| | Velocità del vento: 5 Stabilità "D" | 10 | 8279 | 68 | 32 | 56 | 44 | Grave 0.3 bar | // | // |
| | | | | | | | | Moderato 0.1 bar | 19 | 58 |
| | | | | | | | | Vetri rotti 0.03 bar | 64 | 192 |
| Rottura vetri (10%) 0.01 bar | | | | | | | | 192 | 575 | |
| 30 | | 2976 | 172 | 128 | 0 | 0 | Grave 0.3 bar | // | // | |
| | | | | | | | Moderato 0.1 bar | 14 | 41 | |
| | | | | | | | Vetri rotti 0.03 bar | 45 | 136 | |
| | | | | | | | Rottura vetri (10%) 0.01 bar | 136 | 409 | |
| 40 | | 101 | 209 | 191 | 0 | 0 | Grave 0.3 bar | // | // | |
| | | | | | | | Moderato 0.1 bar | 4 | 13 | |
| | | | | | | | Vetri rotti 0.03 bar | 15 | 44 | |
| | | | | | | | Rottura vetri (10%) 0.01 bar | 44 | 132 | |
| > 40 | | 0 | // | // | // | // | | | | |

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 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.

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

I valori di dose soglia cui si associano i diversi effetti sui soggetti eventualmente esposti a concentrazioni rilevanti di monossido di carbonio sono espressi 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 |

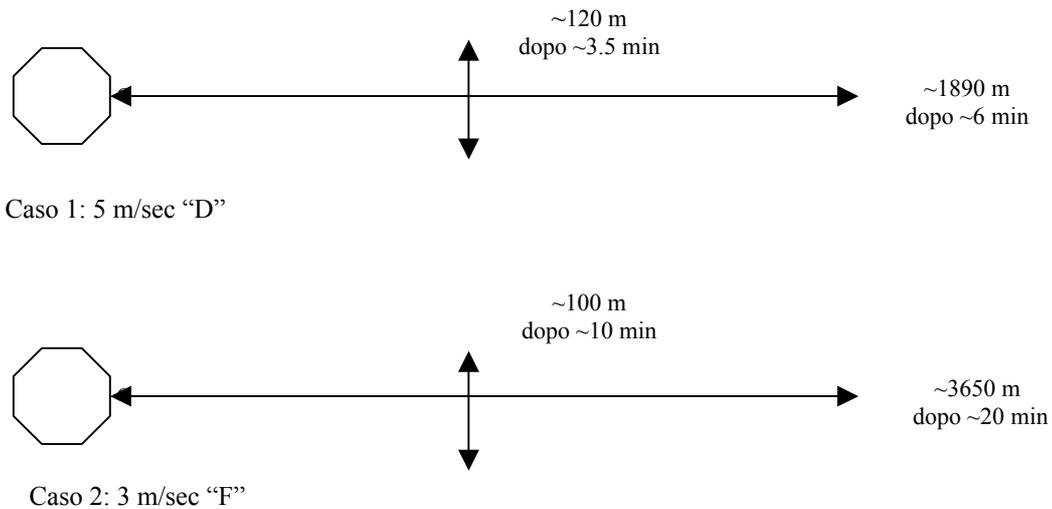
Rispetto alla recente formulazione del limite IDLH a 30 min. pari a 1200 ppm, si è preferito, in favore di un approccio conservativo, utilizzare il precedente valore limite per la concentrazione di CO considerato pari a 1000 ppm (che corrispondono a 1170 mg/m³).

Condizioni meteorologiche simulate:

1. Velocità del vento 5 m/s, classe di stabilità D.
2. Velocità del vento 3 m/s, classe di stabilità F.

Facendo un inviluppo della geometria della nube a diversi istanti dopo il rilascio, si ottengono le dimensioni massime dell'area al cui interno si possono avere concentrazioni superiori al valore limite di 1000 ppm. Il risultato è schematizzato nella Figura e nella Tabella seguenti.

Figura: Rappresentazione grafica delle dimensioni massime dell'area sottovento interessata da concentrazioni superiori a 1000 ppm.



Nel Caso 1 (velocità del vento 5 m/s, stabilità classe D) la massima distanza dal punto di rilascio alla quale sono stimate concentrazioni superiori a 1000 ppm è pari a 1890 m e viene raggiunta dopo circa 6 minuti dal rilascio.

Nel Caso 2 (velocità del vento 3 m/s, stabilità classe F) la massima distanza dal punto di rilascio alla quale sono stimate concentrazioni superiori a 1000 ppm è pari a 3650 m e viene raggiunta dopo circa 20 minuti dal rilascio.

| Condizioni meteorologiche di simulazione | Massima lunghezza della nube con concentrazione al contorno pari alla concentrazione limite (1000 ppm) | Massima ampiezza della nube con concentrazione al contorno pari alla concentrazione limite (1000 ppm) |
|--|--|---|
| velocità del vento 5m/s, stabilità D | 1890 m (raggiunta dopo ~6 min.) | 120 (dopo ~3.5 min.) |
| velocità del vento 3m/s, stabilità F | 3650 m (raggiunta dopo ~20 min.) | 100 m (dopo ~10 min.) |

Tabella: Riepilogo delle dimensioni massime dell'area sottovento interessata da concentrazioni superiori a 1000 ppm.

L'analogo calcolo (si veda la tabella seguente) effettuato considerando la soglia di concentrazione pari a 4000 ppm ha evidenziato come la concentrazione all'interno della nube, nella peggiore delle ipotesi, sia superiore a tale soglia per circa 10 minuti a partire dal rilascio. Considerando che il tempo di esposizione preso a riferimento per la definizione della dose letale LC_{50} è pari a 30 minuti si osserva che non esiste la possibilità di esposizione così prolungata a dosi superiori a quella limite.

Inoltre, il tempo di transito legato allo spostamento del baricentro della nube porterebbe a stimare più realisticamente il tempo di permanenza di tale concentrazione in intervalli dell'ordine di qualche minuto.

Tuttavia, le concentrazioni massime raggiunte, soprattutto nei primi istanti di dispersione, sono estremamente elevate, anche superiori alla soglia di 12000 ppm, considerato valore con effetti letali (perdita dei sensi o morte per esposizione) per brevi esposizioni (1-3 minuti).

| Condizioni meteorologiche di simulazione | Massima lunghezza della nube con concentrazione al contorno pari alla concentrazione limite (4000 ppm) | Massima ampiezza della nube con concentrazione al contorno pari alla concentrazione limite (4000 ppm) |
|--|--|---|
| velocità del vento 5m/s, stabilità D | 1089 m (raggiunta dopo ~3.5 min.) | 70 (dopo ~2 min.) |
| velocità del vento 3m/s, stabilità F | 1780 m (raggiunta dopo ~10 min.) | 45 m (dopo ~6 min.) |

Tabella: Riepilogo delle dimensioni massime dell'area sottovento interessata da concentrazioni superiori a 4000 ppm.

2.1.2 Rete AFO

Scenario RT 05: Rilascio da tronchetti di piccolo diametro di gas AFO con conseguente dispersione e incendio del getto.

Si ipotizza la rottura di uno dei tronchetti da 1" per strumenti di misura distribuiti lungo le tre linee o l'apertura di un foro di pari dimensioni per corrosione. Dall'esperienza maturata in molti anni di esercizio nello stabilimento LUCCHINI risulta che tali rotture non hanno mai provocato danni gravi, ma si ritiene importante prenderle comunque in considerazione per il fatto che in caso di accensione del jet o della nube che si forma possono dare luogo a danni sulle strutture o altri impianti circostanti.

Il calcolo permette di identificare le caratteristiche geometriche del getto libero turbolento che si forma a valle dello sbocco, dove la velocità e la concentrazione del gas decrescono in funzione della distanza dalla sezione di efflusso. Interessanti sono soprattutto le informazioni che si ricavano circa lo spazio interessato dalla presenza di miscele infiammabili e il volume di gas che si trova in tali condizioni.

Le simulazioni relative agli scenari considerati sono state effettuate, in una prima fase, considerando come riferimento l'intera miscela costituente il gas, quindi, successivamente, analizzando le conseguenze degli stessi eventi incidentali in funzione della sola massa di sostanza infiammabile presente all'interno della miscela.

Per quanto riguarda il gas AFO, inizialmente le simulazioni relative ad incidenti coinvolgenti tale gas sono state effettuate considerando come riferimento l'intera miscela gassosa (caratterizzata da Peso Molecolare medio 29.92 (g/mole), LFL pari a 35 (% vol.), UFL 74 (% vol.)).

In una seconda fase sono state, invece, simulate le conseguenze derivanti dalla dispersione ed incendio del getto, considerando la sola massa di gas infiammabili presenti all'interno della miscela.

La sostanza presa come riferimento per la seconda fase di simulazione, essendo necessario individuare un componente al quale assimilare il contenuto dell'intera miscela, è stato il monossido di carbonio (presente nel gas al 23% e caratterizzato da LFL pari a 12.5 % vol., UFL 74 % vol.): sono state quindi effettuate apposite simulazioni con il codice EFFECTS con lo scopo di determinare il volume equivalente di monossido da aggiungere alla percentuale del 23%, in modo da considerare anche l'effetto della massa di idrogeno presente. Sulla base delle suddette considerazioni, in questa analisi è stato considerato un volume equivalente di gas infiammabile (CO puro) pari al 25% del volume totale di gas AFO considerato.

Gli elaborati di calcolo, si riferiscono quindi a due casi:

- Caso 1: dispersione ed incendio del getto di gas AFO;

- Caso 2: dispersione ed incendio di un getto costituito da un volume di monossido di carbonio pari al 25% del volume di gas AFO considerato.

Dagli elaborati di calcolo si estraggono i seguenti dati:

CASO 1.

- velocità del gas allo sbocco: 76 m/s
- concentrazione 74% in volume (UFL) ad una distanza di 0.14 m dalla sezione di sbocco
- conc. 34% (LFL) a una distanza di 0.31 m dalla sezione di uscita
- massima estensione del jet in condizioni di infiammabilità nel piano perpendicolare alla direzione di efflusso: 0.03 m

CASO 2.

- concentrazione 74% in volume (UFL) ad una distanza massima di 0.46 m dalla sezione di sbocco
- concentrazione 12.5% (LFL) a una distanza massima di 1.14 m dalla sezione di uscita
- massima estensione del jet in condizioni di infiammabilità nel piano perpendicolare alla direzione di efflusso: 0.10 m

Come si può constatare dall'osservazione dei risultati delle simulazioni l'ipotesi considerata nel Caso 2 permette di effettuare una stima conservativa delle conseguenze relative all'evento ipotizzato: infatti, nel primo caso la regione in cui il gas ha una concentrazione compresa nel campo di infiammabilità, all'interno della quale si deve trovare un innesco perché si possa avere l'incendio del jet-fire, risulta inferiore a quella stimata nel Caso 2.

Tale zona è assimilabile, ad un cilindro che, nel Caso 1 è posto ad una distanza compresa tra 0.14 m e 0.31 m dalla sezione di efflusso ed ha diametro di 3 cm. Nel Caso 2 tale cilindro è posto ad una distanza compresa tra 0.46 m e 1.14 m dalla sezione di efflusso ed ha diametro di 4 cm.

In seguito ad un eventuale innesco si formerebbe un jet-fire che viene alimentato dal gas che continua a fuoriuscire. Per calcolare l'irraggiamento indotto nell'area circostante sono stati eseguiti due calcoli: nel primo caso si ipotizza che il rilascio avvenga ad una quota di 5 m e si calcola l'intensità dell'irraggiamento a 1.7 m (altezza di un operatore); nel secondo caso si suppone di avere una perdita ad una quota di 10 m e si valuta l'irraggiamento alla stessa altezza, per evidenziare a quale flusso di calore è sottoposta, ad esempio, una linea appartenente al medesimo pipe-rack, esposta a tale azione.

In entrambi i casi si ottengono valori alquanto bassi, sia per il Caso 1 che per il Caso 2.

Infatti, nel Caso 1 risulta trascurabile l'irraggiamento cui è esposto un operatore posto ad una distanza di 3 m (è la distanza per la quale l'irraggiamento è massimo) dalla verticale del punto di rilascio: 0.12 kW/m^2 , quando la soglia critica per ustioni di 1° grado è pari a 5 kW/m^2 . Molto limitato è anche, nel secondo caso, il carico sulle tubazioni vicine: ad 1 m di distanza l'intensità delle radiazioni è di 3.4 kW/m^2 , valore che non rappresenta un rischio per la loro integrità strutturale (punto 6 §14 Prot. 7441).

La situazione può però divenire pericolosa se la fiamma arriva ad investire direttamente una struttura vicina. Nel caso in esame le dimensioni della fiamma sono: diametro = 0.15 m; lunghezza = 0.7 m, per cui esiste il rischio che la fiamma colpisca un tratto di tubazione di una linea adiacente portandolo al collasso e dando in tal modo origine ad un incendio di maggiori proporzioni.

Scenario RT 06: Esplosione non confinata di gas AFO

Un ulteriore rischio conseguente il rilascio di gas infiammabile deriva dalla possibilità che nell'atmosfera circostante permangano, specie in assenza di vento che favorirebbe la dispersione, sacche di miscela aria-gas in concentrazioni comprese nel campo di infiammabilità le quali, trovando un innesco, possono dare origine ad esplosioni. Lo studio degli effetti di una deflagrazione in ambiente non confinato viene effettuato, in questo studio, utilizzando i programmi di calcolo STARBANG ed EFFECTS 2.1, attraverso i quali è possibile descrivere l'andamento della sovrappressione in funzione della distanza dal punto di esplosione (che può non coincidere con quello dove ha luogo il rilascio), caratterizzando in tale modo l'estensione delle aree soggette ai diversi gradi di danneggiamento.

Dovendo fare riferimento al quantitativo totale di gas rilasciato si studiano due situazioni di riferimento, a seconda che la perdita venga arrestata dopo 10 oppure 30 minuti dal momento iniziale.

Le simulazioni relative agli incidenti sopra descritti sono state effettuate, in una prima fase, considerando come riferimento l'intera miscela costituente il gas, quindi, successivamente, analizzando le conseguenze degli stessi eventi incidentali in funzione della sola massa di sostanza esplosiva presente all'interno della miscela.

Dall'analisi dei risultati delle simulazioni, riportati nel seguito del paragrafo, risulta che l'ipotesi più conservativa, dal punto di vista delle conseguenze stimate, è quella relativa all'analisi degli effetti derivanti dall'esplosione della sola massa di sostanza esplosiva presente all'interno della miscela gassosa.

In particolare, inizialmente, le simulazioni relative all'esplosione di una nube di gas AFO sono state effettuate considerando come riferimento l'intera miscela gassosa.

In una seconda fase sono state, invece, simulate le conseguenze derivanti dall'esplosione della sola massa di gas esplosivi (monossido di carbonio e idrogeno) presente all'interno della miscela.

Nell'analisi è stato considerato un volume equivalente di gas esplosivo (CO puro) pari al 25% del volume totale di gas AFO considerato.

Nello specchio illustrativo che segue sono riportati, per le due ipotesi di rilascio descritte, le soglie di rischio conseguenti l'esplosione espresse come distanze entro le quali sono prevedibili danni catastrofici, danni gravi, rottura di vetri, fessurazione di vetri.

| DURATA RILASCIO | CLASSE DI DANNO | | | | | | | |
|-----------------|------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| | Catastrofico (0.3 bar) | | Grave (0.1 bar) | | Rottura vetri (0.03 bar) | | Fessurazione vetri (0.01 bar) | |
| | Miscela di gas | Sostanza di riferimento | Miscela di gas | Sostanza di riferimento | Miscela di gas | Sostanza di riferimento | Miscela di gas | Sostanza di riferimento |
| GAS AFO | | | | | | | | |
| 10 minuti | 5 m | 9 m | 14 m | 20 m | 47 m | 48 m | 142 m | 160 m |
| 30 minuti | 7 m | 10 m | 20 m | 30 m | 68 m | 69 m | 205 m | 235 m |

Scenario RT 07: Depressione nelle linee gas AFO

La modellistica sviluppata per lo studio di esplosioni in ambiente confinato è tuttora alquanto carente; non è pertanto possibile eseguire il calcolo delle sovrappressioni indotte all'interno delle tubazioni in seguito a detonazione di miscela esplosiva formata in esse (punto 4 §14 Prot. 7441).

In base all'esperienza incidentale, si può comunque affermare che eventi di questo tipo danno conseguenze significative in termini di danneggiamento agli impianti. Per l'impianto in esame, la probabilità di occorrenza è stimabile ad un valore pari a $2.0 \cdot 10^{-6}$, ed è legata alla concomitanza dei seguenti fattori:

- l'altoforno (impianto produttore del gas AFO) lavora sotto standard;
- il gasometro è al minimo livello o intercettato;
- impossibilità di iniezione azoto in rete per mantenimento pressione positiva, come da procedura operativa standard utilizzata contestualmente all'avvio delle manovre previste per l'intercettazione del gasometro dalla rete gas;
- rilevata la diminuzione di produzione non si è provveduto alla progressiva riduzione dell'erogazione di gas alle utenze e/o alle candele di sfogo prima di arrivare in condizioni di minimo livello gasometro;
- le valvole automatiche in protezione delle utenze non scattano in posizione di chiusura alla pressione di settaggio (30÷40 mm c.a.);
- le condizioni di depressione si protraggono per un periodo di tempo tale da consentire l'ingresso della quantità di aria sufficiente a creare localmente presenza di miscela esplosiva;
- la miscela esplosiva trova innesco.

2.1.3 Torcia AFO

Scenario RT 08: Rilascio dalla candela con conseguente esplosione del gas

La fuoriuscita di gas incombusto all'atmosfera è possibile, per la candela di protezione della rete, a seguito dello spegnimento delle fiamme pilota. I volumi di gas che si liberano possono essere considerevoli, stante l'elevata portata che può essere smaltita dalla candela.

Per la valutazione degli effetti di un'esplosione in ambiente non confinato (UVCE) si è fatto riferimento, per il gas AFO, rilasci di 5000, 10000 e 20.000 m³, in dipendenza della tempestività con cui si riescono a isolare il gasometro dalla rete ed interrompere il flusso di gas all'atmosfera.

Si sono valutati gli effetti di un innesco immediato della nube, stante la presenza a circa 200 m dalla torcia, di un elettrodotto ad alta tensione (132 kV) che sarebbe interessato quasi immediatamente per direzioni del vento comprese nel II/III quadrante. L'umidità del gas AFO potrebbe favorire la formazione di scariche fra gli isolatori, determinando quindi l'innesco dopo poche decine di secondi dall'inizio del rilascio.

Le simulazioni relative agli incidenti sopra descritti sono state effettuate considerando come riferimento le conseguenze degli stessi eventi incidentali in funzione della sola massa di sostanza esplosiva presente all'interno della miscela.

La sostanza presa come riferimento per la fase di simulazione, essendo necessario individuare un componente al quale assimilare il contenuto dell'intera miscela, è stato il monossido di carbonio: è stato considerato un volume equivalente di gas esplosivo (CO puro) pari al 25% del volume totale di gas AFO considerato. L'analisi degli effetti derivanti dall'esplosione della sola massa di sostanza esplosiva presente all'interno della miscela gassosa è sicuramente la più conservativa, dal punto di vista della stima delle conseguenze.

I risultati delle simulazioni realizzate con il programma EFFECTS 1 sono riportati nella tabella seguente.

| Catastrofico (0.3 bar) | Grave (0.1 bar) | | Rottura vetri (0.03 bar) | | Fessurazione vetri (0.01 bar) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CLASSE DI DANNO sostanza di riferimento CO (fuoriuscita di 20000 m³ di gas AFO) | | | | | | |
| / | 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 | Distanza MIN dal centro della nube e durata della fase | Distanza MAX dal centro della nube e durata della fase |
| / | 17 m | 51 m | 57 m | 170 m | 170 m | 510 m |
| CLASSE DI DANNO sostanza di riferimento CO (fuoriuscita di 10000 m³ di gas AFO) | | | | | | |
| / | 13 m | 40 m | 45 m | 135 m | 135 m | 404 m |
| CLASSE DI DANNO sostanza di riferimento CO (fuoriuscita di 5000 m³ di gas AFO) | | | | | | |
| / | 11 m | 32 m | 36 m | 107 m | 107 m | 321 m |

Scenario RT 09: Rilascio dalla candela con conseguente irraggiamento da torcia

Nel caso di scarico di gas incombusto e innesco mediante torcia pilota si ha lo sviluppo di una fiamma allo sbocco alimentata in continuo dal gas in uscita.

L'inclinazione della fiamma è variabile con la velocità del vento, aumentando con essa; parimenti con l'inclinazione cresce il flusso di calore irradiato al suolo.

Questo scenario, date le caratteristiche delle condizioni di rilascio, ed il dimensionamento della candela, previsto per operare proprio in tali condizioni, non costituisce rischio per le persone presenti nell'area sottostante ed adiacente allo scarico stesso.

Scenario RT10: Dispersione di gas AFO in atmosfera

E' stata valutata l'ipotesi di rilascio semicontinuo in atmosfera di gas AFO ed il conseguente effetto di tossicità legato alla presenza del 23% di CO.

Sono state simulate le condizioni peggiori ipotizzabili:

- massima portata di gas (200000 m³/h di cui il 23% di CO a 60 m di quota);
- tempo di rilascio 30 minuti.

Le condizioni di dispersione sono tali da non permettere il raggiungimento dell'inquinata al suolo in nessuna condizione meteorologica ipotizzabile (stabilità F e velocità del vento 3 m/sec e stabilità D con velocità 5 m/sec).

Sottounità 2.2: COK

2.2.1 Gasometro COK

Scenario RT 11: Calcolo degli effetti di una esplosione a seguito di rottura catastrofica gasometro gas COK

Prendendo a riferimento le caratteristiche medie del gas COK, emerge che questo è caratterizzato da tossicità inferiore rispetto a quella del gas AFO (presenza CO e C₆H₆), a fronte di un rischio di esplosione decisamente più elevato (presenza in miscela di H₂ e CH₄).

In relazione a quanto sopra, relativamente al gas COK, a seguito della rottura catastrofica del gasometro, è stato effettuato il calcolo degli effetti di un'esplosione. Si è ipotizzato un innesco quasi istantaneo, ovvero si è considerato che esploda tutta la nube istantaneamente fuoriuscita dal serbatoio (ipotesi assolutamente conservativa, in quanto equivale ad ipotizzare una miscelazione totale ed istantanea di tutto il gas fuoriuscito con l'ossigeno circostante).

In fase di simulazione, essendo necessario individuare una sostanza di riferimento alla quale assimilare il contenuto del gasometro, il gas considerato è stato l'idrogeno puro. Sono state quindi effettuate apposite simulazioni con il codice EFFECTS con lo scopo di determinare il volume equivalente di idrogeno da aggiungere alla percentuale del 63%, in modo da considerare anche l'effetto della massa di altri infiammabili presenti (CH₄ e CO). Per tale ragione, è stato considerato un volume equivalente di gas esplosivo (idrogeno puro) pari al 75% del volume totale di gas COK nel gasometro.

Volume totale gasometro 20000 m³.

Volume di gas esplosivo nel gasometro (20000*0.75) = 15000 m³

Densità gas idrogeno a 1 atm e 293 K = 0.08 kg/m³

Massa iniziale idrogeno = 15000*0.08 = 1200 kg

Il risultato della simulazione, condotta con EFFECTS 1.0, è riassunto nella seguente tabella:

| Tipo di danno | Valore di soglia | Distanza dal centro della nube | |
|---------------------|------------------|--------------------------------|----------|
| | | Min. (m) | Max. (m) |
| Grave | 0.3 bar | 61 | 169 |
| Moderato | 0.1 bar | 184 | 360 |
| Vetri rotti | 0.03 bar | 612 | 989 |
| Rottura vetri (10%) | 0.01 bar | 1837 | 2769 |

Tenendo conto della posizione del gasometro, un'eventuale esplosione quale quella considerata interesserebbe la zona abitata, con danni moderati o provocando al massimo la rottura di vetri degli edifici che si trovano in prossimità della zona di stabilimento nella quale è situato il gasometro.

Scenario RT 12: Rilascio dalle caminelle di sfogo con conseguente esplosione del gas

La fuoriuscita di gas incombusto all'atmosfera è possibile a causa delle caminelle di sfogo posizionate sul gasometro. I volumi di gas che si liberano possono essere considerevoli.

Per la valutazione degli effetti di un'esplosione in ambiente non confinato (UVCE) si è fatto riferimento, per il gas COK, a rilasci di 500, 1000 e 5000 m³, in dipendenza della tempestività con cui si riesce a isolare il gasometro dalle reti e interrompere perciò il flusso di gas all'atmosfera.

Le simulazioni relative allo scenario sopra descritto sono state effettuate considerando come riferimento le conseguenze degli stessi eventi incidentali in funzione della sola massa di sostanza esplosiva presente all'interno della miscela.

Sulla base di considerazioni precedentemente esposte, in questa analisi è stato considerato un volume equivalente di gas esplosivo (H_2) pari al 75% del volume totale di gas COK considerato. L'analisi degli effetti derivanti dall'esplosione della sola massa di sostanza esplosiva presente all'interno della miscela gassosa è sicuramente la più conservativa, dal punto di vista della stima delle conseguenze.

I risultati delle simulazioni realizzate con il programma EFFECTS sono riportati nella tabella seguente.

| Catastrofico (0.3 bar) | | Grave (0.1 bar) | | Rottura vetri (0.03 bar) | | Fessurazione vetri (0.01 bar) | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|
| CLASSE DI DANNO sostanza di riferimento H_2 (fuoriuscita di 5000 m³ di gas COK) | | | | | | | |
| Distanza MAX dal centro della nube e durata della fase | Distanza MAX dal centro della nube e durata della fase | Distanza MAX 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 | Distanza MIN dal centro della nube e durata della fase | Distanza MAX dal centro della nube e durata della fase |
| 38 | 105 | 114 | 224 | 381 | 616 | 1144 | 1725 |
| CLASSE DI DANNO sostanza di riferimento H_2 (fuoriuscita di 1000 m³ di gas COK) | | | | | | | |
| 22 | 62 | 67 | 131 | 223 | 360 | 669 | 1009 |
| CLASSE DI DANNO sostanza di riferimento H_2 (fuoriuscita di 500 m³ di gas COK) | | | | | | | |
| 18 | 49 | 53 | 104 | 177 | 286 | 531 | 800 |

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 m³.

Volume gas esplosivo in gasometro (20000*0.75) = 15000 m³

Densità gas idrogeno a 1 atm e 293 K = 0.08 kg/ m³

Massa iniziale idrogeno = 15000*0.08= 1200 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 3 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 | Dist. Dal centro della Nube | | |
|--|--|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|-----------------------------|---------|-----|
| | | | | | | | | Min [m] | Max [m] | |
| Velocità del vento: 3 Stabilità "F" | 10 | 43 | 46 | 14 | 41 | 19 | Grave 0.3 bar | 20 | 55 | |
| | | | | | | | Moderato 0.1 bar | 60 | 118 | |
| | | | | | | | Vetri rotti 0.03 bar | 201 | 324 | |
| | | | | | | | Rottura vetri (10%) 0.01 bar | 602 | 908 | |
| | 180 | 568 | 644 | 436 | 0 | 0 | Grave 0.3 bar | 47 | 131 | |
| | | | | | | | Moderato 0.1 bar | 142 | 279 | |
| | | | | | | | Vetri rotti 0.03 bar | 475 | 767 | |
| | | | | | | | Rottura vetri (10%) 0.01 bar | 1424 | 2145 | |
| | 270 | 29 | 859 | 761 | 0 | 0 | Grave 0.3 bar | 18 | 49 | |
| | | | | | | | Moderato 0.1 bar | 53 | 104 | |
| | | | | | | | Vetri rotti 0.03 bar | 176 | 284 | |
| | | | | | | | Rottura vetri (10%) 0.01 bar | 528 | 796 | |
| | > 270 | // | // | // | // | // | | | | |
| | Velocità del vento: 5 Stabilità "D" | 10 | 902 | 74 | 26 | 57 | 43 | Grave 0.3 bar | 55 | 153 |
| | | | | | | | | Moderato 0.1 bar | 166 | 326 |
| | | | | | | | | Vetri rotti 0.03 bar | 554 | 894 |
| Rottura vetri (10%) 0.01 bar | | | | | | | | 1661 | 2503 | |
| 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 | |
| | | | | | | | Rottura vetri (10%) 0.01 bar | 1689 | 2545 | |
| 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 | |
| | | | | | | | Rottura vetri (10%) 0.01 bar | 1291 | 1945 | |
| > 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.

2.2.2 Stazione di rilancio COK (ex Boldrocchi)

Scenario RT 14: Incendio

L'evento verificatosi (incendio all'aperto), originato da una perdita di tenuta a seguito di un grippaggio di un cuscinetto, ha provocato una piccola fuoriuscita di gas che ha trovato innesco immediato con produzione di fiamma, continuamente alimentata dal gas che fluiva nella tubazione di aspirazione del ventilatore.

Stante la bassa pressione e la lieve entità della perdita, l'evento non è tale da far prevedere danni significativi alle strutture e/o tubazioni, sia in termini di irraggiamento che di riscaldamento diretto da fiamma, anche dal punto di vista dell'evoluzione possibile dello scenario.

2.2.3 Rete COK

Scenario RT 15: Rilascio da tronchetti di piccolo diametro di gas COK con conseguente dispersione e incendio del getto

In modo del tutto analogo a quanto fatto per il gas AFO, anche per quanto riguarda il gas COK, inizialmente le simulazioni sono state effettuate considerando come riferimento l'intera miscela gassosa (caratterizzata da PM medio 29.92 (g/mole), LFL pari a 4 % vol., UFL 33 % vol.).

In una seconda fase sono state, invece, simulate le conseguenze derivanti dalla dispersione ed incendio del getto, considerando la sola massa di gas infiammabili (idrogeno, metano e monossido di carbonio) presenti all'interno della miscela.

La sostanza presa come riferimento per la seconda fase di simulazione, essendo necessario individuare un componente al quale assimilare il contenuto dell'intera miscela, è stato l'idrogeno (presente nel gas al 63% e caratterizzato da LFL pari a 4 % vol., UFL 75 % vol.). Nell'analisi è stato considerato un volume equivalente di gas infiammabile (idrogeno puro) pari al 75% del volume totale di gas COK considerato.

Gli elaborati di calcolo si riferiscono quindi a due casi:

- Caso 1: dispersione ed incendio del getto di gas COK;
- Caso 2: dispersione ed incendio di un getto costituito da un volume di idrogeno pari al 75% del volume di gas COK considerato.

Le caratteristiche del jet libero turbolento sono:

CASO 1.

- velocità del getto allo sbocco: 91 m/s;
- concentrazione 30% in vol. (UEL) ad una distanza di 0.38 m dalla sezione di sbocco
- concentrazione 4.1% in vol. (LEL) a una distanza di 2.9 m dalla sezione di sbocco
- massima estensione del jet in condizioni di infiammabilità nel piano perpendicolare alla direzione di efflusso: 0.33 m

CASO 2.

- concentrazione 75% in vol. (UEL) ad una distanza di 1.44 m dalla sezione di sbocco
- concentrazione 4% in vol. (LEL) a una distanza di 6.29 m dalla sezione di sbocco
- massima estensione del jet in condizioni di infiammabilità nel piano perpendicolare alla direzione di efflusso: 0.56 m.

Per la valutazione dell'irraggiamento al suolo (jet-fire a 5 m) e a altezza di 10 m (jet-fire a 10 m) si sono eseguiti due calcoli ottenendo, ad esempio per il Caso 1, nel primo caso, il valore massimo di $0,14 \text{ kW/m}^2$ ad una distanza di 3 m dalla verticale del punto di rilascio, mentre nel secondo, l'intensità delle radiazione è risultata pari a $4,2 \text{ kW/m}^2$ alla distanza di 1 m.

Seppure superiori a quelli ottenuti per il gas AFO, tali valori non sono tali da procurare danni anche lievi alle strutture e/o alle persone esposte. Il getto infuocato avrà un diametro di 17 cm e una lunghezza di 0,81 m: sono quindi possibili, in generale, coinvolgimenti all'incendio delle tubazioni vicine sullo stesso pipe rack, laddove applicabile (tenendo conto dell'effettiva disposizione geometrica delle tubazioni).

Scenario RT 16: Esplosione non confinata di gas

Un ulteriore rischio conseguente il rilascio di gas infiammabile deriva dalla possibilità che nell'atmosfera circostante permangano, specie in assenza di vento che favorirebbe la dispersione e lo spostamento della nube (che potrebbe quindi trovare un innesco ritardato fin quando si ha massa all'interno del campo di infiammabilità), sacche di miscela aria-gas in concentrazioni comprese nel campo di infiammabilità le quali, trovando un innesco, possono dare origine ad esplosioni.

Dovendo fare riferimento al quantitativo totale di gas rilasciato si pongono due ipotesi, a seconda che la perdita venga arrestata dopo 10 oppure 30 minuti dal momento iniziale.

Per quanto riguarda il gas COK, le simulazioni relative agli incidenti sopra descritti sono state effettuate, in una prima fase, considerando come riferimento l'intera miscela costituente il gas, quindi, successivamente, analizzando le conseguenze degli stessi eventi incidentali in funzione della sola massa di sostanza esplosiva presente all'interno della miscela.

Dall'analisi dei risultati delle simulazioni, riportati nel seguito del paragrafo, risulta che l'ipotesi più conservativa, dal punto di vista delle conseguenze stimate, è quella relativa all'analisi degli effetti derivanti dall'esplosione della sola massa di sostanza esplosiva presente all'interno della miscela gassosa. Nell'analisi è stato considerato un volume equivalente di gas esplosivo (idrogeno puro) pari al 75% del volume totale di gas COK considerato, per tenere conto della presenza in miscela di metano e monossido di carbonio.

Nello specchio illustrativo che segue sono riportati, per le condizioni di rilascio descritte, per le classi di danno conseguenti l'esplosione, le distanze entro le quali sono prevedibili danni catastrofici, danni gravi, rottura di vetri, fessurazione di vetri.

| DURATA RILASCIO | CLASSE DI DANNO | | | | | | | |
|-----------------|------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| | Catastrofico (0.3 bar) | | Grave (0.1 bar) | | Rottura vetri (0.03 bar) | | Fessurazione vetri (0.01 bar) | |
| GAS COK | Miscela di gas | Sostanza di riferimento | Miscela di gas | Sostanza di riferimento | Miscela di gas | Sostanza di riferimento | Miscela di gas | Sostanza di riferimento |
| 10 minuti | 5 m | 13 m | 15 m | 45 m | 51 m | 98 m | 152 m | 345 m |
| 30 minuti | 7 m | 20 m | 22 m | 68 m | 73 m | 140 m | 220 m | 500 m |

Il caso peggiore è, come emerge dall'analisi della tabella, quello legato al rilascio per una durata di 30 minuti. In tale condizione sono da attendersi, infatti, danni gravi (cioè sovrappressioni superiori a 0,1 bar) fino a una distanza di 22 m secondo la stima effettuata considerando la miscela di gas, e fino a 68 m sulla base della simulazione effettuata prendendo come riferimento il volume equivalente di idrogeno puro.

Il fatto che le conseguenze stimate risultino più rilevanti nel caso delle simulazioni effettuate utilizzando le caratteristiche della sostanza di riferimento (idrogeno) anziché quelle dell'intera miscela di gas di processo, costituisce una prova evidente del fatto che la seconda ipotesi fatta nell'ambito di questa analisi sia senz'altro la più conservativa.

Scenario RT 17: Depressione nelle linee gas COK

La modellistica sviluppata per lo studio di esplosioni in ambiente confinato è tuttora alquanto carente; non è pertanto possibile eseguire il calcolo delle sovrappressioni indotte all'interno delle tubazioni in seguito a detonazione di miscela esplosiva formata in esse (punto 4 §14 Prot. 7441). In base all'esperienza incidentale, si può comunque affermare che eventi di questo tipo danno conseguenze significative in termini di danneggiamento agli impianti. Per l'impianto in esame, la probabilità di occorrenza è stimabile ad un valore pari a $2.0 \cdot 10^{-6}$, ed è legata alla concomitanza dei seguenti fattori:

- le batterie della cokeria lavorano sotto standard;
- il gasometro BADONI è al minimo livello o intercettato;
- impossibilità di iniezione azoto in rete per mantenimento pressione positiva, come da procedura operativa standard utilizzata contestualmente all'avvio delle manovre previste per l'intercettazione del gasometro dalla rete gas;
- rilevata la diminuzione di produzione non si è provveduto alla progressiva riduzione dell'erogazione di gas alle utenze e/o alle candele di sfogo prima di arrivare in condizioni di minimo livello gasometro;
- le valvole automatiche in protezione delle utenze non scattano in posizione di chiusura alla pressione di settaggio;
- le condizioni di depressione si protraggono per un periodo di tempo tale da consentire l'ingresso della quantità di aria sufficiente a creare localmente presenza di miscela esplosiva;
- la miscela esplosiva trova innesco.

2.2.4 Torcia COK

Scenario RT 18: Rilascio dalla candela con conseguente esplosione del gas

La fuoriuscita di gas incombusto all'atmosfera è possibile, per la candela, a seguito dello spegnimento delle fiamme pilota. Per la valutazione degli effetti di un'esplosione in ambiente non confinato (UVCE) si è fatto riferimento, ad una condizione di rilascio continuo per un tempo di circa 15 minuti, con portata di rilascio corrispondente alla produzione nominale di gas di cokeria ($\sim 30.000 \text{ m}^3/\text{h}$), essendo il gasometro già intercettato e separato dalla rete gas.

Pur ritenendo l'evento improbabile, stanti le caratteristiche di affidabilità dell'apparecchiatura, sono state analizzate le possibili conseguenze di un eventuale rilascio accidentale di gas coke non incendiato, con lo scopo di identificare la zona potenzialmente interessata da tale evento. Le simulazioni effettuate considerando la massima portata e condizioni meteorologiche caratterizzate da velocità del vento 2 m/s con stabilità F e velocità del vento 5 m/s con stabilità D, hanno consentito di determinare un raggio massimo per la porzione di nube con concentrazione compresa all'interno del campo di esplosività rispettivamente pari a:

- combinazione meteo-climatica 2 m/s con stabilità F: distanza massima dalla torcia della nube con concentrazione di gas all'interno dell'intervallo di infiammabilità pari a circa 200 m, con massa di gas infiammabile contenuta nella nube pari a circa 30 kg;

- combinazione meteorologica 5 m/s con stabilità D: distanza massima dalla torcia della nube con concentrazione di gas all'interno dell'intervallo di infiammabilità pari a circa 40 m, con massa di gas infiammabile contenuta nella nube pari a circa 3 kg.

Successivamente è stata simulata l'ipotesi che la nube, nelle condizioni peggiori, trovi innesco ed esploda. I risultati sono riportati nella tabella seguente.

| Catastrofico (0.3 bar) | | Grave (0.1 bar) | | Rottura vetri (0.03 bar) | | Fessurazione vetri (0.01 bar) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 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 | Distanza MIN dal centro della nube e durata della fase | Distanza MAX dal centro della nube e durata della fase |
| 18 | 49 | 53 | 104 | 177 | 286 | 531 | 800 |

Scenario RT 19: Rilascio dalla candela con conseguente irraggiamento da torcia

Nel caso di fuoriuscita di gas con innesco dai piloti, che rappresenta la modalità di funzionamento standard della torcia, si ha lo sviluppo di una fiamma allo sbocco alimentata in continuo dal gas in uscita.

L'inclinazione della fiamma è variabile con la velocità del vento, aumentando con essa; parimenti con l'inclinazione cresce il flusso di calore irradiato al suolo.

Questo scenario, date le caratteristiche delle condizioni di rilascio, non costituisce rischio per le persone presenti nell'area circostante alla base dello scarico stesso, essendo la torcia progettata e dimensionata per non causare effetti e/o danneggiamenti su impianti ubicati in prossimità della stessa.

La fornitrice della torcia COK fornisce i calcoli relativi alle valutazioni dell'irraggiamento termico effettuate ai fini della determinazione dell'altezza della torcia. Dai risultati di tali valutazioni, emerge quanto segue:

- L'irraggiamento termico a livello del suolo atteso dal funzionamento della torcia nelle condizioni più sfavorevoli (portata di gas COK pari a quella max. di 30000 Nm³/h con velocità del vento pari a 15 m/s) risulta dell'ordine di 0.5 kW/m², tale da non rappresentare problemi di sorta né per le persone né per bersagli impiantistici collocati nell'area.
- Analogamente a quanto sopra, l'irraggiamento termico valutato in corrispondenza di tre postazioni individuate come significative dal punto di vista dell'esposizione potenziale del personale chiamato ad operare nell'area (cabina di analisi a quota 5 m, piattaforma ciminiera a quota 28.5 m e traliccio con cavi ad altezza 25 m dal suolo), ha confermato che, anche in tali luoghi, il valore rimane ben al di sotto del limite per permanenza a tempo indefinito di personale non munito di indumenti protettivi (cautelativamente assunto pari a 1.387 kW/m²).

Sottounità 2.3: Rete gas LD

2.3.1 Gasometro LD

Scenario RT 20: Calcolo degli effetti di una esplosione a seguito di rottura catastrofica (gasometro gas LDG)

Prendendo a riferimento le caratteristiche medie del gas LD, emerge che questo ha caratteristiche di rischio di esplosività e tossicità. In relazione a ciò, relativamente al gas LD a seguito della rottura catastrofica del gasometro, è stato effettuato sia il calcolo degli effetti di una esplosione, che l'analisi degli effetti della dispersione del gas tossico in atmosfera (si veda lo scenario seguente).

Si è ipotizzato un innesco quasi istantaneo, ovvero si è considerato che esploda tutta la nube, istantaneamente fuoriuscita dal serbatoio (ipotesi assolutamente conservativa, in quanto equivale ad ipotizzare una miscelazione totale ed istantanea di tutto il gas fuoriuscito con l'ossigeno circostante).

E' stato considerato, per il caso della sola esplosione, un volume di gas esplosivo (CO puro) pari al 60% del volume totale di gas LD nel gasometro. Tale percentuale tiene conto della presenza in miscela dell'idrogeno.

Il volume totale di gas è pari al volume del gasometro: 36000 m³.

Volume gas esplosivo in gasometro (36000*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

I risultati della simulazione, condotta con EFFECTS 1.0, sono riassunti nella seguente tabella:

| Tipo di danno | Valore di soglia | Distanza dal centro della nube | |
|---------------------|------------------|--------------------------------|----------|
| | | Min. (m) | Max. (m) |
| Grave | 0.3 bar | // | // |
| Moderato | 0.1 bar | 28 | 83 |
| Vetri rotti | 0.03 bar | 92 | 277 |
| Rottura vetri (10%) | 0.01 bar | 277 | 830 |

Come emerge dall'osservazione della tabella sopra riportata, l'esplosione della nube originata in seguito al cedimento catastrofico del gasometro gas LD non comporta danni gravi.

Tenendo conto della posizione del gasometro, un'eventuale esplosione quale quella considerata non interesserebbe la zona abitata, ma potrebbe, al massimo, provocare la rottura di vetri e l'incrinatura di finestre negli edifici di stabilimento che si trovano in prossimità del gasometro stesso.

Scenario RT 21: Rilascio dalle caminelle di sfogo con conseguente esplosione del gas

La fuoriuscita di gas incombusto all'atmosfera è possibile a causa della caminella di sfogo posizionata sul gasometro. I volumi di gas che si liberano possono essere considerevoli

Per la valutazione degli effetti di un'esplosione in ambiente non confinato (UVCE) si è fatto riferimento, per il gas LD, a rilasci di 1000, 5000 m³, in dipendenza della tempestività con cui si riesce a isolare il gasometro dalla rete e interrompere perciò il flusso di gas all'atmosfera.

Le simulazioni relative agli incidenti sopra descritti sono state effettuate considerando come riferimento le conseguenze degli stessi eventi incidentali in funzione della sola massa di sostanza esplosiva presente all'interno della miscela.

Sulla base di considerazioni precedentemente esposte, in questa analisi è stato considerato un volume equivalente di gas esplosivo (CO puro) pari al 60% del volume totale di gas LD considerato. L'analisi degli effetti derivanti dall'esplosione della sola massa di sostanza esplosiva presente all'interno della miscela gassosa è sicuramente la più conservativa, dal punto di vista della stima delle conseguenze.

I risultati delle simulazioni realizzate con il programma EFFECTS sono riportati nella tabella seguente.

| Catastrofico (0.3 bar) | Grave (0.1 bar) | | Rottura vetri (0.03 bar) | | Fessurazione vetri (0.01 bar) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CLASSE DI DANNO sostanza di riferimento CO (fuoriuscita di 5000 m³ di gas LD) | | | | | | |
| // | 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 | Distanza MIN dal centro della nube e durata della fase | Distanza MAX dal centro della nube e durata della fase |
| // | 8 | 25 | 28 | 84 | 84 | 251 |
| CLASSE DI DANNO sostanza di riferimento CO (fuoriuscita di 1000 m³ di gas LD) | | | | | | |
| // | 14 | 43 | 48 | 143 | 143 | 430 |

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

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.

Lo scenario è stato valutato nelle condizioni atmosferiche: velocità del vento 3 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.

| 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 | Dist. Dal centro della Nube | |
|--|------------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|-----------------------------|---------|
| | | | | | | | | Min [m] | Max [m] |
| Velocità del vento: 3 Stabilità "F" | 10 | 6049 | 48.5 | 11.5 | 41.5 | 18.5 | Grave 0.3 bar | // | // |
| | | | | | | | Moderato 0.1 bar | 17 | 52 |
| | | | | | | | Vetri rotti 0.03 bar | 58 | 173 |
| | | | | | | | Rottura vetri (10%) 0.01 bar | 173 | 518 |
| | 90 | 11690 | 317 | 223 | 0 | 0 | Grave 0.3 bar | // | // |
| | | | | | | | Moderato 0.1 bar | 22 | 65 |
| | | | | | | | Vetri rotti 0.03 bar | 72 | 215 |
| | | | | | | | Rottura vetri (10%) 0.01 bar | 215 | 646 |
| | 160 | 300.5 | 502 | 458 | 0 | 0 | Grave 0.3 bar | // | // |
| | | | | | | | Moderato 0.1 bar | 6 | 19 |
| | | | | | | | Vetri rotti 0.03 bar | 21 | 64 |
| | | | | | | | Rottura vetri (10%) 0.01 bar | 64 | 191 |
| > 160 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | |
| Velocità del vento: 5 Stabilità "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 |
| | | | | | | | Rottura vetri (10%) 0.01 bar | 233 | 698 |
| | 30 | 12930 | 181 | 119 | 0 | 0 | Grave 0.3 bar | // | // |
| | | | | | | | Moderato 0.1 bar | 22 | 67 |
| | | | | | | | Vetri rotti 0.03 bar | 74 | 223 |
| | | | | | | | Rottura vetri (10%) 0.01 bar | 223 | 668 |
| | 50 | 1011 | 272 | 227 | 0 | 0 | Grave 0.3 bar | // | // |
| | | | | | | | Moderato 0.1 bar | 12 | 35 |
| | | | | | | | Vetri rotti 0.03 bar | 39 | 118 |
| | | | | | | | Rottura vetri (10%) 0.01 bar | 118 | 353 |
| | > 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |

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

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 = $20520 \cdot 1.17 = 24009 \text{ kg}$

I valori di dose soglia cui si associano i diversi effetti sui soggetti eventualmente esposti a concentrazioni rilevanti di monossido di carbonio sono espressi nella tabella seguente.

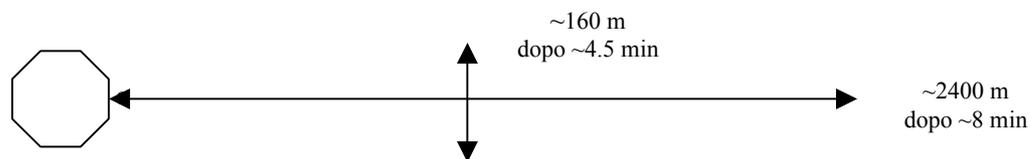
| Effetti | Dose | |
|--|--------|----------------|
| | Tempo | Concentrazione |
| Letali per il 50% degli esposti (rif. LC ₅₀) [cfr. Zona 1 – Azione] | 30 min | 4000 ppm |
| Gravi e reversibili (rif. IDLH) [cfr. Zona 2 – Controllo] | 30 min | 1000 ppm |
| Molesti (rif. LOC) [cfr. Zona 3 – Attenzione]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

Il valore limite per la concentrazione di CO considerato nell'analisi è pari a 1000 ppm (che corrispondono a 1170 mg/m^3), con approccio conservativo rispetto al più recente 1200 ppm, come già discusso per il gas AFO. Condizioni simulate:

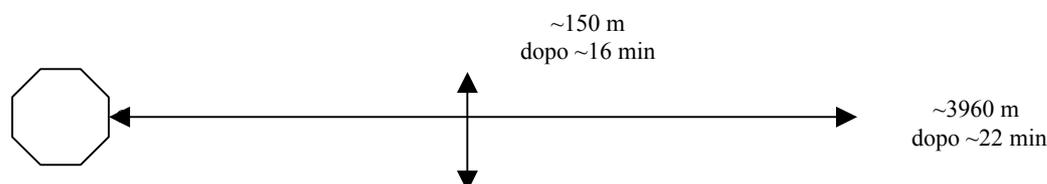
1. Velocità del vento 5 m/s, stabilità D.
2. Velocità del vento 3 m/s, stabilità F.

Dall'involuppo della geometria della nube a diversi istanti dopo il rilascio, si ottengono le dimensioni massime dell'area al cui interno si possono avere concentrazioni superiori al valore limite di 1000 ppm. Tale risultato è sintetizzato nella figura e nella tabella seguenti.

Rappresentazione grafica delle dimensioni max. area sottovento interessata da concentrazioni > 1000 ppm.



Caso 1: 5 m/sec classe "D"



Caso 2: 3 m/sec classe "F"

Nel Caso 1 (velocità del vento 5 m/s, classe stabilità D), la massima distanza dal punto di rilascio alla quale sono stimate concentrazioni superiori a 1000 ppm è pari a 2400 m e viene raggiunta dopo circa 8 minuti dal rilascio.

Nel Caso 2 (velocità del vento 3 m/s, classe stabilità F), la massima distanza dal punto di rilascio alla quale sono stimate concentrazioni superiori a 1000 ppm è pari a 3960 m e viene raggiunta dopo circa 22 minuti dal rilascio.

| Condizioni meteorologiche di simulazione | Massima lunghezza della nube con concentrazione al contorno pari alla concentrazione limite (1000 ppm) | Massima ampiezza della nube con concentrazione al contorno pari alla concentrazione limite (1000 ppm) |
|--|--|---|
| velocità del vento 5m/s, stabilità D | 2400 m (raggiunta dopo ~8 min.) | 160 (dopo ~4.5 min.) |
| velocità del vento 3m/s, stabilità F | 3960 m (raggiunta dopo ~22 min.) | 150 m (dopo ~16 min.) |

Tabella: Riepilogo delle dimensioni massime dell'area sottovento interessata da concentrazioni superiori a 1000 ppm.

L'analogo calcolo (tabella seguente) effettuato considerando la soglia di concentrazione pari a 4000 ppm ha evidenziato come la concentrazione all'interno della nube, nella peggiore delle ipotesi, sia superiore a tale soglia per circa 13 minuti a partire dal rilascio. Considerando che il tempo di esposizione preso a riferimento per la definizione della dose letale LC_{50} è pari a 30 minuti si osserva che non esiste la possibilità di esposizione così prolungata a dosi superiori a quella limite.

Inoltre, il tempo di transito legato allo spostamento del baricentro della nube porterebbe a stimare più realisticamente il tempo di permanenza di tale concentrazione in intervalli dell'ordine di qualche minuto.

Tuttavia, le concentrazioni massime raggiunte, soprattutto nei primi istanti di dispersione, sono estremamente elevate, anche superiori alla soglia dei 12000 ppm, soglia effetti letali (perdita dei sensi o morte per esposizione) per brevi esposizioni (1-3 minuti).

| Condizioni meteorologiche di simulazione | Massima lunghezza della nube con concentrazione al contorno pari alla concentrazione limite (4000 ppm) | Massima ampiezza della nube con concentrazione al contorno pari alla concentrazione limite (4000 ppm) |
|--|--|---|
| velocità del vento 5m/s, stabilità D | 1431 m (raggiunta dopo ~5 min.) | 95 (dopo ~2 min.) |
| velocità del vento 3m/s, stabilità F | 2263 m (raggiunta dopo ~13 min.) | 67 m (dopo ~9 min.) |

Tabella: Riepilogo delle dimensioni massime dell'area sottovento interessata da concentrazioni superiori a 4000 ppm.

2.3.2 Stazione di rilancio LDG

Le assunzioni fatte per gli scenari sono relative alle dimensioni della perdita stessa e al tempo di durata di questa. La durata presunta della singola emissione è stata considerata di 2700 s (45 min.), tempo ragionevolmente ipotizzabile per intervento del personale di sorveglianza.

In ciascuno di questi scenari è stato verificato il regime subsonico di fuoriuscita del gas e, di conseguenza, calcolato il rilascio.

Il calcolo della massa di materiale soggetta ad esplosione è stato realizzato senza prevedere fenomeno alcuno di diluizione in aria, ipotesi questa quanto mai cautelativa.

Pur avendo ipotizzato l'esplosione dell'intera massa rilasciata durante il tempo di emissione, si può notare come le conseguenze di tali scenari siano confinate a distanze estremamente limitate.

I risultati delle simulazioni di calcolo per ciascuno scenario sono riassunti nella tabella seguente.

| SCENARIO RT 24 Presenza strumentazione 1" | Distanza dal centro della nube | | Durata fase positiva (s) | |
|---|--------------------------------|---------|--------------------------|------|
| | MIN | (m) MAX | MIN | MAX |
| Repairable (0.1 bar) | 1 | 1 | 0.03 | 0.01 |
| Damage of glass (0.03 bar) | 2 | 2 | 0.03 | 0.01 |
| Crack of windows (0.01 bar) | 6 | 6 | 0.03 | 0.01 |
| | | | | |
| SCENARIO RT 25 Valvola Intercettazione con o-ring | Distanza dal centro della nube | | Durata fase positiva (s) | |
| | MIN | (m) MAX | MIN | MAX |
| Repairable (0.1 bar) | 1 | 2 | 0.04 | 0.02 |
| Damage of glass (0.03 bar) | 3 | 8 | 0.04 | 0.02 |
| Crack of windows (0.01 bar) | 8 | 24 | 0.04 | 0.02 |
| | | | | |
| SCENARIO RT 25 Valvola Intercettazione con premistoppa | Distanza dal centro della nube | | Durata fase positiva (s) | |
| | MIN | (m) MAX | MIN | MAX |
| Repairable (0.1 bar) | 2 | 5 | 0.08 | 0.03 |
| Damage of glass (0.03 bar) | 5 | 16 | 0.08 | 0.04 |
| Crack of windows (0.01 bar) | 16 | 48 | 0.08 | 0.04 |
| | | | | |
| SCENARIO RT 27 Valvola con tappo filettato | Distanza dal centro della nube | | Durata fase positiva (s) | |
| | MIN | (m) MAX | MIN | MAX |
| Repairable (0.1 bar) | 1 | 2 | 0.04 | 0.02 |
| Damage of glass (0.03 bar) | 3 | 8 | 0.04 | 0.02 |
| Crack of windows (0.01 bar) | 8 | 24 | 0.04 | 0.02 |

2.3.3 Rete LDG (linea gas a valle e a monte del gasometro)

Scenario RT 28:Depressione nelle linee gas

La modellistica sviluppata per lo studio di esplosioni in ambiente confinato è tuttora alquanto carente; non è pertanto possibile eseguire il calcolo delle sovrappressioni indotte all'interno delle tubazioni in seguito a detonazione di miscela esplosiva formata in esse (punto 4 §14 Prot. 7441).

In base all'esperienza incidentale, si può comunque affermare che eventi di questo tipo danno conseguenze significative in termini di danneggiamento agli impianti. Per l'impianto in esame, la probabilità di occorrenza è stimabile ad un valore pari a $2.0 \cdot 10^{-6}$, ed è legata alla concomitanza dei seguenti fattori, variabili a seconda della tratto considerato:

Tubazione a monte gasometro:

- il gasometro LD è al minimo livello o intercettato;
- la stazione di commutazione è in posizione di sfogo in candela;
- impossibilità di iniezione azoto in rete per mantenimento pressione positiva, come da procedura operativa standard utilizzata contestualmente all'avvio delle manovre previste per l'intercettazione del gasometro dalla rete gas;

- le condizioni di depressione si protraggono per un periodo di tempo tale da consentire l'ingresso della quantità di aria sufficiente a creare localmente presenza di miscela esplosiva;
- la miscela esplosiva trova innesco.

Tubazione a valle gasometro:

- il gasometro LDG è al minimo livello o intercettato (valvola verso stazione di rilancio LDG);
- la valvola di adduzione gas LD alla miscelazione è chiusa;
- impossibilità di iniezione azoto in rete per mantenimento pressione positiva, come da procedura operativa standard utilizzata contestualmente all'avvio delle manovre previste per l'intercettazione del gasometro dalla rete gas LD.

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 che, considerando un tempo di intervento dell'operatore pari a 15 e 30 minuti, porterebbe ad un rilascio di gas pari rispettivamente a 315 kg e 630 kg.

Ipotizzando, in maniera del tutto conservativa, che il 100% del volume sia coinvolto nell'esplosione si ottengono i risultati riportati nella tabella seguente.

| Catastrofico (0.3 bar) | Grave (0.1 bar) | | Rottura vetri (0.03 bar) | | Fessurazione vetri (0.01 bar) | |
|--|---|---|---|---|---|---|
| CLASSE DI DANNO sostanza di riferimento CO Intervento dopo 15 min | | | | | | |
| // | 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 | Distanza MIN dal centro della nube e durata della fase | Distanza MAX dal centro della nube e durata della fase |
| // | 6 | 19 | 22 | 65 | 65 | 194 |
| CLASSE DI DANNO sostanza di riferimento CO Intervento dopo 30 min | | | | | | |
| // | 8 | 24 | 27 | 81 | 81 | 244 |

2.3.4 Rete a valle della stazione di rilancio

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

Si vedano i risultati delle simulazioni per lo scenario in § 1.C.1.5.1 / 2.3.3.

Sottounità 2.4: OSSIGENO

2.4.1 Sigari

Scenario RT 31: Esplosione 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.

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 sec. (condizioni di velocità del vento pari a 5 m/sec e stabilità D) e di 340 sec (condizioni di velocità del vento pari a 3 m/sec e stabilità F) non si hanno zone a concentrazioni superiori alla soglia considerata.

Il calcolo della dispersione della nube, effettuato con velocità del vento di 5 m/sec., dopo 60 sec. 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 3 m/sec il massimo si ha a 180 m, con larghezza pari a ~71 m e 36 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 3 m/sec e classe di stabilità F, la nube ha dimensioni 43x2 m.

2.4.2 Rete OSSIGENO

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 3 m/sec, stabilità "D" e velocità a 5 m/sec).

La valutazione dell'arricchimento del 1% (pari a 0.014 kg/m³), in condizioni meteorologiche di stabilità "F" e velocità del vento 3 m/sec si realizza all'interno di una zona con contorno di dimensioni pari 330 x 5 m.

2.4.4 Stoccaggio O₂ gassoso in acciaieria

Scenario RT 33: Rilascio catastrofico da stoccaggio ossigeno acciaieria

Lo scenario è il medesimo ipotizzato e sviluppato per lo stoccaggio in zona Cotone (cfr. §2.4.1)

Sottounità 2.5: METANO**2.5.2 Rete METANO****Scenario RT 34: Rilascio da tronchetti di piccolo diametro di gas Metano con conseguente dispersione e incendio del getto.**

Caratteristiche del jet libero turbolento:

- velocità del getto allo sbocco: 404 m/s;
- concentrazione 15% in vol. (UEL) ad una distanza di 1,5 m dalla sezione di sbocco;
- concentrazione 5% in vol. (LEL) ad una distanza di 4,5 m dalla sezione di sbocco;
- massima estensione del jet in condizioni di infiammabilità nel piano perpendicolare alla direzione di efflusso: 0,57 m.

Irraggiamento da jet incendiato:

- rilascio ad un'altezza di 5 m: alla quota di 1.7 m l'irraggiamento massimo è di 1,3 kW/m² ad una distanza di 4 m dalla verticale passante per l'origine del jet.
- rilascio ad un'altezza di 10 m: alla medesima quota e ad una distanza di 1 m l'irraggiamento è di 22 kW/m² (rischio di collasso delle tubazioni adiacenti) e rimane superiore ai 5 kW/m² entro un raggio di 4 m.

Caratteristiche geometriche del jet incendiato:

- lunghezza: 3 m
- diametro: 0,7 m

Scenario RT 35: Esplosione non confinata di gas Metano

Un ulteriore rischio conseguente il rilascio di gas infiammabile deriva dalla possibilità che nell'atmosfera circostante permangano, specie in assenza di vento che ne favorirebbe la dispersione, sacche di miscela aria-gas in concentrazioni comprese nel campo di infiammabilità le quali, trovando un innesco, possono dare origine ad esplosioni.

Dovendo fare riferimento al quantitativo totale di gas rilasciato si pongono due ipotesi, a seconda che la perdita venga arrestata dopo 10 oppure 30 minuti dal momento iniziale.

Nello specchio illustrativo che segue sono riportati i risultati delle simulazioni effettuate per le due ipotesi di rilascio descritte.

| DURATA RILASCIO | CLASSE DI DANNO (GAS CH ₄) | | | |
|-----------------|--|-----------------|--------------------------|-------------------------------|
| | Catastrofico (0.3 bar) | Grave (0.1 bar) | Rottura vetri (0.03 bar) | Fessurazione vetri (0.01 bar) |
| 10 minuti | 2 m | 6 m | 19 m | 57 m |
| 30 minuti | 3 m | 8 m | 28 m | 83 m |

UNITÀ 3. Area ACCIAIERIA**Sottounità 3.1: COV**

Nel valutare le conseguenze relative alle perdite di CO evidenziate nei TOP EVENT individuati per i convertitori e per la tubazione gas LDG (tratto in depressione), si deve tener conto che una

qualsivoglia fuoriuscita di CO da questa sezione di impianto che lavora a temperatura superiore a quella di autoaccensione del gas (605°C), genera immediata accensione del gas stesso senza rischio di esplosione.

3.1.2 Linea gas LDG

3.1.2.2 Tratto in pressione

Le assunzioni fatte per la valutazione delle conseguenze degli scenari identificati sono relative alle dimensioni della perdita stessa ed al tempo di durata di questa. La durata presunta della singola emissione è stata considerata di 2700 s (45 min.), tempo ragionevolmente ipotizzabile per intervento del personale di sorveglianza. In ciascuno di questi scenari è stato verificato il regime subsonico di fuoriuscita del gas e, di conseguenza, calcolato il rilascio. Il calcolo della massa di materiale soggetta ad esplosione è stato realizzato senza prevedere fenomeno alcuno di diluizione in aria, ipotesi questa quanto mai cautelativa.

Pur avendo ipotizzato l'esplosione dell'intera massa rilasciata durante il tempo di emissione, si può notare come le conseguenze di tali scenari siano confinate a distanze estremamente limitate. I risultati delle simulazioni di calcolo per ciascuno scenario sono riassunti nella tabella seguente.

| SCENARIO ACC 01 Presa strumentazione 1" | Distanza dal centro della nube | | Durata fase positiva (s) | |
|--|--------------------------------|---------|--------------------------|------|
| | MIN | (m) MAX | MIN | MAX |
| Moderati (0.1 bar) | 1 | 1 | 0.03 | 0.01 |
| Vetri rotti (0.03 bar) | 2 | 2 | 0.03 | 0.01 |
| Rottura vetri 10% (0.01 bar) | 6 | 6 | 0.03 | 0.01 |
| | | | | |
| SCENARIO ACC 02 Valvola Intercettazione con o-ring | Distanza dal centro della nube | | Durata fase positiva (s) | |
| | MIN | (m) MAX | MIN | MAX |
| Moderati (0.1 bar) | 1 | 2 | 0.04 | 0.02 |
| Vetri rotti (0.03 bar) | 3 | 8 | 0.04 | 0.02 |
| Rottura vetri 10% (0.01 bar) | 8 | 24 | 0.04 | 0.02 |
| | | | | |
| SCENARIO ACC 03 Valvola Intercettazione con premistoppa | Distanza dal centro della nube | | Durata fase positiva (s) | |
| | MIN | (m) MAX | MIN | MAX |
| Moderati (0.1 bar) | 2 | 5 | 0.08 | 0.03 |
| Vetri rotti (0.03 bar) | 5 | 16 | 0.08 | 0.04 |
| Rottura vetri 10% (0.01 bar) | 16 | 48 | 0.08 | 0.04 |
| | | | | |
| SCENARIO ACC 04 Valvola con tappo filettato | Distanza dal centro della nube | | Durata fase positiva (s) | |
| | MIN | (m) MAX | MIN | MAX |
| Moderati (0.1 bar) | 1 | 2 | 0.04 | 0.02 |
| Vetri rotti (0.03 bar) | 3 | 8 | 0.04 | 0.02 |
| Rottura vetri 10% (0.01 bar) | 8 | 24 | 0.04 | 0.02 |

3.1.3 Elettrofiltro

Scenario ACC 05: Esplosione elettrofiltro

Lo scenario relativo all'esplosione all'interno del precipitatore elettrostatico è stato ricostruito assumendo le ipotesi cautelative che l'esplosione coinvolga l'intero volume dell'apparecchiatura e che il gas sia interamente CO, ipotesi decisamente conservativa date le modalità di progettazione e funzionamento delle valvole anticoppio e basata sulla fuoriuscita da un quantitativo di gas incombusto dall'elettrofiltro conservativo, senza considerarne la composizione percentuale. Si consideri che l'elettrofiltro opera a oltre 200 °C e che il suo volume è circa pari a 1383 m³. I danni provocati da un'esplosione di tale entità sono quelli riportati nella tabella seguente.

| SCENARIO ACC 05 Esplosione catastrofica elettrofiltro | Distanza dal centro della nube | | Durata fase positiva (s) | |
|--|--------------------------------|---------|--------------------------|------|
| | MIN | (m) MAX | MIN | MAX |
| Moderati (0.1 bar) | 11 | 33 | 0.55 | 0.24 |
| Vetri rotti (0.03 bar) | 37 | 111 | 0.56 | 0.25 |
| Rottura vetri 10% (0.01 bar) | 111 | 332 | 0.56 | 0.25 |

3.1.4 Ventilatore**Scenario ACC 06: Perdita da Tenute ventilatore**

Le assunzioni fatte per lo scenario in esame, che prevede la perdita di CO dalla tenuta del ventilatore, sono relative alle dimensioni della perdita stessa e al tempo di durata di questa. La durata presunta della singola emissione è stata considerata di 2700 s (45 min.), tempo ragionevolmente ipotizzabile per intervento del personale di sorveglianza. E' stato verificato il regime subsonico di fuoriuscita del gas e, di conseguenza, calcolato il rilascio. Il calcolo della massa di materiale soggetta ad esplosione è stato realizzato senza prevedere fenomeno alcuno di diluizione in aria, ipotesi questa quanto mai cautelativa. Pur avendo ipotizzato l'esplosione dell'intera massa rilasciata durante il tempo di emissione, si può notare come le conseguenze di tale scenario siano confinate a distanze estremamente limitate. I risultati delle simulazioni di calcolo sono riassunti nella tabella seguente.

| SCENARIO ACC 06 Tenute ventilatore | Distanza dal centro della nube | | Durata fase positiva (s) | |
|---|--------------------------------|---------|--------------------------|------|
| | MIN | (m) MAX | MIN | MAX |
| Moderati (0.1 bar) | 1 | 2 | 0.04 | 0.02 |
| Vetri rotti (0.03 bar) | 3 | 8 | 0.04 | 0.02 |
| Rottura vetri 10% (0.01 bar) | 8 | 24 | 0.04 | 0.02 |

3.1.5 Torcia**Scenario ACC 07: Perdita di CO da sfiato guardia idraulica**

Per quanto riguarda lo scenario relativo ad una esplosione per perdita di gas dalla guardia idraulica situata ai piedi del camino torcia, si è misurato un diametro di emissione dello sfiato pari a 15 cm e si è assunto che la velocità di uscita del gas sia pari a 0.5 m/s. Ipotizzando un rilascio continuo si è calcolata la portata massica in uscita e la relativa dispersione in aria. Lo scenario rivela essere in grado di provocare danni estremamente lievi e assolutamente prossimi alla sorgente di emissione.

Scenario ACC 08: Perdita di CH₄ dalla tubazione adduzione gas metano in torcia.

Lo scenario relativo alla possibile esplosione a causa della formazione di una miscela esplosiva aria/metano è stato ricostruito assumendo l'ipotesi, per altro assolutamente cautelativa, che si sia tranciato il collettore di alimentazione del gas di supporto (tubazione da 4") e che il gas sia dotato di velocità di fuoriuscita da esso pari a 2 m/s.

Come precedentemente fatto per la fuoriuscita di CO dalla guardia idraulica, è stato realizzato il calcolo della dispersione del gas in atmosfera e, a partire da questo, gli effetti generati dall'eventuale esplosione della miscela.

I risultati delle simulazioni di calcolo sono riportate nella tabella seguente e evidenziano effetti di danneggiamenti, connessi con lo scenario, estremamente ridotti.

| SCENARIO ACC 07 Sfiato guardia idraulica | Distanza dal centro della nube | | Durata fase positiva (s) | |
|---|--------------------------------|---------|--------------------------|------|
| | MIN | (m) MAX | MIN | MAX |
| Moderati (0.1 bar) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Vetri rotti (0.03 bar) | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Rottura vetri 10% (0.01 bar) | 1 | 2 | 0 | 0 |
| SCENARIO ACC 08 Esplosione per perdita di CH₄ | Distanza dal centro della nube | | Durata fase positiva (s) | |
| | MIN | (m) MAX | MIN | MAX |
| Moderati (0.1 bar) | 10 | 30 | 0.50 | 0.22 |
| Vetri rotti (0.03 bar) | 33 | 100 | 0.50 | 0.22 |
| Rottura vetri 10% (0.01 bar) | 100 | 301 | 0.51 | 0.23 |

3.1.6 Stazione di commutazione**Scenario ACC 09: Perdita di CO da tenuta valvola a campana.**

Le assunzioni fatte per lo scenario che prevede la perdita di CO dalle tenute delle valvole della stazione di commutazione sono relative alle dimensioni della perdita stessa e al tempo di durata di questa. La durata presunta della singola emissione è stata considerata di 2700 s (45 min.), tempo ragionevolmente ipotizzabile per intervento del personale di sorveglianza.

E' stato verificato il regime subsonico di fuoriuscita del gas e, di conseguenza, calcolato il rilascio.

Il calcolo della massa di materiale soggetta ad esplosione è stato realizzato senza prevedere fenomeno alcuno di diluizione in aria, ipotesi quanto mai cautelativa.

Pur avendo ipotizzato l'esplosione dell'intera massa rilasciata durante il tempo di emissione, si può notare come le conseguenze di tali scenari siano confinate a distanze estremamente limitate.

I risultati delle simulazioni di calcolo sono riassunti nella tabella seguente.

| SCENARIO ACC 09 Valvola a campana | Distanza dal centro della nube | | Durata fase positiva (s) | |
|--|--------------------------------|---------|--------------------------|------|
| | MIN | (m) MAX | MIN | MAX |
| Moderati (0.1 bar) | 1 | 2 | 0.04 | 0.02 |
| Vetri rotti (0.03 bar) | 3 | 8 | 0.04 | 0.02 |
| Rottura vetri 10% (0.01 bar) | 8 | 24 | 0.04 | 0.02 |

UNITA' 4. Area COKERIA**Sottounità 4.1: MACINAZIONE FOSSILE****Sottounità 4.2: TORRE DI CARICA****Sottounità 4.3: CARICATRICE/TRAMOGGIA****Sottounità 4.4: BATTERIA DI DISTILLAZIONE E AUSILIARI****4.4.1 Batteria 27 Forni****Scenario COK 01: esplosione di gas nell'ambiente esterno (produzione gas COK grezzo)**

QQQ

La sequenze incidentali individuate delineano la possibilità di uno scenario incidentale durante la distillazione del fossile che può indurre ad esplosione di gas COK grezzo.

Per il calcolo delle sovrappressioni determinate dall'esplosione della nube che si forma nell'ambiente esterno, si sono considerati tre differenti quantitativi di sostanza: 100 m³, 500 m³, 1000 m³. Avendo luogo l'esplosione in un'area non confinata, nel calcolo si tiene conto che in realtà soltanto circa il 75% della quantità complessivamente liberata contribuisca alla formazione di miscela infiammabile (punto 36 §14 Prot. 7441).

| Vtot=100 m³ | | | |
|--------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| Tipo di danno | Valore di soglia | Distanza dal centro della nube | |
| | | Min. (m) | Max. (m) |
| Grave | 0.3 bar | 10 | 29 |
| Moderato | 0.1 bar | 31 | 62 |
| Vetri rotti | 0.03 bar | 105 | 169 |
| Rottura vetri (10%) | 0.01 bar | 314 | 473 |
| Vtot=500 m³ | | | |
| Grave | 0.3 bar | 18 | 49 |
| Moderato | 0.1 bar | 54 | 105 |
| Vetri rotti | 0.03 bar | 179 | 289 |
| Rottura vetri (10%) | 0.01 bar | 537 | 810 |
| Vtot=1000 m³ | | | |
| Grave | 0.3 bar | 23 | 62 |
| Moderato | 0.1 bar | 68 | 133 |
| Vetri rotti | 0.03 bar | 226 | 364 |
| Rottura vetri (10%) | 0.01 bar | 677 | 1020 |

La soglia dei danni catastrofici (per pressioni superiori ai 0.3 bar) è nei tre casi di 10 m, 18 m, 23 m dal punto di esplosione.

Lo scenario produrrebbe sicuramente seri danni impiantistici alla batteria e nel caso di elevati volumi coinvolti anche alla torre di carica del fossile, posta in testa alla batteria.

4.4.2 Batteria 45 Forni**Scenario COK 02: Esplosione di gas nell'ambiente esterno (produzione gas COK grezzo)**

La sequenze incidentali individuate delineano la possibilità di uno scenario incidentale durante la distillazione del fossile che può essere ricondotto a quanto ipotizzato per la batteria 27 forni (scenario COK 01).

4. 4. 3 Sistema di riscaldamento e alimentazione batterie

Scenario COK 03: esplosione interna alla linea adduzione gas COK alle batterie

Tra i metodi disponibili per lo studio di esplosioni in ambiente confinato, un tipico metodo applicabile per la situazione in oggetto è quello elaborato dalla Joint Fire Research Organization, in base a prove sperimentali condotte da Rasbsh e Rogoski. Anch'esso però non è utilizzabile per i nostri scopi in quanto propone una serie di calcoli da impiegare per la definizione del numero di sfoghi da disporre lungo la linea (calcolo di progetto) anziché permettere la definizione della massima pressione raggiungibile all'interno della linea (nelle condizioni reali) in seguito ad un fenomeno di detonazione (calcolo di verifica), valore che andrebbe confrontato con la pressione di progetto della tubazione.

Il calcolo per la determinazione delle sovrappressioni conseguenti un'esplosione non può quindi essere effettuato. Deve essere comunque evidenziato che né dall'esperienza maturata nel complesso siderurgico, né dall'indagine storica condotta su impianti simili, si sono evidenziati incidenti di questo tipo. Dall'esame dell'albero dei guasti si trova come la concatenazione di eventi che conduce al top event indesiderato abbia una probabilità di accadimento estremamente bassa. Inoltre, l'ingresso d'aria, stante il fatto che la tubazione è sempre in pressione, anche quando fuori esercizio (eventualmente mantenuta con azoto di bonifica).

Scenario COK 04: esplosione esterna alla linea adduzione gas COK alle batterie

Al fine di stimare un quantitativo credibile di sostanza rilasciata all'atmosfera si considera la rottura o comunque la completa apertura di uno dei tronchetti da 3/4" distribuiti lungo la linea (immissione di N₂ per bonifica, stacchi per strumenti di misura, ecc.). Si avrà in ogni caso la fuoriuscita del gas fino ad intercettazione della linea.

I calcoli effettuati sono due e differiscono per la massa di sostanza complessivamente rilasciata che va a formare la nube, di 9 kg nel primo caso e di 17 kg nel secondo, che dà luogo all'esplosione non confinata, avendo supposto che l'intervento di allagamento della guardia idraulica venga completato rispettivamente entro 5 e 10 minuti dall'istante in cui ha inizio la perdita di gas dal tronchetto.

Le sovrappressioni per le diverse classi di danno vedono danni gravi (0.3 bar) a distanza non superiore a 5 e 7 m dall'innescò. Tali picchi di pressione possono dar luogo a rottura di tubazioni e di supporti di apparecchiature.

Scenario COK 05: formazioni di jet fire su linea gas adduzione gas COK alle batterie

Nell'ipotesi di rilascio da un tronchetto da 3/4", le caratteristiche geometriche del getto libero turbolento che si forma a valle dello sbocco, in cui la concentrazione e la velocità del gas lungo l'asse sono funzioni decrescenti della distanza dalla sezione di efflusso, sono di seguito riassunte per lo scenario studiato.

- velocità del getto allo sbocco: 91 m/s;
- concentrazione 30% in vol. (UEL - limite superiore di infiammabilità) ad una distanza di 0,3 m dalla sezione di sbocco;
- concentrazione 4,1% in vol. (LEL - limite inferiore di infiammabilità) ad una distanza di 2,13 m dalla sezione di sbocco;
- massima estensione del jet nel piano perpendicolare alla direzione di efflusso: 0,25 m.

L'ipotesi di incendio presuppone la presenza di un innesco nella regione di spazio in cui il gas ha una concentrazione compresa nel campo di infiammabilità: tale zona è assimilabile ad un cilindro posto ad una distanza compresa tra 0,3 m e 2,1 m dalla sezione di sbocco con diametro di 0,25 m.

Per la fiamma cilindrica che si sviluppa in seguito ad un innesco del getto prodottosi per la rottura di un tronchetto da 3/4", si è calcolato l'irraggiamento in funzione della distanza, alla quota di 1,8 m (altezza di un operatore).

L'intensità dell'irraggiamento risulta alquanto limitata, e le condizioni di pericolo per l'operatore si hanno solamente per distanze inferiori a 1 m dalla fiamma, così come desumibile dalle dimensioni del jet-fire: diametro = 0,13 m; lunghezza = 0,6 m (punto 6 §14 Prot. 7441).

Scenario COK 06: formazione di miscela esplosiva nei condotti fumi e nei rigeneratori

A tutt'oggi non sono disponibili modelli idonei a studiare le conseguenze di un'esplosione all'interno di ambienti confinati aventi geometria particolare, come nel caso in esame. Nulla può quindi essere detto circa gli effetti di un'eventuale esplosione in uno di questi locali e le sovrappressioni indotte nelle aree circostanti.

L'esplosione può avvenire più facilmente nei rigeneratori o nella parte iniziale dei condotti fumi, dove la temperatura è più elevata e l'innesco può verificarsi con probabilità maggiore. Le caratteristiche dell'ambiente sono comunque tali che la nube dovrebbe incendiarsi (innescata per alta temperatura) prima di raggiungere valori di concentrazione efficaci per l'innesco all'interno del campo di esplosività.

Scenario COK 07: formazione di miscela esplosiva nel locale inversione

Per lo studio dell'esplosione di una nube di gas COK all'interno del locale inversione si è utilizzato il metodo elaborato da Bradley - Mitcheson, per quanto esso non sia rigidamente valido per l'analisi del caso in esame. Il metodo infatti è applicabile ad ambienti in cui il rapporto tra le dimensioni principali è inferiore a 5 e l'interno privo di ostacoli, che creano fenomeni di turbolenza e di aumento di velocità di propagazione della fiamma.

Il locale in questione presenta invece una forma pronunciata nel verso della lunghezza rispetto alle altre dimensioni, il suo interno non è omogeneo e in larga parte occupato da tubazioni, valvole, pilastri di sostegno e strutture di vario tipo.

Il calcolo col metodo proposto viene tuttavia effettuato, con riferimento alla batteria 27F, in modo da arrivare ad un risultato che fornisca almeno l'ordine di grandezza delle sovrappressioni che possono determinarsi. Per la valutazione delle sovrappressioni indotte da un'esplosione nelle condizioni di completa saturazione dell'ambiente con miscela infiammabile si definiscono i seguenti parametri:

V = superficie del locale

A = area interna del locale

A_v = area di vent (nel caso considerato equivale alla superficie delle estremità del condotto, aperte all'atmosfera)

S_o = velocità della fiamma

c_D = coefficiente di efflusso del gas dal vent

Nei due casi presi in esame (rilasci di 9 kg o 17 kg di gas COK) le massime sovrappressioni indotte sono di 0,30 bar e 0,56 bar, valori in ogni caso sufficienti a produrre danni molto gravi alle strutture metalliche ed alle pareti in muratura.

Sottounità 4.5: SOTTOPRODOTTI

4.5.1 Bariletto

Scenario COK 08: Surriscaldamento strutturale bariletto e fuoriuscita di gas COK

Prolungate sollecitazioni termiche per mancanza di raffreddamento sul bariletto possono dar luogo a deformazioni strutturali del bariletto con perdita di tenuta e fuoriuscita di gas all'esterno. In tali condizioni, o il gas trova subito innesco e dà luogo ad un getto incendiato o crea una miscela esplosiva che può trovare innesco nell'alta temperatura delle strutture adiacenti. Nel caso di formazione di miscela esplosiva, per le conseguenze si rimanda al corrispondente scenario trattato in §4.4.1, mentre per la formazione di un getto incendiato, le conseguenze sono da ritenersi analoghe a quanto già visto per lo scenario "rilascio da tronchetti di piccolo diametro con conseguente dispersione ed incendio del getto su tubazione gas COK", trattato in § 2.2.3.

Scenario COK 09: Esplosione interna al bariletto

Non sono disponibili modelli idonei allo studio degli effetti di una deflagrazione all'interno di una tubazione quale è il bariletto. Anche sfruttando un modello a totale confinamento, la presenza dei numerosi dispositivi di vent quali i cappelli rende il calcolo della sovrappressione interna non realistico e scarsamente significativo, per cui non si effettua l'analisi delle conseguenze.

Si ritiene comunque estremamente improbabile l'occorrere di un'esplosione in quanto, come rilevato nell'albero dei guasti, i trafiletti di aria ipotizzabili all'interno del bariletto si possono avere solo a seguito di particolari condizioni operative, ed in ogni caso con quantitativi tali da provocare al più la formazione di un fenomeno con effetti prevalentemente di tipo termico (fiamma) e difficilmente di tipo meccanico (esplosione) che richiederebbero l'ingresso di una notevole quantità d'aria. D'altra parte, la presenza di vapore acqueo all'interno delle linee durante l'operazione di pulizia delle curve, riduce ulteriormente l'eventualità che l'incidente possa verificarsi (punto 37 §14 Prot. 7441).

4.5.3 Decatramatori/elettrofiltro

Scenario COK 10: formazione di miscela esplosiva nell'elettrofiltro

Lo scenario che si ipotizza è legato alla formazione di miscela esplosiva nel decatramatore, connessa innesco proprio all'interno della stessa apparecchiatura, provocando una esplosione confinata.

Le ipotesi incidentali assunte per la simulazione dello scenario sono estremamente cautelative. È stata valutata l'esplosione di 350 kg di prodotto valutato come il 70% in massa dell'intero contenuto del decatramatore (500 kg).

Il valore percentuale è stato assunto considerando che la componente esplosiva del gas COK può essere approssimata al 70% in peso della massa complessiva (si considera il 14% in peso di idrogeno, il 45% di metano, e circa il 10% di etene ed etino).

I risultati della simulazione hanno evidenziato la probabilità di danni gravi (0.3 bar) fino a 110 m di distanza, danni moderati (0.1 bar) fino a 240 m, vetri rotti (0.03 bar) fino a 650 m, e danni minori (0.01 bar) fino a 1815 m.

4.5.5 Linea gas

4.5.5.2 Ossidazione termica

Scenario COK 11: esplosione di miscela di vapori nel forno di ossidazione termica

Lo scenario si ipotizza considerando la formazione di miscela esplosiva nel forno di ossidazione termica, e la possibilità che essa trovi innesco proprio all'interno della stessa apparecchiatura provocando una esplosione confinata.

Le ipotesi incidentali assunte per la simulazione dello scenario sono estremamente cautelative. È stata valutata l'esplosione di 10 kg di vapori ammoniacali valutati come la massa che può arrivare al forno prima di trovare un innesco, a seguito dello spegnimento del bruciatore del forno, che vede sicuramente l'intercettazione del metano.

I risultati della simulazione, mostrano danni gravi (0.3 bar) fino a 34 m, danni moderati (0.1 bar) fino a 72 m, vetri rotti (0.03 bar) fino a 200 m, rottura 10% vetri (0.01 bar) fino a 550 m di distanza dal forno di ossidazione termica.

4.5.6 Circuito catrame

4.5.6.2 Polmone

Scenario COK 12: Incendio di catrame fuoriuscito da serbatoio polmone in cokeria

Sono state ipotizzate varie condizioni incidentali, con pozza di diametro crescente, con diverse velocità del vento. I calcoli di irraggiamento termico sono stati effettuati in tre condizioni, ovvero per velocità del vento pari a: 2 m/s, 4 m/s e 6 m/s. Il diametro della pozza considerata è stato fatto variare fra 4 m, 8 m, e 12 m. Nel caso di pozza con diametro 4 m, si hanno le peggiori condizioni con velocità del vento di 4 m/s, e si ottengono valori di irraggiamento di $\sim 25 \text{ kW/m}^2$ a 10 m di distanza dalla pozza.

Per incendio di pozza con diametro 8 m, si hanno le condizioni peggiori con velocità del vento di 6 m/s, con valori di irraggiamento di $\sim 65 \text{ kW/m}^2$ a 10 m di distanza.

Per incendio di pozza con diametro 12 m, si hanno le condizioni peggiori con velocità del vento di 6 m/s, con valori di irraggiamento di $\sim 70 \text{ kW/m}^2$ a 10 m di distanza.

Lo scenario, a prescindere dalle condizioni analizzate, in mancanza di adeguato e tempestivo raffreddamento dei serbatoi polmone, comporterà per effetto domino, il cedimento dei serbatoi stessi e la fuoriuscita massiva del catrame in essi contenuto, con sostanziale incremento della dimensione della pozza incendiata. Inoltre, tali valori di irraggiamento potrebbero portare anche al collasso della tubazione gas LD ELETTRA, nel tratto di attraversamento dell'area cokeria.

4.5.6.4 Serbatoio stoccaggio darsena

Scenario COK 13: incendio di catrame fuoriuscito dal serbatoio di stoccaggio darsena

I calcoli di irraggiamento termico sono stati effettuati in tre condizioni, ovvero per velocità del vento pari a: 2 m/s, 4 m/s e 6 m/s. Il diametro della pozza considerata è considerato di 4 m (distanza media fra parete serbatoio e contenimento). Nel caso di pozza con diametro 4 m, si hanno le peggiori condizioni con velocità del vento di 4 m/s, e si ottengono valori di irraggiamento di $\sim 25 \text{ kW/m}^2$ a 10 m di distanza dalla pozza.

In tali condizioni è da prevedere, come effetto domino, in assenza di adeguata azione di raffreddamento del serbatoio, il cedimento strutturale del serbatoio stesso, con fuoriuscita massiva di catrame all'interno del bacino di contenimento ed aumento dell'estensione della pozza alla superficie globale del bacino di contenimento, e conseguente aumento dell'irraggiamento legato all'incendio, oltre che l'aumento del contributo alla tossicità della nube di fumo sviluppatasi con l'incendio.

Scenario COK 14: Dispersione nube tossica a seguito di incendio catrame

E' stata ipotizzata la dispersione di gas tossici conseguente all'incendio di una pozza di catrame incidentalmente sversato al suolo.

Le assunzioni fatte sono tali da configurare le peggiori condizioni possibili di incidente, costituite dall'incendio di una pozza di dimensioni pari al bacino di contenimento del deposito di stoccaggio in Darsena.

La nube che si genera dall'incendio di una sostanza prevalentemente formata da idrocarburi pesanti è composta dai prodotti di combustione del catrame (H_2S , CO_x e SO_2), da polveri e da idrocarburi incombusti.

Data l'estrema eterogeneità di composizione della nube, è stato assunto come riferimento per la simulazione di dispersione l'idrogeno solforato, gas tossico il cui limite $LC_{50}/1h$ è pari a 712 ppm.

Successivamente è stata simulata la dispersione di una nube di "gas pesante" che riproduce la dinamica della nube di particolato e incombusti generatasi durante l'incendio.

In questo modo sono state riprodotte le due condizioni di rischio possibile a cui possono essere esposti essere umani presenti nell'intorno dell'incidente: 1) l'esposizione a H_2S e 2) la possibilità di essere investiti dalla tipica nube densa e "nera" generatasi durante l'incendio.

Il tutto è stato simulato nelle due condizioni meteorologiche di riferimento (velocità del vento 3 m/sec con stabilità atmosferica "F" e velocità 5 m/sec con stabilità "D"). In questo modo è stato possibile individuare l'estensione massima, in lunghezza e larghezza, interessata al fenomeno di dispersione.

Le assunzioni utilizzate per il calcolo sono elencate di seguito.

- ⇒ Rilascio continuo di gas in atmosfera.
- ⇒ Superficie di rilascio: 500 m^2 .
- ⇒ Sostanza di riferimento: H_2S .
- ⇒ Rateo di combustione del catrame: $0.11\text{ kg/sec}\cdot\text{m}^2$.
- ⇒ Percentuale di idrogeno solforato rilasciato in atmosfera rispetto alla di catrame bruciato: 2% (percentuale assunta in base alla composizione della sostanza che vede presenza di S nel catrame intorno allo 0.4-0.7 %).

Da cui la portata massica di evaporazione dalla pozza è pari a 1.1 kg/sec.

Le simulazioni nelle due condizioni meteorologiche di riferimento hanno evidenziato un'area interessata a concentrazioni superiori al limite $LC_{50}/1h$ di dimensioni massime di 1700 m x 44 m.

Mentre, analogamente nel caso di dispersione di una nube pesante in cui si è considerato la percentuale di fumi generati pari al 20% di quella bruciata del catrame, un'area di dimensioni massime pari a 500 m x 240 m.

1.C.1.7 Descrizione delle precauzioni assunte per prevenire gli incidenti

1.C.1.7.1 Precauzioni ritenute sufficienti ad evitare gli eventi o quanto meno a minimizzarli

Allo scopo di prevenire incidenti, nelle varie sezioni d'impianto di ciascuna delle aree produttive dello stabilimento LUCCHINI di Piombino sono adottate precauzioni di carattere generale e particolare inerenti sia gli aspetti impiantistici che quelli operativi.

Precauzioni di tipo impiantistico

- progettazione secondo norme e/o standard di buona tecnica al momento della esecuzione
- impiego di materiali di buona qualità, commisurati alle sostanze, ai parametri funzionali ed alle caratteristiche del processo
- impiantistica elettrica in esecuzione AD per aree a rischio di esplosione o presenza gas infiammabile
- ventilazione forzata di locali con potenziale presenza formazione miscele esplosive
- valvole di intercettazione a comando remoto
- valvole e dispositivi di sezionamento delle reti distribuite in modo tale da consentire l'isolamento di varie tratte di tubazioni, onde consentire l'intervento in sicurezza su tubazioni ed altri elementi d'impianto
- dispositivi di sfogo delle eventuali sovrappressioni che si potrebbero avere nelle varie aree d'impianto, a salvaguardia dell'integrità delle tubazioni
- candele di sfogo per alta pressione rete o alto livello gasometri
- dispositivi di isolamento rapido dei gasometri per garantirne la salvaguardia da eventuali problematiche legate a depressione nelle tubazioni
- disponibilità di azoto di bonifica per tubazioni, attuabile su ogni tratta di tubazione delle reti di distribuzione gas, onde consentire bonifiche di emergenza e/o mantenimento di pressioni positive nelle tubazioni intercettate
- rete di sensori di rilevamento di gas tossici e/o infiammabili nelle sale controllo e nelle aree a rischio (altoforno, gallerie inversione cokeria, gasometri di stabilimento, convertitori acciaieria, altri locali con impianti a rischio esplosione, ecc.)
- segnalazione di allarme e blocco per alto/basso livello e alta/bassa pressione sui gasometri
- sofisticati sistemi di supervisione impianti di trasporto e stoccaggio gas tossici e/o infiammabili
- possibilità di comando e controllo principali parametri funzionamento impianti critici da più postazioni remote, oltre a quadri di controllo locali
- alimentazione elettrica privilegiata per componenti e sistemi critici di funzionamento degli impianti, o possibilità di alimentazione mediante diesel di emergenza o gruppi elettrogeni
- adozione di adeguate ridondanze su componenti critici per la sicurezza degli impianti, onde evitare la perdite di funzioni critiche d'impianto
- predisposizione di gruppi di continuità per l'alimentazione di strumentazione e sale di controllo
- bacini di contenimento serbatoi trasformatori (PCB) e serbatoio stoccaggio catrame Darsena, bacini di contenimento principali serbatoi centraline oleodinamiche.

Pratiche operative gestionali e di sicurezza

- revisione periodica ed aggiornamento delle procedure operative di esercizio, manutenzione ed emergenza per gli impianti di stabilimento, tenente conto delle modifiche impiantistiche e gestionali, delle interfacce d'impianto (laddove applicabili) e dell'esperienza d'esercizio
- adozione di procedure definite per il rilascio di permessi di lavoro a fuoco e uso fiamme libere, in particolare per aree critiche di stabilimento
- adozione di procedure codificate di bonifica ed intervento su tubazioni e serbatoi contenenti sostanze tossiche e/o infiammabili

- manutenzione programmata ed ispezioni periodiche su componenti e sistemi critici, quali ad esempio diesel di emergenza e gruppi elettrogeni
- costituzione di squadre di pronto intervento di reparto e di emergenza di stabilimento
- formazione ed informazione periodica del personale di emergenza
- aggiornamento piano di emergenza interno di stabilimento.

Dal punto di vista gestionale, a seconda delle aree d'impianto, si evidenzia il divieto di fumare e di usare fiamme libere, il divieto di immagazzinare nelle vicinanze dell'impianto altri materiali combustibili e/o infiammabili, divieto di accesso ai non addetti, specifica formazione ed informazione degli addetti ai controlli periodici delle varie parti d'impianto, nonché il controllo regolare dello stato di pulizia delle aree critiche da scarti e materiali combustibili.

1.C.1.7.2 Accorgimenti previsti per prevenire i rischi dovuti ad errore umano in aree critiche.

Gli impianti funzionano essenzialmente in automatico senza intervento di operatori, che sovrintendono attraverso sofisticati sistemi di controllo gestiti da processori dedicati e PLC con interblocchi hardware e/o software per le principali funzioni di sicurezza. Le operazioni che richiedono l'azione degli operatori sono legate al ciclo produttivo in quegli aspetti che possono essere difficilmente gestiti in automatico, essendo fra l'altro legati all'esperienza ed alla qualità del prodotto, spesso gestibili solo con il contributo decisionale di esperti.

Gli accorgimenti impiantistici sono quelli standard per tali tipologie d'impianto, con impianti elettrici a norma, messa a terra degli impianti e delle tubazioni gas, creazione di protezioni basate su interblocchi che rendono materialmente impossibile il verificarsi di anomalie dovute a sequenze di intervento errate da parte degli operatori, non rispetto delle procedure operative, ecc. La programmazione degli interblocchi è parte della fase di progettazione dei sistemi di controllo e supervisione, realizzati da specialisti con il contributo del personale dell'esercizio, ed oggetto di fase di prova e verifica preliminare antecedente alla messa in servizio degli stessi.

Dal punto di vista degli impianti, i serbatoi, le tubazioni, i dispositivi di collegamento, ed i dispositivi di intercettazione e di sicurezza sono progettati e collocati in modo tale da evitare conseguenze da errate operazioni, con intervento umano estremamente limitato. Principi ergonomici, colorazioni standard per le tubazioni e/o targhette esplicative sono utilizzate per evitare il verificarsi di errori nelle operazioni manuali. In tale ambito, sono previste procedure di reparto per gli addetti, specificamente formati ed informati per l'effettuazione di tali mansioni, messe a punto ed affinate per evitare e/o minimizzare i rischi potenziali nelle varie situazioni, conseguenti ad un eventuale errore umano.

1.C.1.7.3 Precauzioni e i coefficienti di sicurezza assunti nella progettazione delle strutture con riferimento alla ventosità ed eventuale sismicità, nonché i criteri di progettazione assunti per i componenti critici dell'impianto e delle sale di controllo.

Lo stabilimento LUCCHINI di Piombino non è collocato in zona a rischio sismico, caratterizzata da fenomeni legati a ventosità particolare. Stante comunque la significatività dei carichi movimentati negli impianti (p.es. in acciaieria si hanno siviere con materiale fuso da 120 ton), ovvero il peso di strutture ed impianti (p.es. l'altoforno che, oltre al peso proprio, contiene fino a ~2500 m³ di materiale), le strutture di basamento e sostegno dei principali impianti sono realizzate in calcestruzzo, mentre le strutture di sostegno delle tubazioni sono generalmente realizzate mediante strutture metalliche, appositamente dimensionate per resistere alle sollecitazioni legate a carichi esterni, quali ventosità, ecc.

I serbatoi (ossigeno gassoso, azoto, gasometri) sono in generale dimensionati per resistere a carichi dinamici da ventosità e sismicità ben superiori alle caratteristiche dell'area. Un cenno particolare deve essere fatto per le strutture di sostegno dei nastri di trasporto dei materiali di stoccaggio, ripresa e carica dei vari materiali dai parchi, agli impianti di macinazione e carica dell'altoforno, agli impianti di macinazione e carica della cokeria. Tali strutture, spesso caratterizzate dall'operatività ad elevate quote, sono generalmente largamente sovradimensionate per resistere ai fenomeni dinamici ed alla pressione del vento ed ai fenomeni di tipo naturale che potrebbero interessare la zona.

Le strutture metalliche sono collegate alla rete di terra di stabilimento, laddove applicabile, sono dotati di impianti di protezione contro le scariche atmosferiche. In ogni caso, gli impianti e le varie attività sono realizzate nel rispetto della legislazione vigente, inclusi gli aspetti di prevenzione incendi, a fronte dei quali sono realizzate specifiche compartimentazioni fra impianti e/o attività diverse e/o interposti elementi con caratteristiche di resistenza al fuoco ben definite.

In relazione alle sale di controllo di impianti critici, va evidenziato che l'ubicazione è tale da garantire condizioni di gestione degli impianti in sicurezza, in generale essendo già operante una postazione di controllo di riserva, pronta ad intervenire in caso di indisponibilità della prima. I comandi dei principali elementi sulle reti (gasometri, torce, ecc.) sono anche attuabili da quadri di controllo in posizione remota

Le sale di controllo sono ubicate in generale in prossimità dell'impianto. Nel caso delle sale di controllo, le stesse sono ubicate in area generalmente esente da rischi particolari.

Impianti quali altoforno, cokeria, sono dotati di sale di controllo in edifici separati, a distanza di considerevole dall'impianto controllato (cokeria). Le sale controllo sono protette da impianti di rivelazione, con atmosfera mantenuta in leggera sovrappressione (altoforno), onde evitare problemi di tossicità legati a fuoriuscite di gas.

1.C.1.7.4 Condizioni di funzionamento considerate per la valutazione della sicurezza dell'impianto.

Le condizioni di funzionamento prese a riferimento per la valutazione della sicurezza dell'impianto includono il normale esercizio, compreso le fasi di avviamento e di fermata, e le eventuali anomalie incidentali prevedibili nel loro funzionamento.

In ognuna di queste condizioni, per gli impianti di nuova o recente realizzazione sono utilizzati i manuali del costruttore, che indica le azioni da effettuare per riportare e/o mantenere l'impianto in condizioni di sicurezza, senza pericoli per le persone e per l'ambiente, eventualmente integrati con aspetti specifici al contesto impiantistico. I dispositivi di sicurezza previsti e le procedure messe a punto per la gestione dell'impianto sono finalizzate al conseguimento degli obiettivi sopracitati.

L'analisi, per quanto possibile, è stata focalizzata alle situazioni potenzialmente scaturibili da tale complesso di condizioni di funzionamento.

1.C.1.8 Precauzioni progettuali e costruttive

1.C.1.8.1 Norme e/o i criteri usati per la progettazione di impianti elettrici, sistemi di strumentazione di controllo ed impianti di protezione contro le scariche atmosferiche e le cariche elettrostatiche.

Gli impianti elettrici a servizio degli impianti di stabilimento sono stati costruiti secondo le norme di legge vigenti al momento della progettazione con criteri antideflagranti nelle zone in cui si ha pericolo di formazione di miscele esplosive, valutate in accordo alle normative applicabili. Da

specifiche contrattuali con i fornitori, la progettazione degli impianti elettrici, di controllo, di protezione contro scariche atmosferiche e cariche elettrostatiche è effettuata in accordo alle norme CEI applicabili. In relazione alla strumentazione, sono in generale preferiti sistemi a bassa tensione, che unitamente ai vantaggi legati alla sicurezza sono meglio gestibili dal punto di vista dell'alimentazione d'emergenza (gruppi UPS, ecc.).

Lo stabilimento è dotato di una rete di terra, costituita da un sistema a cui sono collegati i vari impianti, le strutture metalliche dei serbatoi, le tubazioni delle reti di distribuzione fluidi. Analogamente, sono collegate alla rete di terra le strutture metalliche dei capannoni. In stabilimento, sulle ciminiere principali (cokeria, altoforno, ecc.) sono installati sistemi di protezione contro le scariche atmosferiche, anch'essi opportunamente collegati alla rete di terra. La gestione della rete è fatta in conformità alla normativa vigente (denuncia USL, verifiche periodiche, ecc.).

1.C.1.8.2 Norme e/o i criteri utilizzati per la progettazione dei sistemi di scarico della pressione (valvole di sicurezza, dischi di rottura), per recipienti di processo, serbatoi e tubazioni.

I dispositivi di sicurezza per lo scarico della pressione sono progettati in accordo a consolidati standard internazionali (API), i criteri di prova previsti sono quelli indicati dagli stessi standard considerati. Le prove periodiche, come pure gli interventi periodici di controllo previsti per gli stessi dispositivi di sicurezza sono riportati nel manuale d'uso e manutenzione dei costruttori.

Su ciascuno dei tre gasometri sono operanti dispositivi di sicurezza che provvedono allo scarico del gas in caso di sovrariempimento (superamento soglia HH livello), preservando l'integrità strutturale del gasometro.

In particolare, sul gasometro AFO/ISE sono operanti n. 16 caminelle che sfogano il gas a oltre 50 m di quota, aperte meccanicamente dal pistone, e dimensionate per consentire lo sfogo efficace del gas, dotate di dispositivo di chiusura automatica, raggiunta allo stabilizzarsi del livello a valori di sicurezza.

Il gasometro BADONI è dotato di n. 2 caminelle di sfiato del gas, la cui luce viene scoperta automaticamente in caso di sovrariempimento oltre il max. livello ammissibile, per evitare il raggiungimento di pressioni eccessive ed a salvaguardia dell'integrità strutturale del gasometro.

Il gasometro COMIMP è dotato di n. 1 caminella di sfogo (DN80), che su sollecitazione meccanica del pistone si apre sfiorando a oltre 59 m di quota il gas in eccesso per la salvaguardia dell'integrità strutturale del gasometro.

Sulle reti distribuzione gas, sono presenti sfoghi naturali quali ad esempio le guardie idrauliche.

Per quanto riguarda l'impianto trattamento fumi primari d'acciaieria, gli elettrofiltri sono invece dotati di valvole antiscoppio che si aprono a sovrappressioni di 0.025 bar rispetto alla pressione di esercizio standard di funzionamento. Il progettista dichiara un dimensionamento strutturale, con tali dispositivi, in grado di resistere a pressioni assolute di ~2 bar (punto 17 §14 Prot. 7441).

Sulla rete gas LD ELETTRA, a valle della stazione di rilancio gas LD in uscita dal gasometro COMIMP, sono dislocati una serie di dischi di rottura con clapet di chiusura automatica, dimensionati e collocati sulla rete per proteggere la stessa da sovrappressioni di qualsiasi natura.

Tutti i serbatoi di fluidi in pressione (ossigeno gassoso, azoto, aria compressa) sono dotati dei dispositivi di sicurezza previsti dalle normative tecniche di riferimento, generalmente progettati e dimensionati in accordo a standard internazionali.

1.C.1.8.3 Posizione di tutti gli scarichi funzionali all'atmosfera di prodotti tossici e/o infiammabili.

La posizione degli scarichi funzionali in atmosfera di prodotti infiammabili e/o tossici è riportata nella planimetria in Allegato C1.8.3, dove sono evidenziate la posizione delle:

- torce su reti AFO COK, LD;
- caminelle gasometri ISE, BADONI, COMIMP;
- candele batteria 45F e 27F;
- valvole BLEEDER AFO/4.

Gli sfiati in ogni caso sono previsti a quote molto elevate (sempre superiori a 50 m, fino ai 97 m di quota delle BLEEDER), in posizione ventilata, lontano da postazioni di lavoro ed in generale da altri impianti con materiali infiammabili o rischi di innesco.

1.C.1.8.4 Possibilità di controllo del funzionamento delle valvole di sicurezza e dei sistemi di blocco con l'impianto in marcia senza compromettere la sicurezza dell'impianto stesso.

Tutti i principali sistemi di blocco e di sicurezza sono oggetto di verifiche preliminarmente all'avviamento degli impianti di pertinenza, nonché di verifiche cicliche durante il funzionamento da parte dei sistemi di controllo e supervisione. Guasti sui dispositivi di controllo dello stato valvole sono prontamente rilevati tramite tale attività di monitoraggio in automatico, a cui sono anche collegati, in alcuni casi, non consenso all'operatività dell'impianto.

Le valvole aventi comunque funzioni critiche per la sicurezza sono di tipo fail safe, con indicazione immediata di guasto e passaggio dell'impianto ad uno stato di messa in sicurezza. Data la peculiarità impiantistica dello stabilimento, non sempre tali dispositivi possono essere provati con impianto in marcia. Apposite procedure, in taluni casi (gasometri, cokeria) permettono l'esecuzione di prove di funzionamento in bianco, con impianto senza gas, finalizzate alla verifica di funzionalità dei principali sistemi di blocco e sicurezza.

1.C.1.8.5 Norme e/o i criteri utilizzati per il progetto dei recipienti, dei serbatoi e delle tubazioni.

La costruzione delle apparecchiature in pressione ha seguito le norme di progettazione ex ANCC (attualmente gestite da ISPESL), adeguandosi al progresso normativo introdotto in Italia con il recepimento della "Direttiva PED". Le apparecchiature non in pressione sono state progettate e costruite secondo i criteri dettati dalla Buona Tecnica in vigore al momento della costruzione (punto 41 §14 Prot. 7441). D'altra parte la progettazione e la realizzazione dei principali componenti, quali serbatoi, valvole, dispositivi di sicurezza, componentistica spesso coperta da brevetto, è in accordo a quanto previsto dalle norme internazionali applicabili, quali:

- ✓ ANSI,
- ✓ API,
- ✓ ASME,
- ✓ ASTM,
- ✓ BS,
- ✓ DIN,
- ✓ ISO,
- ✓ UNI.

1.C.1.8.6 Criteri di protezione dei contenitori delle sostanze pericolose dalla possibile azione di sostanze corrosive.

Gli impianti all'aperto ed in ambienti particolarmente aggressivi sono dotati di verniciatura contro gli agenti atmosferici e quelli di tipo corrosivo. I normali procedimenti di protezione prevedono una preliminare sabbiatura e la successiva verniciatura (più mani con sequenza tipo: primer inorganico, mano epossidica intermedia, mano poliuretana finale), mirata a creare uno strato protettivo stabile contro l'attacco esterno di vari agenti, secondo gli standard di protezione previsti per tali tipologie di impianti dai vari fornitori.

Sulle reti gas, la verifica dello stato e degli effetti dovuti ad attacchi di tipo corrosivo sono verificati giornalmente (guardia rete), mentre sui gasometri sono previsti accurati programmi di ispezione periodica, in accordo alle indicazioni dei costruttori, integrate con l'esperienza di esercizio dello stabilimento.

1.C.1.8.7 Zone in cui sono immagazzinate le sostanze corrosive.

Nel ciclo produttivo di stabilimento, non sono utilizzate sostanze corrosive particolari, oltre all'acido cloridrico ed alla soda caustica utilizzati nel ciclo del trattamento acque dell'impianto sottoprodotti in cokeria. L'ubicazione dei serbatoi è segnalata nella planimetria generale di cokeria, riportata in Tavola 1 dell'Allegato A1.2.3.

1.C.1.8.8 Per sostanze con note proprietà corrosive, specificare gli elementi in base ai quali sono stati determinati i sovra spessori di corrosione per le apparecchiature potenzialmente interessate.

I serbatoi per lo stoccaggio delle suddette sostanze corrosive sono di materiale specificamente adeguato per lo stoccaggio delle stesse. Le apparecchiature particolari eventualmente interessate da problemi di corrosività legati all'uso delle stesse sono realizzate in acciaio inox.

1.C.1.8.9 Organizzazione e procedure di controllo qualità adottate per la fabbricazione e l'installazione delle suddette apparecchiature con particolare riferimento a quelle critiche per l'impianto.

Oltre alle procedure di controllo qualità, eseguite nell'ambito del proprio sistema qualità certificato ISO9001, laddove applicabile, vengono seguite le procedure di costruzione degli stessi secondo le vigenti procedure legate alla Direttiva PED, con la supervisione ed il controllo di legge ISPEL nel caso di apparecchiature in pressione.

D'altra parte, la pluriennale esperienza nel settore delle costruzioni meccaniche, il perfezionamento dei procedimenti di saldatura utilizzati ed il ricorso a saldatori qualificati, nonché l'attitudine a controlli accurati delle parti e delle saldature critiche, e non ultimo l'utilizzazione di componentistica di controllo del processo e di sicurezza (valvole, dischi di rottura, misuratori, ecc.) rigorosamente selezionata da fornitori qualificati, ha creato un sistema aziendale consolidato che garantisce sul livello di qualità dei prodotti.

1.C.1.8.10 Sistemi di blocco di sicurezza dell'impianto, criteri seguiti nella determinazione delle frequenze di prova previste.

Altoforno ed ausiliari

La peculiarità del processo della produzione di ghisa in altoforno fa sì che l'altoforno in quanto tale non abbia dei sistemi di blocco di sicurezza immediata, ma che conseguentemente a determinate situazioni di anomalo funzionamento vada in fermata di emergenza, il che richiede una serie di interventi e messe in sicurezza impiantistiche che non sono assimilabili alla tipica condizione di blocco immediato, anche perché dipende dalla situazione contingente in cui sta operando il forno (spillaggio ghisa in corso, ecc.). Si riportano di seguito le principali situazioni che portano alla fermata dell'impianto nel suo complesso, inclusi gli ausiliari.

Alta pressione forno: se il sistema di regolazione della contro-pressione di bocca SEPTUM / TE non è in grado di regolare adeguatamente la pressione di bocca, a 2.4 bar interviene la prima valvola BLEEDER che porta alla riduzione della pressione sulla rete a valle della bocca. Ciò porta all'arresto di emergenza del forno, con completamento della fase di spillaggio ghisa, riduzione a step del vento, fermata dei cowpers a gas e delle soffianti, fino al suo isolamento dalla rete gas AFO (valvola occhiale V06 o C.I. 2° stadio).

Pendolazione della portata nelle linee di iniezione fossile portano al blocco automatico delle linee interessate da tale fenomeno e l'avvio di procedure di spurgo da parte degli operatori, mediante insufflaggio di azoto nei vari tratti.

Alta temperatura o temperature incongruenti nel mulino di macinazione fossile provocano il blocco immediato dell'impianto, con arresto della fase di essiccazione e convogliamento d'emergenza dei fumi caldi dal bruciatore di essiccazione al camino.

Turbo-espansore: alto scarto regolazione, eccessive vibrazioni sui o temperatura lubrificazione supporti, portata superiore a massima portata trattata, allarme CO all'interno capannone turbina, provocano il blocco di sicurezza dell'impianto, con rapido passaggio del controllo di pressione alla SEPTUM, ottenuto mediante apertura rapida valvola sub-bypass () cilindro idraulico a doppio effetto + molla a tazza, apertura in $t < 1$ sec) e successiva apertura valvola di by-pass.

Cokeria

Sulla batteria 27F sono adottati vari sistemi di blocco e sicurezza, con alimentazioni ridondanti e/o privilegiate. In particolare, si evidenzia che:

- pressostati di sicurezza intervengono al diminuire della pressione del gas nella tubazione di adduzione, eccitando un temporizzatore che fa scattare un allarme in sala controllo. Contemporaneamente il sistema di inversione effettua la chiusura dei rubinetti gas.
- tamponi intervengono per mancanza di energia elettrica sulla linea di alimentazione gas batteria, evitando che si abbia un eccesso di gas COK in ingresso (alimentazione con gas miscelato).
- fiaccole di emergenza sul bariletto intervengono a protezione della batteria in caso di fermata degli estrattori.

Oltre a quanto riportato nella descrizione del sistema di riscaldamento, il sistema di alimentazione della batteria 45F è protetto da n. 4 fiaccole d'emergenza poste sul bariletto, con piloti alimentati a metano e dotati di sistema di controllo accensione di fiamma con indicazione in sala controllo.

Con riferimento alla produzione di gas grezzo, il raffreddamento nei tubi di sviluppo del gas COK grezzo, che avviene tramite iniezioni di acqua ammoniacale (a 5 bar), in caso di temperatura oltre il valore limite è prevista l'iniezione di acqua ammoniacale supplementare direttamente nel bariletto, mediante l'apertura di valvole manuali.

La linea di alimentazione dell'acqua ammoniacale a bassa pressione, parallelamente al bariletto è dotata di una serie di n. 7 raccordi di collegamento di by-pass alla linea di alimentazione a bassa pressione d'emergenza, sì da consentire l'esclusione di tratti della tubazione per manutenzione, senza interruzione del flusso principale d'acqua. La linea a bassa pressione d'emergenza è altresì alimentabile da una pompa diesel d'emergenza.

La batteria è dotata di diesel d'emergenza per l'alimentazione delle utenze privilegiate, con partenza 20÷30 s. dopo l'istante di black-out. I PLC e tutti gli strumenti di campo sono sotto UPS con batteria tampone, anch'esso sotto diesel d'emergenza. Sono sotto UPS anche i solenoidi di comando delle valvole di apertura delle fiaccole, delle valvole di intercettazione gas, e di comando dei cilindri del sistema di inversione. Preliminarmente all'esame dei possibili malfunzionamenti e relative situazioni d'emergenza, si descrivono di seguito alcune sequenze base di molteplici operazioni la cui effettuazione è prevista in caso d'emergenza.

Sequenza messa in sicurezza sistema d'inversione.

Marcia a gas miscelato

- 1) Il cilindro del sistema di inversione comando portelle aria è portato nella posizione intermedia (di chiusura)

- 2) Il cilindro del sistema di inversione comando rubinetti gas mix è portato nella posizione intermedia (di chiusura)
- 3) Il sistema non effettua più inversione
- 4) Il ventilatore fumi viene fermato.

Marcia a gas COK

- 1) Il cilindro del sistema di inversione comando rubinetti gas COK è portato nella posizione intermedia (di chiusura)
- 2) Il cilindro del sistema di inversione comando portelle aria è portato nella posizione intermedia (di chiusura)
- 3) Il sistema non effettua più inversione
- 4) Il ventilatore fumi viene fermato.

Sequenza messa in sicurezza linee gas combustibili.

Marcia a gas miscelato

- 1) La valvola d'intercettazione gas miscelato viene chiusa
- 2) La valvola di iniezione azoto viene aperta (p_{\max} 5000 Pa)
- 3) La valvola della caminella di sfiato della tubazione viene aperta
- 4) Attesa per lavaggio tubazione (15 min.)
- 5) La valvola della caminella di sfiato della tubazione viene chiusa
- 6) La valvola di iniezione azoto viene chiusa
- 7) Controllo pressione tubazione (con apertura valvola iniezione azoto se $p < 500$ Pa, e chiusura per $p > 1500$ Pa).

Marcia a gas COK

- 1) La valvola d'intercettazione gas COK viene chiusa
- 2) La valvola di iniezione azoto viene aperta (p_{\max} 5000 Pa)
- 3) Le valvole delle caminelle di sfiato delle tubazioni sono aperte
- 4) Attesa per lavaggio tubazione (15 min.)
- 5) Le valvole delle caminelle di sfiato delle tubazioni sono chiuse
- 6) La valvola di iniezione azoto viene chiusa
- 7) Controllo pressione tubazione (con apertura valvola iniezione azoto se $p < 500$ Pa, e chiusura per $p > 1500$ Pa).

Sequenza messa in sicurezza bariletto.

- 1) Le gamelle delle fiaccole si aprono per mandare il gas COK grezzo in fiaccola (i piloti sono sempre funzionanti)
- 2) L'acqua ammoniacale a bassa pressione è alimentata con linea ordinaria
- 3) In caso di bassa pressione sulla linea, si utilizza la linea d'emergenza, con avvio diesel d'emergenza e predisposizione valvole alimentazione linea d'emergenza.

Possibili malfunzionamenti batteria 45 forni.

Di seguito sono illustrate le sequenze di emergenza previste a fronte di possibili malfunzionamento della batteria.

Black-out elettrico

La batteria cessa le operazioni di infornamento e sfornamento, mantenendosi attivo solo il sistema di riscaldamento. A tal fine è prevista la sequenza:

- 1) Avvio sequenza "messa in sicurezza bariletto"
- 2) Apertura immediata valvola di by-pass fumi
- 3) Apertura automatica porte galleria di servizio lato macchina
- 4) Ventilatore fumi si ferma

- 5) Ventilatore aria comburente si ferma
- 6) Riduzione del 40% della portata di gas combustibile (da verificare in funzione del tiraggio del camino)
- 7) Regolazione della pressione nel canale fumi, mediante valvole sui condotti fumi, eventuale ulteriore riduzione della portata del combustibile in caso di tiraggio insufficiente al camino
- 8) Il sistema di inversione provvede ad effettuare regolarmente l'inversione.

Rottura argano sistema inversione

In caso di rottura di una pompa del sistema di inversione, la pompa in stand-by partirà immediatamente in automatico, per garantire la pressione necessaria al funzionamento dei cilindri. Nel caso in cui la seconda pompa fosse indisponibile, l'inversione è completata dagli accumulatori. Nel caso perdurasse la bassa pressione ai distributori, o non fosse possibile completare l'inversione (rottura PLC inversione), si avrà un allarme e oltre 15 minuti di persistenza allarme, sarà avviata la sequenza "messa in sicurezza linee gas combustibili" e ridotta la velocità del ventilatore fumi. Nell'arco dei 15 minuti disponibili, l'operatore provvederà manualmente a terminare l'inversione agendo sui pulsanti dei distributori al banco oleodinamico. Nel caso in cui tale operazione fosse anch'essa impossibile (rottura barre argano) la batteria sarà imbottigliata, mediante:

- 1) avvio sequenza "messa in sicurezza linee gas combustibili"
- 2) riduzione a 80% portata ventilatore fumi
- 3) chiusura manuale dei clapet aria su valvoloni fumi ancora aperti
- 4) fermata ventilatore fumi.

Bassa pressione gas mix ai bruciatori sistema di riscaldamento

È prevista l'attivazione della seguente sequenza d'emergenza:

- 1) Verifica pressione nella tubazione
- 2) Se $p < 950 \text{ Pa}$ → solo allarme
- 3) Se $P < 800 \text{ Pa}$ → si chiudono i rubinetti gas mix
- 4) Attesa di circa 1 min.
- 5) Se la pressione nella tubazione gas mix risale a valori $> 1000 \text{ Pa}$, la pressione gas AFO è $> 2000 \text{ Pa}$ e la pressione gas COK è $\geq 3500 \text{ Pa}$, allora si riaprono i rubinetti gas mix
- 6) Se la pressione nella tubazione gas mix risale a valori $> 1000 \text{ Pa}$, ma la pressione gas AFO o la pressione gas sono inferiori ai limiti suddetti, si attuano le sequenze "messa in sicurezza sistema d'inversione" e "messa in sicurezza linee gas combustibili"
- 7) Se la pressione nella tubazione gas mix è $< 500 \text{ Pa}$, si attuano le sequenze "messa in sicurezza sistema d'inversione" e "messa in sicurezza linee gas combustibili".

Bassa pressione gas COK ai bruciatori sistema di riscaldamento

È prevista l'attivazione della seguente sequenza d'emergenza:

- 1) Verifica pressione nella tubazione
- 2) Se $p < 950 \text{ Pa}$ → solo allarme
- 3) Se $P < 800 \text{ Pa}$ → si chiudono i rubinetti gas COK
- 4) Attesa di circa 1 min.
- 5) Se la pressione nella tubazione gas COK risale a valori $> 1000 \text{ Pa}$ e la pressione di rete del gas COK è $\geq 3500 \text{ Pa}$, allora si riaprono i rubinetti gas COK
- 6) Se la pressione nella tubazione gas COK risale a valori $> 1000 \text{ Pa}$, ma la pressione della rete gas COK è inferiore al limite suddetto, si attuano le sequenze "messa in sicurezza sistema d'inversione" e "messa in sicurezza linee gas combustibili"
- 7) Se la pressione nella tubazione gas COK è $< 500 \text{ Pa}$, si attuano le sequenze "messa in sicurezza sistema d'inversione" e "messa in sicurezza linee gas combustibili".

Rottura ventilatore fumi

La sequenza d'emergenza prevede:

- 1) Apertura immediata valvola di by-pass fumi
- 2) Completamento arresto ventilatore fumi (inerzia)
- 3) Riduzione del 40% della portata di gas combustibile (da verificare in funzione del tiraggio del camino)
- 4) Regolazione della pressione nel canale fumi, mediante valvole sui condotti fumi, eventuale ulteriore riduzione della portata del combustibile in caso di tiraggio insufficiente al camino.

Mancata apertura valvola by-pass fumi

In caso di fermata del ventilatore fumi per black-out, rottura, ecc., e contemporanea mancata apertura valvola di by-pass, devono essere avviate le sequenze "messa in sicurezza sistema d'inversione" e "messa in sicurezza linee gas combustibili".

Bassa depressione a valle valvolone fumi

Se il tiraggio alla base della batteria fosse insufficiente, deve essere avviata la sequenza "messa in sicurezza sistema d'inversione". In caso di anomalia persistente, dopo un tempo prefissato, viene implementata la sequenza "messa in sicurezza linee gas combustibili".

Alta pressione rigeneratori

Se la depressione negli occhi dei rigeneratori sale a valori > -20 Pa, deve essere avviata la sequenza "messa in sicurezza sistema d'inversione". In caso di anomalia persistente, dopo un tempo prefissato, viene implementata la sequenza "messa in sicurezza linee gas combustibili".

Bassa pressione aria galleria servizio lato macchina

In caso di mancanza aria comburente ($p < -5$ Pa), si ha:

- 1) Avviamento ventilatore in stand-by. In caso l'allarme continui effettuare
- 2) Apertura automatica delle porte della galleria di servizio lato macchina
- 3) Riduzione del 20% della portata di gas combustibile (verificata in funzione del tenore di O_2 e CO al camino)
- 4) Variazione del numero di giri del ventilatore, sì da mantenere la pressione nel canale fumi costante al valore di set-point.

Disservizio impianto sottoprodotti

Disservizi o guasti dell'impianto sono gestiti mediante apertura delle gamelle delle fiaccole d'emergenza, con rilascio e combustione del gas in atmosfera (pilotti sempre accesi), e successiva chiusura della valvola di regolazione che alimenta la linea gas verso l'impianto sottoprodotti.

Alta pressione bariletto

Alta pressione nel bariletto può essere legata ad un malfunzionamento della valvola di regolazione o del loop di regolazione o a ridotta capacità ricettiva dell'impianto sottoprodotti. In caso di disservizio del loop di regolazione, è prevista la movimentazione in apertura della valvola di regolazione mediante telecomando manuale da sinottico di controllo.

Nel caso di valvola già tutta aperta, l'operatore aprirà la gamella di una fiaccola d'emergenza per consentire lo sfogo e la combustione in atmosfera del gas COK grezzo. Se la pressione restasse ancora elevata, l'operatore aprirà una seconda fiaccola.

Bassa pressione bariletto

Bassa pressione nel bariletto può essere legata ad un malfunzionamento della valvola di regolazione o del loop di regolazione o ad una bassa produzione gas dai forni. In caso di disservizio del loop di

regolazione, è prevista la movimentazione in chiusura della valvola di regolazione mediante telecomando manuale da sinottico di controllo.

Alta temperatura bariletto

In tal caso, è prevista l'apertura dei rubinetti manuali di flussaggio dell'acqua ammoniacale a bassa pressione (BP) al bariletto.

Bassa pressione o bassa portata acqua ammoniacale BP

In tal caso, viene avviata la pompa diesel d'emergenza, intercettata l'alimentazione ordinaria ed aperta la valvola della linea d'alimentazione acqua ammoniacale BP d'emergenza.

Bassa pressione o bassa portata acqua ammoniacale AP

Il circuito è dotato di n. 2 pompe d'alta pressione (AP), una in esercizio ed una in stand-by. Il sistema di automazione provvede a far partire la pompa AP in stand-by.

Acciaieria

Il processo di soffiaggio inizia con il posizionamento del convertitore carico nella posizione verticale, l'abbassamento della lancia di soffiaggio e l'apertura della valvola dell'ossigeno. L'altezza della lancia è controllata e monitorata in funzione della quantità di ossigeno insufflata all'interno del bagno. L'apertura della valvola dell'ossigeno può essere attuata solo a condizione PLANT READY verificata.

Le condizioni di processo che decretano un “**non pronto al soffiaggio**” sono riportate nella tabella seguente e sono costantemente monitorate sul relativo sinottico in sala controllo:

| | |
|--|---|
| <i>Rottura termocoppia evaporatore</i> | Il controllo della temperatura dell'evaporatore avviene attraverso una termocoppia. Ne sono state installate due coppie, una a valle ed una a monte dell'evaporatore. All'inizio del ciclo batch il caldaista deve selezionare, via software, quale attivare. Il non consenso viene dato se la termocoppia selezionata risulta non funzionante. |
| <i>Pressione minima acqua evaporatore</i> | Il funzionamento dell'evaporatore è legato ad un corretto funzionamento degli ugelli a doppio flusso, acqua e vapore. Se la pressione di utilizzo di questi scende sotto il set point, pari a 3 bar, il sistema non garantisce un efficace sistema di raffreddamento. |
| <i>Pressione minima vapore evaporatore</i> | Analogamente a quanto accade per l'acqua, viene controllata la pressione del vapore. |
| <i>Stato analizzatore off</i> | Dopo l'elettrofiltro è situato l'analizzatore di CO per il controllo della valvola a campana e quindi la commutazione del gas in rete o in torcia. L'analizzatore è dotato di due linee di prelievo gas in parallelo per permettere periodicamente di pulire ciascuna linea da sporco ed impurezze senza isolare lo strumento stesso. |
| <i>Antiscoppio non chiusi</i> | I dischi antiscoppio, dislocati sui fondi dell'elettrofiltro, sono dotati di tre misure di fine corsa ciascuno. Non è possibile procedere al soffiaggio se non ne è garantita la chiusura. |
| <i>Bassa pressione Azoto fiaccola</i> | La torcia è dotata di una linea di azoto di emergenza (la cui pressione è monitorata) che, nel caso di mal funzionamento del ventilatore, permette di estrarre i gas dall'impianto facendo funzionare la fiaccola stessa come Tubo di Venturi. Ciò garantisce il non ristagno di gas all'interno delle tubazioni. |
| <i>Blocco ventilatore</i> | Questo segnale registra un disservizio del ventilatore dovuto a cause elettriche. |

| | |
|--|--|
| <i>Piloti fiaccola non accesi</i> | I 3 piloti della fiaccola sono dotati di strumentazione di controllo. Il software non autorizza il soffiaggio se almeno due di essi non risultano essere accessi. L'accensione e spegnimento dei piloti stessi può essere effettuata via software dalla sala controllo o in manuale da un quadro di comando situato ai piedi di ciascuna torcia |
| <i>Centralina olio skirt non ok</i> | Un'anomalia nella centralina oleodinamica della gonna (skirt) potrebbe compromettere il corretto funzionamento dei dispositivi di movimentazione della gonna stessa. |
| <i>Trasporto polveri fini non in marcia</i> | Può accadere che per un problema di impaccamento delle polveri fini captate dall'elettrofiltro il nastro non funzioni. In tal caso esiste comunque la possibilità di raccogliere le polveri stesse in un cassone di emergenza, per tale motivo questo allarme, assieme a quello analogo per le polveri grossolane, è l'unico dotato di pulsante di disinserimento da parte dell'operatore. |
| <i>Scuotitori non in marcia</i> | In riferimento agli scuotitori delle polveri fini degli elettrofiltri. |
| <i>Trasporto polveri grossolane non in marcia</i> | Analogamente a quanto scritto per le polveri fini. |
| <i>Raffreddamento ventilatore non in marcia</i> | Il corretto funzionamento del dispositivo di raffreddamento del ventilatore risulta necessario affinché si possa garantire la continua aspirazione dei fumi. |
| <i>Ventilatore principale non in marcia</i> | Viene registrato il blocco del ventilatore da inverter. |
| <i>Campi H.V. non in marcia</i> | Questo genere di controllo non influisce direttamente sullo stato di sicurezza dell'elettrofiltro ma garantisce l'efficacia di abbattimento delle polveri fini nei fumi e previene il rischio di intasamento delle apparecchiature. |
| <i>PLC fault</i> | L'allarme rileva un errore sulla logica del PLC stesso |
| <i>Condizione valvola fiaccola non OK</i> | Il controllo viene fatto sulla valvola a campana di commutazione funzionamento in fiaccola, in caso di condizione di funzionamento anomalo non sarebbe garantito lo scarico in fiaccola, neanche in caso di emergenza. |
| <i>Regolazione non in automatico</i> | Il controllo viene fatto sul sistema di regolazione che è previsto lavori in automatico. |
| <i>Due pompe caldaia e portata H₂O non OK</i> | Il controllo monitora costantemente lo stato delle pompe di alimentazione e la portata acqua alimento caldaia, poiché l'indisponibilità contemporanea di entrambe le pompe o un'insufficiente portata di acqua alimento non permetterebbero il funzionamento in sicurezza della caldaia, con BLOCCO SOFFIAGGIO o NON PRONTO al soffiaggio. |
| <i>Pressione e livello corpo cilindrico non ok</i> | La pressione ed il livello del corpo cilindrico vengono costantemente tenuti sotto controllo. Set point di Livello: + 500 mm si ha ALM NO PLANT READY; + 600 mm si ha BLOCCO SOFFIAGGIO - 600 mm si ha ALM NO PLANT READY; - 700 mm si ha il BLOCCO SOFFIAGGIO. Nel caso di bassissimo livello si ha il blocco pompe. Set Point di Pressione: |

| | |
|--|--|
| | 3.1 bar si ha BLOCCO SOFFIAGGIO 30.5 bar si ha ALM NO PLANT READY; 10.5 bar ALM Pagina Grafica; 10 bar ALM Pagina Grafica; 5.5 bar si ha ALM NO PLANT READY; 5 bar si ha BLOCCO SOFFIAGGIO |
| <i>Bassa portata azoto camino raffreddamento</i> | Questo segnale è relativo alla portata di azoto necessario alle tenute degli scivoli (lance ed additivi). Ogni scivolo ha una sua portata di azoto, è sufficiente il non corretto funzionamento di una di queste affinché il sistema registri un NON PRONTO al soffiaggio. Esiste un controllo su: <ul style="list-style-type: none"> tenuta Scivola a Campiglia tenuta Scivola a Piombino tenuta Duomo Lancia tenuta Portellone controlli che possono generare sia NON PRONTO, sia BLOCCO SOFFIAGGIO. |

Durante la fase transitoria di abbassamento della lancia la portata di gas aspirata è costante e predefinita e la gonna raggiunge un primo livello d'abbassamento. Non appena viene verificato l'innesco nel bagno di ghisa, la gonna viene abbassata completamente fino all'altezza prevista per la fase di soffiaggio, in tale periodo si ha la formazione del cuscino di CO₂ che effettua il flussaggio della tubazione ed evita la formazione di miscele esplosive.

Dopo l'accensione del bagno, la temperatura cresce rapidamente. A partire da una temperatura predefinita (temperatura in ingresso del raffreddatore d'evaporazione maggiore del valore massimo impostato), viene iniziata l'iniezione dell'acqua nel raffreddatore d'evaporazione. Allo stesso tempo il controllo dell'aspirazione del gas è cambiato dalla portata costante di gas al controllo in funzione della pressione del camino di raffreddamento (pressione nelle vicinanze della gonna di tenuta). Durante questa fase, il gas è avviato in torcia. Non appena il sistema è passato al controllo della pressione del camino raffreddante, la portata di gas è diminuita in modo tale da ridurre la combustione del CO a CO₂ nella caldaia. Come risultato, il contenuto di CO nel gas aumenta. Una volta raggiunto il tenore utile al fine del recupero energetico viene avviata la commutazione al funzionamento al gasometro.

Il processo di commutazione inizia con la chiusura della valvola a campana della fiaccola, la quale fa in modo che la pressione del gas a valle del ventilatore aumenti fino al livello di pressione del gasometro. Successivamente la valvola a campana del gasometro è aperta e la valvola a campana della fiaccola è chiusa. Verso la fine del processo di soffiaggio, la concentrazione di carbonio nel bagno di acciaio cala a un livello tale che il contenuto di CO nel gas di convertitore diminuisce. Non appena viene superato un tenore minimo predeterminato, il flusso del gas è commutato al percorso in fiaccola.

Durante la fase di soffiaggio ossigeno e per un periodo di tempo predeterminato successivamente a questa fase, i sistemi di scuotimento degli elettrodi di captazione del primo campo del precipitatore ed i raschiatori della polvere sono fatti funzionare con tempi di pausa brevi. Dopo, sono di nuovo commutati nella condizione di tempi di pausa più lunghi.

Se si verifica una delle condizioni di funzionamento anomale elencate di seguito, il soffiaggio dell'ossigeno viene interrotto. L'interruzione presuppone che il sistema non sia nella condizione di recupero gas. Altrimenti, il recupero di gas deve essere fermato per primo, cioè la valvola a campana del gasometro chiude e la valvola a campana della fiaccola apre, con il sistema di controllo di posizione che resta inattivo. In caso di guasto del ventilatore assiale, di una portata

troppo bassa del gas aspirato, di mancanza di tensione o di guasto di una centralina idraulica, la commutazione del sistema di funzionamento con recupero del gas a quello in fiaccola viene portato a termine nella modalità rapida, mentre per tutte le altre condizioni anomale viene portata a termine nelle modalità normali.

Le condizioni operative di Temperatura e Pressione che determinano il blocco (o non consenso) sono settati in modo che:

TEMPERATURA

- Si arresta il soffiaggio se, in uscita dall'evaporatore, supera i 350 °C per più di 25 sec.
- Si arresta il soffiaggio se, in uscita dall'evaporatore, supera i 425°C.

PRESSIONE

La rete vapore della caldaia lavora ad una pressione di esercizio di 12 bar, con valvola di sicurezza che apre a 14 bar, mentre a 32 bar viene aperta la valvola di sicurezza del corpo cilindrico.

- pressione nel corpo cilindrico < 5 bar si ha BLOCCO SOFFIAGGIO
- pressione nel corpo cilindrico < 5.5 bar non si ha consenso al soffiaggio
- pressione nel corpo cilindrico > 30 bar non si ha consenso al soffiaggio.

Nella Tabella seguente sono elencate le condizioni anomale di funzionamento che provocano l'interruzione del processo di soffiaggio, condizioni costantemente monitorate sull'apposito sinottico di controllo:

| |
|---|
| Blocco ventilatore |
| Dischi Antiscoppio aperti |
| Alta temperatura uscita gas dall'evaporatore |
| Rottura termocoppie uscita evaporatore |
| Bassa pressione H ₂ O evaporatore |
| Bassa pressione vapore evaporatore |
| Bassa portata vapore evaporatore |
| Tre campi HV spenti |
| Valvola scarico emergenza grossolana non chiusa |
| Valvola scarico emergenza fini non chiusa |
| Bassa portata H ₂ O caldaia |
| Allarme pressione vapore caldaia |
| Allarme livello H ₂ O caldaia |

Oltre a quanto sopra, l'impianto è dotato di una serie di interruttori manuali, collocati in zone strategiche, da cui è possibile comandare il blocco dell'ossigeno indipendentemente dal software di controllo. In particolare i blocchi sono installati:

- uno in prossimità di ciascuno dei corpi cilindrici, vicino all'interfono di comunicazione;
- uno in prossimità di ciascuno dei gruppi pompe di ricircolo;
- uno nell'area pompe di alimento, vicino al degasatore;
- uno in prossimità della postazione di supervisione caldaie, in sala controllo impianto.

In merito alla commutazione ed al recupero del gas in gasometro, si ricorda che affinché possa iniziare la commutazione è necessario non vi sia alcuna delle seguenti anomalie (si veda anche la sezione §1.B.1.2.1.5 per una descrizione dettagliata dei blocchi):

1. *commutazione indisponibile* (a seguito di controlli e verifiche svolte dal sistema di automazione dell'aspirazione fumi primari);
2. *gasometro indisponibile* (indisponibilità del gasometro a ricevere gas, p.es. per alto livello);
3. *gasometro in emergenza* (attivo per gravi anomalie registrate dal sistema di controllo del gasometro COMIMP);

4. *raffreddamento fermo* (raffreddatore gas in blocco);
5. *emergenza in atto* (nel caso in cui il sistema di controllo dell'aspirazione primaria ha rilevato una condizione di emergenza ed ha attivato la relativa procedura di ricerca e soluzione guasto).

In condizioni di assenza delle suddette cinque anomalie, si ottiene la condizione di "Pronto alla commutazione". Il sistema, per ciascuna linea COV, commuta automaticamente verso il gasometro COMIMP se e solo se sono verificate le seguenti precondizioni:

4. concentrazione O₂ (< 2% in volume) minore della soglia per almeno 15 sec.;
5. concentrazione CO (almeno 20% in volume o da impostazione operatore in accordo alla modalità di recupero in essere) crescente e superiore alla soglia per almeno 10 sec;
6. assenza allarmi significativi attivi linea impianto LT del COV in commutazione;
7. assenza di blocchi da altri sistemi, ovvero:
 - i. impianto raffreddamento gas in marcia
 - ii. gasometro non in emergenza
 - iii. gasometro non in alto livello
 - iv. assenza altissima temperatura gas in ingresso gasometro
 - v. assenza altissimo livello O₂ dai due analizzatori laser sulla linea gas al gasometro
 - vi. assenza richiesta da altri COV di messa in sicurezza gasometro
 - vii. altra linea COV in commutazione.

Sequenza di commutazione verso fiaccola

Condizione necessaria e sufficiente a far iniziare la commutazione verso fiaccola è il decadimento di una delle precondizioni poste per iniziare la commutazione verso il gasometro, ad eccezione della precondizione c), che diventa generatrice di commutazione solo se si tratta di blocchi e non solo di allarmi. La sequenza di commutazione si attua nel seguente modo:

- I. Contemporaneamente si inizia l'apertura della valvola lato fiaccola e la chiusura della valvola lato gasometro, con velocità costante, fissata come detto per la commutazione in gasometro;
- II. Durante detta operazione si monitora la differenza di pressione PDT-803: essa deve essere sempre positiva per evitare rischi di ritorno indietro gas dal gasometro; per sicurezza si fissa come limite una sovrappressione di 1 mbar;
- III. Se il valore PDT-803 scende sotto il valore di 1 mbar, si arresta l'apertura della valvola lato fiaccola, proseguendo invece la chiusura della valvola lato gasometro; si ricomincia l'apertura della valvola lato fiaccola appena il valore PDT-803 torna a valori superiori a 1 mbar;
- IV. Raggiunto lo 0% di apertura della valvola lato gasometro si apre del tutto anche la valvola lato fiaccola, se non già chiusa dalla manovra di chiusura controllata; a questo punto la manovra è conclusa.

Funzioni di sicurezza

Monitoraggio di congruenza delle valvole a campana GI#800 e GIC#801

Il corretto funzionamento delle valvole a campana della stazione di commutazione viene continuamente monitorato dal sistema, verificando i seguenti aspetti:

- I. congruenza dei fine corsa di estremo rispetto alle misure analogiche di posizione
- II. assenza della condizione in cui entrambi i fine corsa di estremo risultano impegnati
- III. effettiva movimentazione della valvola a seguito dei comandi di apertura/chiusura, riscontrata rilevando la corrispondente variazione della misura di posizione e/o il raggiungimento, entro un tempo prefissato, del corrispondente fine corsa di estremo.

Il mancato riscontro di ciascuno dei precedenti punti genera allarme, la cui presenza impedisce l'esecuzione della sequenza di commutazione a recupero verso il gasometro e forza, se la condizione non è già presente, la commutazione verso la candela.

Il mancato riscontro del punto c) provoca la generazione del segnale “Richiesta di messa in sicurezza gasometro” inviato al PLC del gasometro che a sua volta comanda la chiusura della valvola a farfalla gasometro lato raffreddatore.

Monitoraggio delle condizioni della centralina idraulica

Il corretto funzionamento della centralina idraulica, per quanto concerne le funzioni minime per l'operatività della stazione di commutazione, viene continuamente monitorato dal sistema, verificando i seguenti aspetti:

- I. funzionamento della pompa di ricircolo e relativi consensi (temperatura e livello olio);
- II. disponibilità di almeno una delle due pompe principali, considerando le condizioni elettriche, lo stato delle valvole in aspirazione e mandata, l'efficienza idraulica;
- III. stato di carica dell'accumulatore, in termini di volume d'olio (prima e seconda soglia);
- IV. stato di carica dell'accumulatore, in termini di pressione (> 125 bar).

Il mancato riscontro di uno qualunque dei punti precedenti genera allarme, la cui presenza impedisce l'esecuzione della sequenza di commutazione a recupero verso il gasometro e forza, se la condizione non è già presente, la commutazione verso la candela attivando la procedura di “commutazione di emergenza passiva”.

Commutazione rapida in candela

Quando la stazione di commutazione si trova aperta verso il gasometro, il sistema di controllo ha la possibilità di agire sui gruppi di elettrovalvole 48.1 e 48.2 ottenendo una commutazione veloce (di “emergenza”) verso la candela, in un tempo di circa 5 secondi.

Tale intervento è effettuato dalla logica di controllo in tutti quei casi in cui la presenza di anomalie richieda una immediata interruzione del flusso di gas verso il gasometro, anche a costo di ripercussioni sulla regolazione della depressione in cappa, e, in particolare, per:

- I. Segnale di “Emergenza Gasometro” da PLC Gasometro (dovuto ad alta temperatura gas, alto tenore ossigeno nel gas, fuori servizio del gasometro per altri motivi)
- II. Arresto (per guasto o altro) del ventilatore estrattore impianto LT
- III. Riduzione della misura di pressione del collettore verso gasometro (PT#802) al di sotto 20 mbar
- IV. Riduzione della misura di portata al di sotto di una soglia prefissata (azione in anticipo per prevenire l'inversione di flusso)
- V. Perdita collegamento (life check word invariata per più di 1 sec.) verso PLC Raffreddamento o PLC Gasometro
- VI. Perdita collegamento (life check word invariata per più di 1 secondo) verso PLC Parti comuni aspirazione primaria (CP9).

Commutazione di emergenza passiva in candela

Quando la stazione di commutazione si trova aperta verso il gasometro, disalimentando contemporaneamente i gruppi di elettrovalvole 49, 48.1 e 48.2, si ottiene una commutazione verso la candela in circa 15 sec., utilizzando parte della riserva idraulica dell'accumulatore di pressione.

Ciò avviene:

- ⇒ passivamente, in caso di black-out elettrico;
- ⇒ attivamente, dietro comando del sistema di controllo, allorché viene riconosciuta una anomalia della centrale idraulica che impedisca le ordinarie manovre.

Chiusura in emergenza della valvola di ingresso al gasometro

Tale operazione viene comandata dal PLC Gasometro, che provvederà a segnalare al sistema di controllo della aspirazione primaria la condizione di “Emergenza gasometro”.

A seguito della chiusura della valvola di ingresso al gasometro, il recupero di CO risulta interdetto per ogni convertitore. Il ripristino di tale condizione, oltre che al rientro delle anomalie che lo hanno provocato, è condizionato ad un esplicito consenso dell'operatore.

Reti gas e gasometri

I sistemi di protezione attualmente esistenti per i gasometri di stabilimento sono:

Gasometro gas COK/BADONI

- Allarme e blocco per alto livello
- Allarme e blocco per basso livello
- Allarme alta pressione
- Allarme bassa pressione
- Sfiore in candela (torcia COK) a 800 mm, per alta pressione

Gasometro gas AFO/ISE

- Allarme bassissimo livello (5%) e blocco (chiusura della valvola a tampone)
- Allarme alto livello (85%) e sfiore in candela (torcia AFO)
- Allarme alto alto livello (95%) e blocco (chiusura della valvola a tampone)
- Allarme altissimo (98%) con apertura caminelle di sfiato
- Allarme alta pressione e blocco (550 mm c.a., chiusura della valvola a tampone)
- Allarme bassa pressione con blocco (450 mm c.a.)
- Allarme alta temperatura con blocco (55 °C)
- Allarme pistone inclinato (scostamento max. livelli radar 160 mm).

Gasometro gas LD/COMIMP

- Allarme bassissimo livello (5%) e blocco (chiusura della valvola a farfalla)
- Allarme alto livello (85%) e sfiore in candela (torcia LD)
- Allarme alto alto livello (95%) e blocco (chiusura della valvola a farfalla)
- Allarme altissimo (98%) con apertura caminella di sfiato
- Allarme alta pressione e blocco (chiusura della valvola a farfalla)
- Allarme bassa pressione con blocco (chiusura valvola a farfalla)
- Allarme alta temperatura gas in ingresso con blocco.

Tutti i sistemi di allarme e blocco sono ridondanti.

La frequenza e modalità di prova sono regolamentate da apposite procedure, nel rispetto delle indicazioni dei costruttori e fornitori delle apparecchiature e degli impianti.

1.C.1.8.11 Provvedimenti adottati nei luoghi chiusi per evitare la formazione e la persistenza di miscele infiammabili e/o esplosive e di sostanze comunque pericolose.

I serbatoi di stoccaggio e delle reti di distribuzione gas, si collocano all'aperto e non richiedono particolari sistemi di ventilazione. In altoforno, come pure in acciaieria, la configurazione d'impianto non vede veri e propri ambienti chiusi con capacità di ventilazione limitata, piuttosto i regimi termici favoriscono lo sviluppo di moti convettivi che agevolano il ricambio d'aria e limitano fortemente la formazione e la persistenza di atmosfere pericolose.

Precauzioni impiantistiche finalizzate ad evitare la formazione di miscele pericolose sono operative nel capannone del turbo-espansore, dotato di un sistema di ventilazione forzata e nelle gallerie di inversione delle batterie della cokeria, anch'esse dotate di ventilazione forzata. La galleria di inversione della batteria 45F è anche mantenuta in sovrappressione per evitare l'ingresso dall'esterno di miscele pericolose.

1.C.1.8.12 Ventilazione di aree interne ai fabbricati allo scopo di prevenire l'accumulo di vapori tossici o infiammabili.

In aggiunta ai sopracitati impianti di ventilazione forzata, la sala controllo cokeria, la sala controllo AFO/4 e la sala controllo COV sono pressurizzate, climatizzate e gestiti da sistemi meccanici per il ricambio dell'aria ambiente, onde consentire l'operatività in sicurezza degli addetti alla gestione degli impianti.

1.C.1.8.13 Precauzioni prese per evitare che i serbatoi e le condotte contenenti materie tossiche o infiammabili possano essere danneggiate da collisione con veicoli o macchine di sollevamento.

La collocazione dei serbatoi e delle tubazioni di trasporto di gas tossici ed infiammabili risponde ad esigenze ben precise di lay-out. I gasometri sono collocati in aree recintate e distanti da strade di passaggio, mentre le tubazioni si sviluppano su pipe rack metallici a quote tali da non rendere significativa la probabilità di verificarsi di collisioni con qualsivoglia mezzo operativo.

La movimentazione interna avviene secondo il rispetto di disposizioni aziendali miranti a prevenire qualsiasi tipo di incidente (basse velocità, percorsi obbligati lontani da aree pericolose, ecc.).

1.C.1.9 Sistemi di rilevamento

1.C.1.9.1 Sistemi per l'accertamento della presenza di gas infiammabili e/o rilevazione di incendi e/o rilevazione della presenza di prodotti tossici interessanti l'attività.

Si riportano di seguito indicazioni di dettaglio in merito ai sistemi di rivelazione fissa presenza di gas tossici e/o infiammabili presenti nei vari reparti di stabilimento (punto 50 §14 Prot. 7441), unitamente alle soglie di allarme. In Allegato C1.9 è invece riportato l'elenco dei locali dello stabilimento protetti mediante impianti di rivelazione e/o spegnimento incendi, centralizzati a livello di reparto, con segnalazione di allarme in locale presidiato H24, finalizzato alla protezione di cabine elettriche, trasformatori, centrali oleodinamiche, tunnel cavi, soffianti, ecc. Laddove la protezione mediante impianti di rivelazione è già stata completata, l'installazione dei previsti impianti di spegnimento è in fase di realizzazione.

Il verificarsi di un allarme prevede la tempestiva ispezione da parte degli addetti di reparto, che si recheranno sul posto muniti di rivelatore portatile ed autorespiratore con maschera a pieno facciale.

Altoforno.

A protezione dei servizi AFO/4, esiste un sistema di analisi in continua per il monitoraggio CO, con pompa e sistema di tubazioni di prelievo per il campionamento dell'atmosfera ambientale. Le soglie di preallarme ed allarme sono settate a 25 e 40 ppm, onde ottenere indicazioni tempestive sulla presenza di CO in atmosfera nei locali monitorati, con soglie più basse dello standard 30 / 50 ppm, che si ha classicamente sui rivelatori portatili.

La misurazione del CO interessa i sili, il mulino di macinazione del fossile e la torre di iniezione fossile. In aggiunta, l'impianto ha prese di campionamento nei seguenti locali:

1) cabina analisi, 2) sala SEPTUM, 3) cabina PMC depurazione, 4) armadio prelievo analisi, 5) armadio analisi, 6) sala controllo AFO/4, 7) sala quadri, 8) sala trasformatori.

A protezione del capannone turbo-espansore opera un impianto di rivelazione CO, con sensori a cella elettrochimica e segnalazione di allarme e blocco turbo-espansore per presenza CO (soglie preallarme / allarme 30 / 50 ppm), che protegge le seguenti aree del capannone: 1) zona turbina, 2) zona generatore, 3) sala controllo, 4) scala esterna accesso sala controllo e cabina elettrica.

Sull'altoforno tutte le quote superiori a quota +38 m sono interdette ed accessibili solo agli operatori AFO/4 dotati di rivelatore portatile con sensore CO.

Cokeria.

Esistono analizzatori continui di CO posti all'interno delle gallerie di inversione con prese di impulso lungo tutto il tracciato. Quando la concentrazione di CO nell'ambiente raggiunge i 50 ppm si attiva un allarme con segnalazioni acustiche e luminose all'esterno ed in sala controllo.

Acciaieria.

Nella campata convertitori, tutte le quote superiori a quota +7.5 m (+13 m, +18 m, +25.9 m, +32 m) sono interdette ed accessibili solo agli operatori autorizzati, dotati di rivelatore portatile con sensore CO e DPI di protezione. Alle varie quote, un sistema con semafori luce verde / rossa segnala lo stato di convertitore in soffiaggio, in occasione del quale il transito è interdetto.

A protezione delle varie aree connesse al funzionamento dell'impianto LT di trattamento fumi primari dai convertitori, opera una rete fissa di rivelatori CO a semiconduttore (soglie preallarme / allarme 65 / 100 ppm, finalizzate alla discriminazione di eventi di tipo spurio, ma in ogni caso mantenendo margini adeguati rispetto a soglie per esposizione acuta degli operatori, in zone che durante il turno vedono solo occasionalmente e per periodi temporali estremamente limitati la presenza di personale), con i seguenti punti di campionamento:

- COV1, n. 1 sensore CO a quota +13 m,
n. 1 sensore CO a quota +18 m,
n. 1 sensore CO a quota +25 m,
n. 2 sensori CO a quota +32.5 m,
- COV2, n. 1 sensore CO a quota +13 m,
n. 1 sensore CO a quota +18 m,
n. 1 sensore CO a quota +25 m,
n. 2 sensori CO a quota +32.5 m,
- COV3, n. 1 sensore CO a quota +13 m,
n. 1 sensore CO a quota +18 m,
n. 1 sensore CO a quota +25 m
n. 2 sensori CO a quota +32.5 m;
- Ascensore lato Piombino: n. 1 sensore CO,
- Ascensore lato Campiglia: n. 1 sensore CO,
- Elettrofiltro 1: n. 1 sensore CO,
- Elettrofiltro 2: n. 1 sensore CO,
- Elettrofiltro 3: n. 1 sensore CO,
- Stazione commutazione 1: n. 1 sensore CO,
- Stazione commutazione 2: n. 1 sensore CO,
- Stazione commutazione 3: n. 1 sensore CO,
- Candela 1: n. 1 sensore CH₄,
- Candela 2: n. 1 sensore CH₄,
- Candela 3: n. 1 sensore CH₄.

Reti gas e gasometri.

Sul gasometro gas AFO/ISE è presente un sistema di rivelazione CO esterno ed interno al gasometro stesso, così composto:

- n. 6 sensori esterni + n. 3 sensori interni a quota bassa,
- n. 6 sensori esterni + n. 3 sensori interni a quota intermedia,
- n. 6 sensori esterni + n. 3 sensori interni a quota alta.

L'area del gasometro è protetta da recinzione con accesso mediante cancelli chiusi a chiave. I sensori esterni hanno soglie di preallarme / allarme tarate a 100 / 200 ppm (preponderanza aspetti tossicità ambiente), mentre i sensori interni hanno soglie di preallarme / allarme tarate a 10% / 20% LEL (indicazione precoce potenziale formazione miscela esplosiva).

Sul gasometro COMIMP, analogamente a quanto per il gasometro AFO/ISE, è operante un sistema di rivelazione CO con sensori dotati di cella elettrochimica (soglie di preallarme / allarme tarate a 25 / 50 ppm) di monitoraggio di eventuali fuoriuscite di gas dal gasometro, disposti a varie quote e posizioni radiali intorno al gasometro stesso.

1.D.1 Situazioni Critiche. Condizioni di emergenza e relativi apprestamenti

1.D.1.1 Sostanze emesse

Altoforno: in caso di accadimento di anomalie o incidenti, le sostanze pericolose che possono essere emesse sono il gas d'altoforno, contenente CO, tossico e infiammabile, che potrà trovare innesco immediato o ritardato, ovvero disperdersi in assenza di innesco.

Cokeria: in caso di accadimento di anomalie o incidenti, le sostanze pericolose che possono essere emesse sono il gas di cokeria, il gas d'altoforno (alimentazione riscaldamento batterie). Il gas di cokeria contiene H₂, CO e CH₄, è tossico e infiammabile, e potrà trovare innesco immediato o ritardato, ovvero disperdersi in assenza di innesco.

Le candele poste a protezione delle batterie, in caso di intervento provvedono alla combustione di gas di cokeria grezzo, con principali prodotti di combustione identificabili con CO_x, SO_x, H₂S, NO_x, e vapore acqueo.

Ancora, in caso di incidente nella sezione sottoprodotti, si potrebbe avere fuoriuscita di catrame, tossico e combustibile. Il catrame, miscela di idrocarburi aromatici, in caso di incendio ha come prodotti di decomposizione CO_x, SO₂, H₂S.

Acciaieria: in caso di accadimento di anomalie o incidenti, le sostanze pericolose che possono essere emesse (area COV, impianto trattamento fumi primari) sono il gas di acciaieria, contenente CO e H₂, tossico e infiammabile, che potrà trovare innesco immediato o ritardato, ovvero disperdersi in assenza di innesco.

Le candele preposte alla combustione del gas di acciaieria non recuperato danno luogo a tipici prodotti di combustione quali: CO₂, NO_x, vapore acqueo.

Nella zona trattamenti, si ricorda la presenza di postazioni di riscaldamento a metano, gas infiammabile, nonché l'utilizzazione di ossigeno gassoso per le operazioni ausiliarie sulle siviere sia sulle colate continue che negli impianti di trattamento acciaio (LF). In caso di incidente coinvolgente le tubazioni ossigeno, si avrebbe rilascio di sostanza comburente, che si disperderà nel capannone, aumentando localmente il rischio di infiammabilità di eventuali combustibili presenti in prossimità.

Reti distribuzione gas: in caso di accadimento di anomalie o incidenti, le sostanze pericolose che possono essere emesse sono gas d'altoforno, gas di cokeria, gas di acciaieria, metano, ossigeno, con caratteristiche analoghe a quanto già illustrato.

Sulla rete gas d'altoforno è operante una candela di protezione che, in caso di funzionamento, darà luogo a tipici prodotti di combustione quali CO₂, NO_x, e vapore acqueo; analogamente sulla rete gas di cokeria è operante una candela di protezione che, in caso di funzionamento, produrrà tipici gas di combustione quali CO_x, NO_x, SO₂, e vapore acqueo.

1.D.1.2 Effetti indotti su impianti ad alto rischio d'incendio o esplosione

1.D.1.2.1 Interazioni dirette tra gli effetti di incendio o esplosione con parti di impianto ove vengano processate sostanze pericolose in quantità superiore ai limiti di soglia precisati nell'allegato III o stoccate separatamente secondo l'allegato II del DPR 175/88.

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 riportato nella seguente Tabella.

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

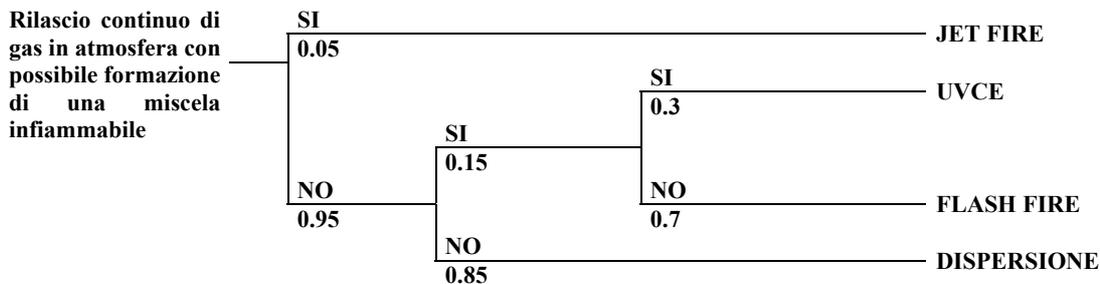
| EVENTO | Probabilità per un rilascio di portata | |
|---------------------|--|----------|
| | < 2 kg/s | > 2 kg/s |
| Ignizione immediata | 0.005 | 0.05 |
| Ignizione ritardata | 0.005 | 0.15 |

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)



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 9, di seguito riportata, vengono analizzate le conseguenze DOMINO per gli scenari incidentali individuati ed analizzati nella sezione §1.C.1.6.1, prendendo a riferimento le soglie fissate nel DM Lavori Pubblici del 09/05/2001, che ribadisce, le soglie per gli effetti domino da esplosioni e irraggiamento (0.3 bar, sovrappressione da esplosioni, 12.5 kW/m² per l'irraggiamento da incendi o getti incendiati).

Le conseguenze sono in generale collegate al verificarsi, in cascata, di altri scenari già analizzati, riportati nella stessa Tabella in termini di riferimenti incrociati (punto 40 §14 Prot. 7441).

| TOP EVENT | Identif. unità | Danni | Conseguenze stimate | DOMINO |
|------------------|---------------------|---|------------------------------|--|
| ALTOFORNO | | | | |
| AL 01 | 1.1 Altoforno | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | - 10 m 19 m 53 m | Non ricorre |
| AL 02 | 1.1 Altoforno | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | - 104 m 180 m 418 m | Non ricorre |
| AL 03 | 1.2 Sacca a polvere | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | 7 m 16 m 29 m 69 m | L'esplosione porterebbe a significativi danni alla struttura ma senza implicazione di eventuali scenari domino. |
| AL 04 | 1.3 Torre a umido | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | 7 m 16 m 29 m 69 m | L'esplosione porterebbe a significativi danni alla struttura ma senza implicazione di eventuali scenari domino |
| AL 05 | 1.4 Turboespansore | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | 7 m 16 m 29 m 69 m | L'esplosione porterebbe a significativi danni alla struttura ma senza implicazione di eventuali scenari domino |
| AL 06 | 1.5 Cowpers | - | Dardo 2 x 50 m | Il dardo, in base alla direzione, potrebbe investire un altro cowper danneggiandolo con conseguente probabile scenario: AL 07: esplosione del cowper. |
| AL 07 | 1.5 Cowpers | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | 7 m 16 m 29 m 69 m | L'esplosione di un cowpers potrebbe portare alla conseguente esplosione dei restanti due. In base all'analisi fatta non si creerebbero comunque le condizioni per ulteriori conseguenze incidentali. |
| RETI GAS | | | | |
| RT 01 | 2.1.1 Gasometro AFO | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | - 53 m 90 m 212 m | Non ricorre |

| TOP EVENT | Identif. unità | Danni | Conseguenze stimate | DOMINO |
|-----------|---------------------|---|-----------------------------|--|
| RT 02 | 2.1.1 Gasometro AFO | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | - 68 m 115 m 170 m | Non ricorre |
| RT 03 | 2.1.1 Gasometro AFO | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | - 47 m 82 m 192 m | Non ricorre |
| RT 04 | 2.1.1 Gasometro AFO | - | - | Non applicabile |
| RT 05 | 2.1.2 Rete AFO | - | - | Non applicabile |
| RT 06 | 2.1.2 Rete AFO | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | 7 m 16 m 29 m 69 m | 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. |
| RT 07 | 2.1.2 Rete AFO | - | - | Non applicabile |
| RT 08 | 2.1.3 Torcia AFO | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | - 42 m 72 m 170 m | Non ricorre |
| RT 09 | 2.1.3 Torcia AFO | 12.5 kW/m ² 7 kW/m ² 5 kW/m ² 3 kW/m ² | - - - - | Non ricorre |
| RT 10 | 2.1.3 Torcia AFO | - | - | Non applicabile |

| TOP EVENT | Identif. unità | Danni | Conseguenze stimate | DOMINO |
|-----------|---------------------|---|----------------------------------|--|
| RT 11 | 2.2.1 Gasometro COK | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | 169 m 280 m 740 m 989 m | <p>Per effetto dell'esplosione della nube, nell'area circostante al gasometro sono da attendersi danni molto gravi alla batteria 27 forni 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: COK 01: Esplosione batteria 27F COK 11: Mix esplosivo nel forno di ossidazione COK 08: Fuoriuscita ed esplosione gas dal bariletto RT 06/ RT 16 /RT 30 / RT 32: Esplosione da distruzione 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 | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | 106 m 175 m 460 m 623 m | <p>Lo scenario si configura simile a quanto visto in RT 11. Nel caso specifico, le quantità di gas esplosivo si riducono in funzione della entità del rilascio.</p> <p>Nelle condizioni conservative assunte per simulare lo scenario, l'esplosione del gas potrebbe portare al danneggiamento della batteria 27 forni con le conseguenze analizzate in RT 11.</p> |
| RT 13 | 2.2.1 Gasometro COK | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | 131 m 215 m 575 m 767 m | <p>Lo scenario si configura in modo simile a quanto già analizzato in RT 11. Nel caso specifico, 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 e conseguente diminuzione della massa esplosiva e delle dimensioni delle aree di danno.</p> <p>Tuttavia, lo stesso ritardo, implica la possibilità di maggiore "migrazione" della nube in funzione della velocità del vento e della stabilità atmosferica.</p> <p>Nelle condizioni simulate, conservativamente, considerata 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'impianto sottoprodotti, l'acciaieria, i treni, gli stoccaggi di O₂ e di catrame e potrebbe arrivare a lambire l'area altoforno. Gli scenari conseguenti ipotizzabili sono tutti quelli analizzati, ad esclusione di quelli propri degli impianti localizzati in zona ghisa.</p> |

| TOP EVENT | Identif. unità | Danni | Conseguenze stimate | DOMINO |
|-----------|------------------------|---|---|---|
| RT 15 | 2.2.3 Rete gas COK | 12.5 kW/m ² 7 kW/m ² 5 kW/m ² 3 kW/m ² | - - - - | Non ricorre |
| RT 16 | 2.2.3 Rete gas COK | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | 7m 17 m 31 m 74 m | Coinvolgimento di tutte le tubazioni gas sul pipe rack. Probabile esplosione secondaria della nube di gas formatasi di conseguenza. |
| RT 17 | 2.2.3 Rete gas COK | - | - | Non applicabile |
| RT 18 | 2.2.4 Torcia COK | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | D=200 m D= 40 m 50 m 20 m 80 m 40 m 150 m 65 m 300 m 140 m | L'esplosione ritardata della 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. Tuttavia, in base all'analisi effettuata, le conseguenze domino di tale scenario potrebbero interessare il gasometro COK, il polmone catrame, la batteria 27 forni oltre che le reti gas su pipe rack. Le condizioni di trasporto sono determinanti anche nella possibilità che l'esplosione avvenga a quote in grado di provocare realmente danni agli impianti. Probabili scenari conseguenti: COK 01: Esplosione batteria 27F COK 12: Mix esplosivo nel forno di ossidazione COK 08: Fuoriuscita ed esposizione gas dal bariletto RT 11/ 12/13: Scenari di dispersione ed esplosione del gasometro COK RT 06/ RT 16 /RT 30 / RT 32: Esplosione da distruzione delle tubazioni gas AFO, COK, LD, CH ₄ RT 35: Rilascio di O ₂ da cedimento tubazione |
| RT 19 | 2.2.4 Torcia COK | 12.5 kW/m ² 7 kW/m ² 5 kW/m ² 3 kW/m ² | - - - - | Non ricorre |
| RT 20 | 2.3.1 Gasometro gas LD | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | - 69 m 120 m 277 m | Non ricorre |

| TOP EVENT | Identif. unità | Danni | Conseguenze stimate | DOMINO |
|-----------|--|---|-----------------------------|-----------------|
| RT 21 | 2.3.1 Gasometro gas LD | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | - 37 m 60 m 143 m | Non ricorre |
| RT 22 | 2.3.1 Gasometro gas LD | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | - 60 m 100 m 233 m | Non ricorre |
| RT 23 | 2.3.1 Gasometro gas LD | - | - | Non applicabile |
| RT 24 | 2.3.2 Stazione di rilancio e gas cooler (gas LD) | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | - - 3 m 6 m | Non ricorre |
| RT 25 | 2.3.2 Stazione di rilancio e gas cooler (gas LD) | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | - - 4 m 8 m | Non ricorre |
| RT 26 | 2.3.2 Stazione di rilancio e gas cooler (gas LD) | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | - - 7 m 16 m | Non ricorre |
| RT 27 | 2.3.2 Stazione di rilancio e gas cooler (gas LD) | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | - - 4 m 8 m | Non ricorre |
| RT 28 | 2.3.3 Rete gas a valle del gasometro LD | - | - | Non applicabile |
| RT 29 | 2.3.3 Rete gas a valle del gasometro LD | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | - - 31 m 81 m | Non ricorre |

| TOP EVENT | Identif. unità | Danni | Conseguenze stimate | DOMINO |
|-------------------|---|---|----------------------------|---|
| RT 30 | 2.3.4 Rete a valle del rilancio gas LD | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | - - 31 m 81 m | Non ricorre |
| RT 31 | 2.4.1 Sigari ossigeno | - | - | Non applicabile |
| RT 32 | 2.4.2 Rete ossigeno | - | - | Non applicabile |
| RT 33 | 2.4.4 Stoccaggio ossigeno in acciaieria | - | - | Non applicabile |
| RT 34 | 2.5.2 Rete metano | 12.5 kW/m ² 7 kW/m ² 5 kW/m ² 3 kW/m ² | 2 m 3 m 4 m 8 m | 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. |
| RT 35 | 2.5.2 Rete metano | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | 3 m 5 m 13 m 28 m | Coinvolgimento di tutte le tubazioni gas sul rack se in zona "vecchi impianti". Coinvolgimento tubazione adduzione metano a CET ISE e tubazione adduzione metano CET/PIO ELETTRA, se in zona confine DALMINE. Probabile formazione di jet fire da tubazioni tranciate e/o esplosione secondaria della nube di gas formatasi di conseguenza. |
| ACCIAIERIA | | | | |
| ACC 01 | 3.1.2.2 Tratto in pressione gas LD | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | - - 3 m 6 m | Non ricorre |
| ACC 02 | 3.1.2.2 Tratto in pressione gas LD | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | - - 4 m 8 m | Non ricorre |
| ACC 03 | 3.1.2.2 Tratto in pressione gas LD | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | - - 7 m 16 m | Non ricorre |

| TOP EVENT | Identif. unità | Danni | Conseguenze stimate | DOMINO |
|----------------|------------------------------------|---|-------------------------------|---|
| ACC 04 | 3.1.2.2 Tratto in pressione gas LD | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | - - 4 m 8 m | Non ricorre |
| ACC 05 | 3.13 Elettrofiltro | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | - - 40 m 70 m | Non ricorre |
| ACC 06 | 3.1.4 Ventilatore | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | - - 4 m 8 m | Non ricorre |
| ACC 07 | 3.1.5 Torcia | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | - - - 1 m | Non ricorre |
| ACC 08 | 3.1.5 Torcia | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | - 20 m 42 m 100 m | Non ricorre |
| ACC 09 | 3.1.6 Stazione di commutazione | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | - - - 1 m | Non ricorre |
| COKERIA | | | | |
| COK 01 | 4.4.1 Batteria 27 forni | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | 13 m 29 m 56 m 131 m | <p>Danneggiamento localizzato batteria (tubazioni gas COK, gas grezzo e porte forni), con possibile ulteriore fuoriuscita di gas ad alta temperatura che si incendia a contatto con l'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: COK 08 esplosione nel bariletto COK 04 esplosione delle linee di adduzione gas</p> |

| TOP EVENT | Identif. unità | Danni | Conseguenze stimate | DOMINO |
|-----------|---|---|-------------------------------|--|
| COK 02 | 4.4.2 Batteria 45 forni | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | 13 m 29 m 56 m 131 m | Danneggiamento localizzato batteria (tubazioni gas COK, gas grezzo e porte forni), con possibile ulteriore fuoriuscita di gas ad alta temperatura che si incendia a contatto con l'aria. 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. Scenari domino ipotizzabili sono: COK 04 esplosione delle linee di adduzione gas COK 08 esplosione nel bariletto |
| COK 03 | 4.4.3 Sistema di riscaldamento e alimentazione batterie | - | - | Non ricorre |
| COK 04 | 4.4.3 Sistema di riscaldamento e alimentazione batterie | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | 7 m 14 m 29 m 66 m | 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. |
| COK 05 | 4.4.3 Sistema di riscaldamento e alimentazione batterie | 12.5 kW/m ² 7 kW/m ² 5 kW/m ² 3 kW/m ² | - - - - | Non ricorre |
| COK 06 | 4.4.3 Sistema di riscaldamento e alimentazione batterie | - | - | Non ricorre |
| COK 07 | 4.4.3 Sistema di riscaldamento e alimentazione batterie | - | - | Non ricorre |
| COK 08 | 4.5.1 Bariletto | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | 13 m 29 m 56 m 131 m | 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 (COK 01 e COK 02) |
| COK 09 | 4.5.1 Bariletto | - | - | Non ricorre |

| TOP EVENT | Identif. unità | Danni | Conseguenze stimate | DOMINO |
|-----------|---|---|---|--|
| COK 10 | 4.5.3 Decatramatore | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | 111 m 180 m 480 m 649 m | I decatramatori sono all'interno di un locale che smorzerebbe gli effetti dell'esplosione così come simulata (non tenendone conto). In ogni caso si possono prevedere danneggiamenti strutturali alle porte della batteria 45 forni e dei decantatori/polmoni catrame. Probabili scenari conseguenti: COK 02: esplosione gas batteria 45 forni COK 12: incendio polmone catrame. COK 04 esplosione delle linee di adduzione gas COK 08 esplosione nel bariletto |
| COK 11 | 4.5.5.2 Ossidazione termica | 0.3 bar 0.14 bar 0.07 bar 0.03 bar | 34 m 56 m 150 m 198 m | Si può prevedere un esteso danneggiamento a tutto l'impianto sottoprodotti con cedimento strutturale altre colonne di trattamento (lavaggio e strippaggio ammoniacca, ecc.) con fuoriuscita di gas e probabile innesco immediato o flash-fire. |
| COK 12 | 4.5.6.2 Polmone catrame | 12.5 kW/m ² 7 kW/m ² 5 kW/m ² 3 kW/m ² | 20 m 25 m 27 m 33 m | 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 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, fuoriuscita e dispersione nube gas tossico COK 14: dispersione nube tossica. |
| COK 13 | 4.5.2.4 Serbatoio stoccaggio catrame darsena | 12.5 kW/m ² 7 kW/m ² 5 kW/m ² 3 kW/m ² | 20 m 25 m 27 m 33 m | In caso di evento verificatosi in area stoccaggio, si avrebbe il cedimento del serbatoio con allagamento del bacino ed aumento dimensioni pozza. Probabile scenario conseguente: COK 14: dispersione nube tossica. |
| COK 14 | 4.5.2.4 Serbatoio stoccaggio catrame darsena | | Nube gas tossico: 1700 x 44 m Nube densa (polveri e incombusti): 500 x 240 m | Non applicabile |

1.D.1.3 Sistemi di contenimento

1.D.1.3.1 Sistemi previsti per contenere una fuoriuscita di sostanze infiammabili, al fine di contenere, in caso di spandimento e successivo incendio, l'estensione della superficie incendiata.

Non sono previsti bacini di contenimento per i gasometri in quanto stoccano gas e non liquidi infiammabili. I serbatoi contenenti olio per le centrali idrauliche sono in generale dotati di bacino di contenimento, in particolare quelli destinati allo stoccaggio di quantitativi significativi di fluido; eventuali situazioni difformi sono in via di normalizzazione con il progressivo rewamping degli impianti.

In merito ai serbatoi di stoccaggio del catrame, il serbatoio principale in darsena è dotato di bacino di contenimento, mentre i serbatoi di decantazione catrame in cokeria, attualmente non provvisti di bacino di contenimento, è previsto siano inseriti in un'unica vasca di contenimento (punto 42 §14 Prot. 7441).

I trasformatori contenenti olio con PCB sono generalmente dotati di bacino di contenimento; d'altra parte gli stessi sono oggetto di progressivo smaltimento e modifica in applicazione del piano pluriennale di eliminazione del PCB, in conformità alle disposizioni di legge.

Le aree adibite a deposito oli lubrificanti, incluso lo stoccaggio principale di oli presso i magazzini generali di stabilimento, sono dotate di bacino di contenimento o sistema di cordolatura, con soglie di accesso rialzate o rampe in pendenza per l'accesso dei mezzi di movimentazione utilizzati in fase di carico e scarico, per il contenimento di perdite e/o sversamenti.

1.D.1.3.2 Sistemi progettati per il contenimento di fuoriuscite massive di liquidi tossici o infiammabili.

Lo stoccaggio principale del catrame prodotto in cokeria prevedeva due serbatoi in Darsena, collocati all'interno di un bacino di contenimento impermeabilizzato. Allo stato attuale, è operante un solo serbatoio, avente volume di ~1650 m³, essendo l'altro serbatoio vuoto e da tempo dismesso, in attesa di demolizione. Il bacino ha capacità di contenimento di circa 800 m³, ovvero pari a circa il 50% della capacità max. attuale dello stoccaggio.

Il complesso di serbatoi di decantazione del catrame in cokeria, è tale da comportare uno stoccaggio max. complessivo di ~1600 ton di catrame. È prevista la realizzazione di un'unica vasca di contenimento in cemento armato, dotata di impermeabilizzazione, che "abbracci" il complesso di serbatoi in questione. Tale vasca, per l'estensione intrinseca che avrà, permetterà il contenimento del quantitativo di fluido corrispondente alla capacità di stoccaggio di almeno un serbatoio polmone (400 m³).

1.D.1.4 Manuale operativo

1.D.1.4.1 Manuale operativo per tutte le fasi di attività dell'impianto.

Non esiste un manuale operativo unico di stabilimento. Ciascun impianto è dotato, in base alla complessità delle macchine e/o sistemi operanti di un proprio manuale operativo per esercizio, manutenzione e gestione delle anomalie, presente in reparto (p.es. manuale operativo LURGI per impianto trattamento fumi primari di acciaieria, manuale operativo SMS DEMAG per batteria 45 forni, manuale operativo AFO/4, ecc.).

Parallelamente, in ciascun reparto è presente un complesso di pratiche operative, distribuite agli operatori e gestite in garanzia della qualità, con aggiornamento e revisione periodica delle stesse,

finalizzate alla conduzione in sicurezza degli impianti in condizioni di normale esercizio e di emergenza, nonché alla manutenzione degli stessi, in accordo alle specifiche del costruttore.

In aggiunta a quanto sopra, le eventuali attività di terzi per modifiche di impianto, gestione in appalto di particolari operazioni facenti parte del processo, manutenzioni periodiche programmate o straordinarie, sono regolamentate da procedure di sicurezza, in accordo a quanto previsto dal SGS di stabilimento. I manuali e le procedure operative, sono considerati come punto di partenza per una specifica attività di formazione ed informazione per il personale addetto alla gestione degli impianti, e/o di nuovi assunti, e/o operatori oggetto di cambio di mansione.

1.D.1.5 Segnaletica di emergenza

1.D.1.5.1 Indicazioni impiegate per segnalare sorgenti potenziali di eventi pericolosi.

All'interno dello stabilimento sono utilizzati vari sistemi di segnalazione della presenza di sorgenti potenzialmente pericolose. In tale ambito, le tubazioni per il trasporto di gas infiammabili sono contrassegnate con colorazione gialla (gas di cokeria, gas d'altoforno, gas da acciaieria, gas naturale). Le tubazioni di trasporto di altri fluidi rispettano in generale colorazione codificata (verde per acqua di mare, ecc.). Serbatoi e/o altre condotte riportano indicazioni sulla tipologia di fluido contenuto ed i relativi cartelli di pericolo applicabili alla stessa (p.es. per sostanze comburenti, ecc.).

La pericolosità di particolari impianti e/o aree di stabilimento (aree a rischio di esplosione, presenza gas infiammabili, presenza sostanze tossiche e/o cancerogene), è segnalata mediante apposita cartellonistica disposta sulle aree.

I presidi d'emergenza e lotta antincendio sono segnalati in accordo alle vigenti disposizioni di legge.

1.D.1.6 Fonti di rischio mobili

1.D.1.6.1 Fonti di rischio mobili utilizzate per il trasporto interno di sostanze pericolose, pensiline di carico e scarico.

Carico e scarico di infiammabili si ha per il rifornimento dei serbatoi del distributore di carburanti ad uso privato (n. 1 serbatoi da 23 m³ per benzina SP e n. 1 serbatoio da 60 m³ per gasolio da auto trazione), ubicato in prossimità della palazzina AUS, oggetto di recente rewamping ed adeguamento ai sensi della normativa vigente in materia di inquinamento da benzene (recupero vapori, ecc.), in fase di collaudo da parte della Commissione preposta. Il distributore di carburanti è utilizzato esclusivamente per il rifornimento dei mezzi di trasporto circolanti all'interno stabilimento (autovetture, camion, furgoni, ecc.).

Un ulteriore stoccaggio di gasolio è operante in prossimità dei magazzini centrali di stabilimento, dove sono ubicati n. 3 serbatoi interrati da 23 m³ ciascuno, adibiti allo stoccaggio del gasolio che viene poi ripreso e distribuito a piccole utenze di stabilimento.

All'interno dello stabilimento, dal punto di vista del trasporto interno di sostanze infiammabili, opera un'autocisterna (dotata di omologazione ADR) che provvede alla distribuzione di gasolio per il rifornimento di piccoli serbatoi mobili e/o dei serbatoi dei diesel di emergenza, e/o di impianti di riscaldamento a gasolio. Tale autocisterna sosta normalmente in prossimità dei magazzini centrali di stabilimento. Alla guida della stessa è preposto un addetto dotato del previsto CFP per tale mezzo.

È altresì da segnalare la pensilina di carico del catrame su autobotte operante in cokeria, e la pensilina di carico catrame su ferro-cisterne ubicata in Darsena, nelle vicinanze dello stoccaggio

principale, che è alimentata da gruppo di ripresa e pompaggio catrame dal “Serbatoio Marina”, che serve altresì la postazione di carico del catrame su nave in Darsena.

Il carico di catrame su nave viene effettuato con l’ausilio di tale gruppo di pompaggio che alimenta una tubazione di collegamento fino alla banchina, dove vengono attaccati i flessibili per il carico su nave. Durante le operazioni di carico, la zona di carico viene protetta mediante panna galleggiante disposta intorno alla nave e fissata alla banchina, che provvede al contenimento di eventuali perdite durante le operazioni di carico.

1.D.1.7 Misure per evitare cedimenti catastrofici

1.D.1.7.1 Misure previste per evitare, in caso di incendio e/o esplosione, il cedimento catastrofico delle strutture dei serbatoi e delle condotte contenenti sostanze infiammabili e/o tossiche.

In generale le strutture di fondazione e/o sostegno degli impianti sono realizzate in calcestruzzo e calcolate con criteri di resistenza al fuoco, secondo le norme vigenti al momento della costruzione. Sistemi di protezione, basati su procedure di isolamento rapido dei serbatoi, sono operanti a protezione dei gasometri di stabilimento al fine di evitare il verificarsi di situazioni di cedimento catastrofico per depressione in caso di eccessivo svuotamento degli stessi. Analogamente, sia in cokeria che in altoforno, per i principali collettori di distribuzione gas infiammabili sono previsti sistemi di iniezione di gas inerti nelle tubazioni per il mantenimento di pressione positiva in ogni condizione d’impianto.

Il lay-out degli impianti e le distanze di sicurezza sono tali da evitare, per i principali serbatoi di gas tossici e/o infiammabili, il verificarsi di situazioni di cedimento catastrofico degli stessi a seguito di incendi e/o esplosioni verificatisi in prossimità degli stessi.

Le tubazioni di distribuzione gas sono stabilmente ancorate mediante adeguati sistemi di fissaggio (collari, ecc.) su appositi pipe rack realizzati con strutture metalliche, specificamente progettate per il sostegno ed il mantenimento della geometria delle stesse.

Poiché su tali pipe rack aventi sviluppo di diversi chilometri all’interno dello stabilimento, per necessità dettate dal lay-out degli impianti, sono in generale collocate più tubazioni contenenti gas infiammabili, in caso di incendio e/o esplosione dovuta ad una perdita originata da una di queste tubazioni, non si può escludere il coinvolgimento delle tubazioni adiacenti, né sono attuabili misure alternative di protezione delle altre tubazioni.

1.D.1.8 Sistemi di prevenzione ed evacuazione in caso di incidente

1.D.1.8.1 Sistemi di prevenzione e interventi previsti in caso di incidente, comprese le misure per lo sfollamento.

Nello stabilimento è operante un Piano di Emergenza Interno, riesaminato a fine 2000 alla luce delle raccomandazioni espresse nell’Allegato IV del D. Lgs. 334/99 e del Decreto del Ministero Ambiente del 09 Agosto 2000, che prevede un sistema di emergenza strutturato, in cui il coinvolgimento delle varie figure è commisurato alla gravità della situazione di emergenza in atto, e a cui si rimanda per i dettagli.

Per le emergenze è operante il **numero telefonico 4400** grazie al quale, al verificarsi di situazioni anomale ed incidenti, viene tempestivamente attivato il sistema di emergenza di stabilimento, con allerta del personale della Vigilanza, dei VVF di stabilimento, del personale dell’Infermeria di Stabilimento. Il Piano di Emergenza prevede in ogni reparto dei posti attesa ambulanza codificati ed individuati su planimetrie disponibili nei reparti, delle aree di raccolta (si veda la sezione §1.D.1.11)

a cui far affluire il personale in casi di evacuazione, secondo procedure legate anche alla tipologia di incidente in atto.

1.D.1.9 Restrizioni per l'accesso agli impianti

Lo Stabilimento è munito di una recinzione mista in muratura e rete metallica, che arriva fino a 4 m. La viabilità interna allo Stabilimento è assicurata da un sistema di strade asfaltate di larghezza sufficiente a garantire l'accesso dei mezzi di emergenza.

Gli accessi dello Stabilimento sono 4 di cui 1 presidiato con telecamera mentre i restanti sono continuamente presidiati dal personale di vigilanza ed è previsto anche un servizio di ronda all'interno dello stesso.

1.D.1.9.1 Dispositivi, sistemi e/o procedure finalizzati ad impedire l'accesso all'interno delle aree di attività alle persone non autorizzate.

All'interno dello stabilimento vigono rigorose procedure di accesso, il cui rispetto è garantito dal servizio di vigilanza interna che provvede altresì ad effettuare, con regolarità, ispezioni nelle varie aree di stabilimento, al fine altresì di controllare la regolarità amministrativa di ditte esterne operanti nelle stesse.

Alle varie aree di attività sono ammesse solo le persone autorizzate, i visitatori sono prelevati alla portineria di ingresso ed accompagnati dal personale di stabilimento nelle aree di interesse.

L'accesso del personale estraneo è regolamentato da controlli alle portinerie di ingresso, garantiti dalla trascrizione delle generalità delle persone, desunte dai documenti di identità, dalla trascrizione delle informazioni sui rapporti di lavoro intrattenuti con l'Azienda e dal rilascio di un permesso di ingresso a tempo determinato, unitamente al rilascio di opuscoli contenenti le informazioni minime di sicurezza per i visitatori e/o personale esterno che a vario titolo ed occasionalmente accede allo stabilimento.

Analoghe procedure sono utilizzate per il controllo dell'accesso di attrezzature di lavoro e di mezzi (autovetture e camion) che a vario titolo hanno necessità di accedere giornalmente nello stabilimento. A tale fine il transito è previsto dalla Portineria Ischia di Crociano, attrezzata anche con portali con sistema di rivelazione per l'immediata identificazione di eventuale transito di materiale radioattivo (rottame).

1.D.1.10 Misure contro l'incendio

1.D.1.10.1 Impianti, attrezzature ed organizzazione per la prevenzione e l'estinzione degli incendi.

I presidi antincendio di stabilimento (idranti ed impianti di spegnimento automatico ad acqua) sono serviti da una doppia rete aerea, di cui una alimentata ad acqua industriale e l'altra ad acqua di mare (si vedano la Tavola 1 e la Tavola 2 in Allegato D1.10.1).

Sia la rete acqua di mare che quella acqua industriale, che alimentano i presidi antincendio preposti a protezione delle varie aree, non sono ad uso esclusivo (punto 53 §14 Prot. 7441), ma ad uso promiscuo con altre utenze di processo di stabilimento.

Stante il progressivo rewamping degli impianti, comunque accompagnato da parallelo adeguamento dei presidi antincendio, in ciascun reparto, è in corso un'attività di verifica della disposizione, dello stato e dell'efficienza dei presidi antincendio di stabilimento, con parallela identificazione delle tipologie di presidi necessarie per le singole aree in funzione del livello di rischio incendio presente.

In tale ambito, viene effettuata la verifica delle prestazioni (pressione e portata) da garantire per le varie tipologie di presidio, secondo le metodiche previste dalle norme tecniche applicabili. Tale attività, in corso di effettuazione a cura di tecnico qualificato ai sensi della L. n. 818/84, è altresì funzionale all'identificazione di eventuali interventi di estensione e/o potenziamento della copertura, motivata altresì dalle esigenze espresse dai nuovi impianti di spegnimento ad acqua in fase di realizzazione a protezione delle principali centrali oleodinamiche e delle gallerie cavi di stabilimento.

Oltre a quanto sopra, sono in corso di realizzazione (già completati gli impianti relativi al TMP ed TVE) impianti di spegnimento sprinkler a protezione delle principali centrali oleodinamiche e delle gallerie cavi per le quali risulta estremamente difficoltoso l'accesso e l'intervento con altri mezzi di spegnimento. Tale attività, sviluppata nell'ambito di specifiche richieste della compagine assicurativa, avviata nel corso del 2003, è previsto venga completata nella prima metà del 2004, e concretizza la seconda fase della campagna di potenziamento degli allestimenti di prevenzione e protezione incendi. Infatti, nel corso della prima fase è stato già realizzato il previsto potenziamento della protezione delle principali centrali oleodinamiche, gallerie cavi e cabine elettriche mediante impianti di rivelazione, con centralizzazione degli allarmi a livello di ciascun reparto, che ha riguardato anche i preesistenti impianti di rivelazione, onde consentire una gestione unificata ed omogenea degli impianti automatici di protezione antincendio.

A titolo esemplificativo, la lista dei locali protetti mediante impianti di rivelazione e/o spegnimento è riportata nelle tabelle incluse in Allegato D1.10.1.

Ai fini dell'estinzione degli incendi, i mezzi mobili di intervento a disposizione dei VVF interni di stabilimento sono i seguenti:

- ✓ una polivalente FIAT 110 NC con un serbatoio da 1200 kg di schiuma ed un serbatoio da 3500 kg di acqua. Su questo automezzo sono inoltre trasportati n. 15 estintori a polvere. Inoltre vi sono n. 2 autorespiratori e n. 5 bombole di aria sanitaria.
- ✓ n. 1 autobotte da 4500 kg di acqua.

Sui mezzi mobili è inoltre a disposizione la seguente dotazione:

- ✓ n. 2 pompe sommergibili Marelli da ϕ 70 e 45
- ✓ n. 1 pompa Flait ϕ 70
- ✓ n. 3 pompe centrifughe con motore a scoppio.

Lo stabilimento è dotato di un proprio Servizio Antincendio che svolge attività di prevenzione ed estinzione incendi, prosciugamenti, salvamenti, assistenza ai lavori nei quali è prevedibile la presenza di gas o l'insorgere di incendi.

Il personale (pompieri di stabilimento) ha l'incarico di attuare programmi e attività relativi alla prevenzione incendi, effettuare ispezioni nelle varie aree di stabilimento, nonché interventi da "hoc" in tutti i corsi di formazione, per fornire al personale le necessarie nozioni di base della prevenzione ed estinzione incendi e dei sistemi di protezione delle vie respiratorie.

a) Organizzazione

Il servizio, coordinato da un capo reparto e da un capo settore, è costituito essenzialmente dal gruppo VVF e dal gruppo di manutenzione per il minuto mantenimento. I VVF di stabilimento svolgono servizio su 24 ore, tutti i giorni della settimana.

b) Compiti gruppo VVF

Oltre ai normali compiti di prevenzione incendi, salvamenti, rimozione pericoli, il gruppo VVF effettua le seguenti attività:

1. Controllo e manutenzione ordinaria di tutte le attrezzature antincendio in dotazione all'autoparco.
2. Manutenzione e collaudo degli autorespiratori.

3. Ricarica bombole per autorespiratori.
4. Revisioni periodiche e ricarica degli estintori.

Il personale di manutenzione delle varie aree di stabilimento ha invece in carico il controllo periodico e la verifica dell'efficienza delle postazioni idranti, mentre per quanto riguarda gli impianti di estinzione ad acqua ed a gas inerti, è operante un contratto di manutenzione con ditta esterna specializzata, in fase di aggiornamento, alla luce dei nuovi impianti in fase di realizzazione a protezione di aree specifiche dello stabilimento (gallerie cavi e principali sale oleodinamiche).

Procedura di allarme Servizio Antincendio

Le procedure interne per le chiamate dei servizi di pronto soccorso e pronto intervento per incendi, allagamenti, fughe di gas, ecc. prevedono che le segnalazioni giungano ai VVF tramite il Centralino di stabilimento contattabile tramite telefoni normali e di emergenza (Numero VVF 4300, numero emergenza Centralino 4400).

1.D.1.10.2 Dimensionamento sistema di drenaggio per aumentato flusso d'acqua durante la lotta contro il fuoco.

I sistemi di convogliamento, trattamento e scarico delle acque reflue di stabilimento sono generalmente sovradimensionati, e quindi in grado di far fronte all'aumento di portata da attendersi in caso di incendio a causa dell'acqua utilizzata nelle attività di spegnimento.

Il drenaggio delle acque in tali condizioni è assicurato dalla rete fognaria, e dai sistemi di trattamento (vasche di decantazione, ecc.) di cui sono equipaggiati i vari tronchi preventivamente allo scarico delle stesse.

1.D.1.10.3 Fonti ed entità approvvigionamento idrico da utilizzare in caso di incendio ed altri estinguenti.

L'approvvigionamento idrico dei presidi antincendio di stabilimento, per la rete acqua di mare e per la rete acqua industriale, è illustrato di seguito, con indicazione delle capacità e delle potenzialità dei gruppi di pompaggio (punto 52 §14 Prot. 7441).

Rete acqua di mare. La rete è alimentata mediante alcune stazioni di pompaggio, aventi area d'influenza diversa: nella zona vecchi impianti opera la "stazione **2° salto**", dove il gruppo di pompaggio è costituito da n. 5 pompe da ~4000 m³/h (di cui n. 2 in esercizio e n. 3 in stand-by), con portata ai collettori di alimentazione di ~8500 (±500) m³/h con prevalenza di 5 bar.

In zona AFO/4 opera la "stazione **1° salto**" (sezione A e sezione Bis) che alimenta preferenzialmente le utenze della stessa zona. La stazione **1° salto A** è costituita da due gruppi di pompaggio con prevalenza di ~2 bar: n. 3 pompe da 6000 m³/h (n. 1 in esercizio e n. 2 in stand-by) e da n. 3 pompe da 7000 m³/h (n. 2 in esercizio e n. 1 in stand-by), queste ultime dedicate all'alimentazione delle utenze della CET-PIO ELETTRA. La stazione **1° salto Bis** è invece costituita da n. 3 pompe da 16000 m³/h (n. 2 in esercizio e n. 1 in stand-by).

In uscita dalla "stazione **2° salto**", opera una serie di collettori che alimentano sistemi di distribuzione ad anello, così come illustrato di seguito:

- ✓ n. 2 collettori in parallelo (2 x DN 1000) alimentano un sistema di distribuzione ad anello, a servizio dell'acciaieria. La presenza di una serie di by-pass e valvole di intercettazione permette l'alimentazione delle varie utenze anche in caso di indisponibilità di uno dei due collettori o di sezioni dello stesso anello;
- ✓ n. 2 collettori in parallelo (DN 600 e DN 700) alimentano un sistema di distribuzione ad anello, a servizio della cokeria. La presenza di una serie di by-pass e valvole di intercettazione permette

l'alimentazione delle varie utenze anche in caso di indisponibilità di uno dei due collettori o di sezioni dello stesso anello;

- ✓ n. 2 collettori in parallelo (2 x DN 1600) realizzano un collegamento alla “stazione 1° salto”, in zona AGROITTICA. Dalla “stazione 1° salto” partono vari collettori, fra cui due collettori (2 x DN 1500) verso l'area altoforno AFO/4 e CET2 (ISE). La presenza di una serie di by-pass e valvole di intercettazione, permette l'alimentazione delle varie utenze anche in caso di indisponibilità di uno dei collettori o di sezioni dello stesso anello.

Rete acqua industriale. La rete è alimentata dai “Pozzi di Vignarca” (n. 19 pozzi emunti da n. 19 pompe, operanti in località Torre del Sale). l'acqua prelevata viene stoccata in vasche intermedie di accumulo, da cui un gruppo di pompaggio (n. 5 pompe, di cui n. 3 in esercizio e n. 2 in stand-by) provvede a fornire complessivamente $\sim 1000 \text{ m}^3/\text{h}$, con prevalenza di 0.6 MPa, alla rete di stabilimento. Il collegamento dai Pozzi al vascone è realizzato mediante un doppio collegamento, con un collettore lato monte ed un collettore lato mare. Dal collettore acqua industriale lato monte sono derivati gli stacchi di alimentazione delle utenze nuovi impianti (TMP e TVE).

La pressione di rete è mantenuta tramite piezometrico ($H_{\text{MAX}} = 35 \text{ m}$, in località Capezzolo, cosiddetto “vascone”, con capienza 10.000 m^3), che, alla connessione con la rete, garantisce una pressione maggiore di 0.3 MPa. Localmente (p.es. utenze acciaieria convertitori, sono operanti dei gruppi di boosteraggio per il rilancio della pressione agli idranti ed alle utenze a quote elevate).

In uscita dal piezometrico si dipartono n. 3 collettori: un collettore DN 600 verso l'area altoforno e servizi AFO/4, macchina a colare, CET2 e CET3 (ISE), nonché n. 2 collettori che corrono paralleli verso la zona vecchi impianti (cokeria ed acciaieria, tubazioni DN 300 e DN 450). Un sistema di collegamenti di by-pass con valvole di intercettazione permette l'alimentazione di ogni utenza da ciascuno dei due collettori (operante in zona “mensa AFO/4”).

Acqua CIGRI. In cokeria, alcuni idranti UNI 70 posti a protezione dell'impianto sottoprodotti sono alimentati mediante l'acqua del CIGRI, impianto consortile che provvede alla distribuzione dell'acqua recuperata dall'impianto di depurazione acque reflue provenienti degli scarichi del comune di Piombino.

L'acqua recuperata è stoccata in una vasca di accumulo da $\sim 3000 \text{ m}^3$, dalla quale un gruppo di pompaggio (n. 4 pompe, di cui n. 1 in esercizio e n. 3 in stand-by) con prevalenza di 0.7 MPa alimenta la rete (tubazione in acciaio fuori terra DN 300), che non è ad uso esclusivo antincendio, ma alimenta anche altre utenze di stabilimento (in acciaieria, altoforno, cokeria, ecc.).

In relazione ad altri estinguenti utilizzati all'interno dello stabilimento, è da segnalare la presenza di estintori portatili e carrellati a polvere ABC, oltre ai gas inerti utilizzati negli impianti di spegnimento di tipo automatico (CO_2 , Azotargon, PF23) a protezione di cabine elettriche, trasformatori, e centrali oleodinamiche.

Schiuma polivalente è prevista fra gli estinguenti in dotazione nel caso di intervento per incendio interessante i depositi di decantazione e stoccaggio catrame (punto 54 §14 Prot. 7441).

1.D.1.10.4 Autorizzazioni controllo di prevenzione incendi, CPI.

Lo stabilimento era dotato di NOP, rilasciato nel giugno 1985 (pratica n. 599 Comando Provinciale VVF di Livorno). Tutte le modifiche impiantistiche intervenute negli anni successivi sono state oggetto di specifico esame progetto per richiesta di parere di conformità. Nel corso del 2001 era già stata effettuata un'attività di riordino della situazione impiantistica e delle pertinenze (cessioni a ditte esterne), mirata alla richiesta di sopralluogo per rilascio del CPI.

Ai sensi dell'elenco allegato al DM 16/02/1982, le attività soggette a controllo di prevenzione incendi all'interno dello stabilimento sono individuate ai punti:

attività principale: 66

attività secondarie: 1, 2, 4, 5, 6, 8, 15, 17, 18, 43, 46, 72, 82, 88, 91.

Successivamente, con l'assoggettamento agli obblighi ex art. 8 D. Lgs. 334/99, è variato il contesto autorizzatorio a cui attenersi per il rilascio del CPI di stabilimento, che risulta quindi legato alla presente istruttoria, e per il quale, verranno attivate, a completamento dell'attività istruttoria, laddove applicabile, le procedure semplificate previste dal DM 19/03/2001.

1.D.1.10.5 Estinzione con gas inerte o spegnimento con vapore.

A protezione delle varie aree di stabilimento non sono operanti impianti di spegnimento con vapore.

In relazione allo spegnimento con gas inerte, sono invece operanti una serie di impianti di tipo automatico, con segnalazione d'allarme intervento impianto centralizzata in locale presidiato H24, a protezione delle seguenti aree (C.E. Cabina Elettrica, C.O. Centrale Oleodinamica):

- 1) AFO/4 C.E. 1° piano edificio: spegnimento automatico CO₂ sottopavimento e quadri elettrici;
- 2) AFO/4 C.O. macchine di campo: spegnimento CO₂ automatico
- 3) AFO/4 C.O. turboespansore: spegnimento automatico a gas inerte
- 4) ACC COV C.E. lance: spegnimento automatico a gas inerte
- 5) ACC COV C.E. ex pulpito COV: spegnimento automatico a gas inerte
- 6) ACC LF1 trasformatori trafo LF1: spegnimento CO₂ automatico
- 7) ACC LF2 C.E. LF2: spegnimento CO₂ automatico
- 8) ACC LF3 C.E. LF3: spegnimento CO₂ automatico
- 9) ACC LF4 trasformatori sala MT: spegnimento CO₂ automatico
- 10) ACC CC3 C.E. CED: spegnimento automatico a gas inerte
- 11) ACC CC4 trasformatori trafo 1/2: spegnimento CO₂ automatico
- 12) TPP C.O. placca C: spegnimento CO₂ automatico
- 13) TPP C.E. C4 sala quadri PT: spegnimento CO₂ automatico
- 14) STS trasformatori sili coke: spegnimento CO₂ automatico

1.D.1.11 Situazioni di emergenza e relativi piani

1.D.1.11.1 Dislocazione di sale di controllo, uffici, laboratori, apparecchiature principali.

Le sale di controllo dei principali impianti, nonché i maggiori edifici ad uso uffici sono evidenziati nella planimetria riportata in Allegato C1.8.3.

Nello stabilimento le sale di controllo dei vari impianti sono distribuite coerentemente al lay-out degli stessi. Analogamente gli uffici e/i laboratori sono dislocati nei vari reparti. D'altra parte, il collegamento in rete dei sistemi di controllo e supervisione, permette la possibilità di controllare la maggior parte degli impianti da postazioni remote e/o di back up, rendendo ridondanti lei locali da cui poter effettuare una serie di interventi di messa in sicurezza (punto 55 §14 Prot. 7441).

Oltre agli uffici ricavati nei capannoni industriali, come fabbricati fisicamente separati dagli impianti, sono da evidenziare: l'edificio che ospita la Direzione e l'Ufficio Tecnico, la palazzina Uffici e Direzione Acciaieria. l'Edificio Uffici AFO/4, la Sala Controllo AFO/4, la nuova Sala Controllo Batterie in Cokeria.

In merito ai laboratori, sugli impianti sono dislocati alcuni laboratori, generalmente gestiti dalla Qualità di Stabilimento, in cui vengono effettuate analisi metallurgiche su provini e campioni dell'acciaio prodotto durante le varie fasi del processo produttivo.

1.D.1.11.2 Mezzi di comunicazione all'interno dello stabilimento e con l'esterno.

Per le comunicazioni con l'esterno sono disponibili linee telefoniche. Internamente è disponibile una rete telefonica, e sono inoltre previsti telefoni di emergenza. I vari responsabili comunicano per mezzo di telefoni cellulari collegati alla rete aziendale. Gli addetti del servizio di vigilanza e delle squadre di emergenza hanno in dotazione ricetrasmittenti portatili. I mezzi di comunicazione rimangono in funzione anche in caso di emergenza.

1.D.1.11.3 Ubicazione dei servizi di emergenza e degli eventuali presidi sanitari previsti.

Fra i principali servizi di emergenza di stabilimento è da evidenziare la caserma dei VVF di stabilimento, dove sono mantenute le attrezzature ed i presidi di emergenza in dotazione. I presidi sanitari di stabilimento includono l'infermeria, presidiata H24, ubicata presso l'edificio Direzione, avente in dotazione un'autoambulanza attrezzata per il primo soccorso, guidata da un addetto della vigilanza, pronta ad intervenire per il trasporto d'urgenza in ospedale laddove fosse necessario. Le suddette strutture di emergenza sono evidenziate nella planimetria in Allegato C1.8.3.

1.D.1.11.4 Programma di addestramento per gli operatori e gli addetti all'attuazione dei piani di emergenza interni.

Per gli addetti alla gestione degli impianti sono effettuati corsi di formazione ed informazione sulla base delle mansioni, sia in occasione di modifiche d'impianto che di variazione delle modalità di conduzione degli stessi.

Per il personale del Sistema di Emergenza sono periodicamente effettuati corsi di addestramento (lotta antincendio e primo soccorso), oltre ad esercitazioni periodiche.

La formazione è svolta in aula, per un addestramento teorico, e sul campo, per la messa in pratica delle attività connesse al piano di emergenza.

1.D.1.11.5 Vie di fuga ed uscite di sicurezza in caso di emergenza.

La complessità e l'estensione dello stabilimento è tale da assicurare, nella stragrande maggioranza dei casi, più vie di fuga da una stessa posizione d'impianto. La disposizione delle stesse è segnalata nelle varie aree mediante cartellonistica di legge.

Va comunque evidenziato che, la maggior parte delle attività sono effettuate in ambienti che hanno caratteristiche vicine a quelle di un "ambiente all'aperto", riducendo così gli aspetti critici solitamente connessi alla fuga in emergenza.

1.D.1.11.6 Piano di emergenza interno ed informazioni necessarie per l'approntamento dei piani di emergenza esterni.

Lo stabilimento è dotato di un Piano di Emergenza Interno nel quale è codificata l'attività del personale addetto nel caso in cui si verificano emergenze all'interno dello stabilimento.

In relazione alla notevole estensione dello stabilimento, ed all'esigenza che i mezzi di soccorso devono poter raggiungere il luogo dell'evento nel tempo più breve senza possibilità di errori, sono state formalizzate particolari attività e pratiche che oltre a coinvolgere gli addetti ai servizi di soccorso, interessano tutto il personale dello stabilimento (punto 57 §14 Prot. 7441).

Tra le più significative si segnalano (si veda l'Allegato D1.11.6):

- la mappatura dello stabilimento con la individuazione di posti definiti "posti di attesa" dove convergere con i mezzi di soccorso in caso di necessità, ed essere accompagnati dagli addetti dell'impianto sul luogo di intervento, nonché l'installazione su tutti i telefoni di appositi cartelli con l'indicazione dei numeri telefonici di pronto intervento. Dell'iniziativa, oltre i richiami periodici, è informato tutto il personale.

- Installazione di telefoni di emergenza che assicurano il collegamento diretto e immediato della Caserma VVF aziendale e dell’Infermeria con le quattro postazioni dei servizi ferroviari, per evitare che, in caso di emergenza, i mezzi di soccorso possano trovare gli attraversamenti bloccati in transito o in manovra.

Con riferimento alle informazioni per i piani di emergenza esterna, stante il presente aggiornamento del Rapporto di Sicurezza, le stesse informazioni, già fornite alla Prefettura di Livorno a cavallo del 2002-2003, a completamento della presente attività di integrazione, saranno trasmesse in forma aggiornata. Analogamente, il Piano di Emergenza Interno di Stabilimento è al momento oggetto di una verifica generale ed aggiornamento per tenere conto di quanto emerso nel corso della presente attività di analisi.

1.D.1.11.7 Responsabile per la sicurezza, personale abilitato ad attuare i piani di emergenza interni e ad avvertire le autorità competenti per l'attuazione dei piani di emergenza esterni.

Il Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione (RSPP) che è anche il Responsabile del Sistema di Gestione della Sicurezza (RSGS) di Stabilimento (implementato ai sensi dell’art. 7 D. Lgs. 334/99) è il **Sig. Luigino PLACIDI**.

Responsabile dell’esercizio degli impianti è l’**Ing. Giuseppe MANCANO**, Direttore di Stabilimento, Gestore dello stabilimento LUCCHINI di Piombino.

Coerentemente all’organizzazione del Sistema di Emergenza aziendale, i preposti ed il responsabile d’impianto sono abilitati all’attuazione del PEI di stabilimento. Le comunicazioni con gli Enti Esterni e le Autorità per l’attuazione del PEE sono compito del Direttore di Stabilimento, **Ing. Giuseppe MANCANO** o dell’addetto alle Relazioni Esterne del Gruppo LUCCHINI, **Dr. Francesco SEMINO**.

1.E.1 Impianti di trattamento, smaltimento e abbattimento

1.E.1.1 Trattamento e depurazione reflui

Ciascuno degli impianti di stabilimento, in relazione ai reflui prodotti è dotato di sistemi di trattamento e abbattimento facenti parte del ciclo di evacuazione dei residui solidi, gassosi o liquidi per diminuirne quantitativamente l’impatto sull’ambiente esterno. Tali presidi ecologici sono operanti per i vari impianti di stabilimento (acciaieria, altoforno, cokeria, treni di laminazione), unitamente al sistema fognario di stabilimento ed ai relativi presidi di trattamento.

In tale ambito sono da inquadrare i principali impianti di abbattimento polveri, operanti per:

- a. trattamento fumi primari acciaieria, impianto LT
- b. abbattimento polveri fumi secondari acciaieria, con filtro a maniche
- c. abbattimento polveri fumi sfornamento cokeria, con filtro a maniche
- d. abbattimento polveri fumi macchina a colare e REDMSELT NST
- e. abbattimento polveri corrente di veicolazione fossile ad impianto di macinazione AFO/4.

1.E.1.1.1 Impianti di trattamento e depurazione dei reflui installati.

Il ciclo produttivo di stabilimento non è caratterizzato da produzione significativa di reflui liquidi, essendo l’uso di acqua negli impianti principalmente legato alla funzione di “raffreddamento”.

L’acqua utilizzata per funzioni di processo opera in impianti a circuito chiuso, con trattamento della stessa e reintegro. Gli eventuali fanghi e/o particelle separate, dopo trattamento vengono, in base alla loro tipologia, gestite come rifiuto.

In tale tipologia di impianti rientrano, ad esempio, l'impianto di trattamento acqua di raffreddamento Bocca PW dell'AFO/4, l'impianto di trattamento acqua da granulazione loppa AFO/4, l'impianto di recupero fanghi e acqua di riciclo della depurazione ad umido del gas AFO (chiarificatori). Analogamente, in acciaieria (colate continue) e nei treni di laminazione, le acque di raffreddamento vengono utilizzate in ciclo chiuso, con separazione e recupero della scaglia.

Impianto sottoprodotti ed ecologico della cokeria

Le acque di processo utilizzate in cokeria per il raffreddamento nel bariletto del gas coke prodotto, da cui viene separato il catrame, vengono riutilizzate all'interno di un ciclo chiuso; tuttavia, a causa dell'umidità intrinseca del fossile si crea un eccesso che tracima dal cassone di pompaggio e, dopo una decantazione preliminare per l'eliminazione del catrame, va al trattamento nell'impianto ecologico prima dello scarico per l'eliminazione di cianuri, fenoli e ammoniaca.

I reflui catramosi dopo essere stati separati dal gas nel mammellone, confluiscono inizialmente in un preseparatore, in cui un raschiatore rimuove il polverino, successivamente in un tamburo rotante a maglie d'acciaio per trattenere ulteriori particelle ed infine sono immessi da un piatto diffusore in un decantatore dove il catrame si deposita mentre le acque chiarificate sfiorano e confluiscono in un cassone di pompaggio. Il polverino proveniente dal preseparatore e dal silo è trattato nell'impianto melme catramose dove è macinato per essere riutilizzato in miscela con il fossile nella carica dei forni.

I reflui dopo essere passati attraverso filtri a sabbia arrivano all'impianto che è costituito da un silo impaccato di carboni attivi utilizzato per il defenolaggio e la riduzione dei cianuri, e da un forno per la combustione dei vapori ammoniacali strippati dai reflui basificati con sodio carbonato; al fine di minimizzare la formazione degli NO_x la temperatura della combustione è mantenuta intorno a 1150°C. I carboni attivi vengono rigenerati a 800 °C in un fornello a metano dotato di postcombustore.

Il trattamento gas COK grezzo dopo un ulteriore raffreddamento nelle torri di refrigerazione (fino a 22 °C) dà luogo a condensazione dei residui di composti che si trovano sotto forma di vapore, e si realizza, di conseguenza, una ulteriore contrazione del volume. Il gas in uscita dalle torri trascina con sé particelle di catrame che vengono eliminate in filtri elettrostatici, che lavorano in parallelo e contribuiscono a separare le particelle più fini di nebbie catramose, quest'ultime sono raccolte in pozzini di decantazione e quindi stoccate nei depositi di catrame.

Il catrame eliminato dal gas viene inviato ai separatori catrame. Eventuali impurità residue sono raccolte prima e dopo gli estrattori in appositi contenitori con guardia idraulica, convogliate per gravità in un serbatoio e, a mezzo pompe, inviate ai separatori catrame.

La rete fognaria di stabilimento è collegata a n. 5 scarichi industriali che recapitano a mare.

I punti di scarico a mare dei rami di fognatura di stabilimento definiti come "Fogna 1" e "Fogna 2-3" hanno una vasca di calma come ultimo presidio d'emergenza in caso di sversamenti di sostanze inquinanti nella rete fognaria e per la decantazione dei materiali sedimentabili.

La "Fogna 6" ha invece una vasca di disoleazione atta a contenere eventuali perdite di oli dai laminatoi e ad evitare che questi vengano scaricati a mare.

Il prospetto di riepilogo è riportato nella Tabella seguente.

| Scarico | Durata | Note |
|----------------|---------------|---|
| FOGNA 1 | Continuo | Esiste un misuratore in continuo di pH e temperatura Allo scarico c'è una vasca di calma |
| FOGNA 2-3 | Continuo | Esiste un misuratore in continuo di pH e temperatura Allo scarico c'è una vasca di calma |
| FOGNA 4 | Non attivo | |

| | | |
|---------|----------|---|
| FOGNA 5 | Continuo | Esiste un misuratore in continuo di pH e temperatura |
| FOGNA 6 | Continuo | Esiste un misuratore in continuo di pH e temperatura Allo scarico esiste una vasca di disoleazione |

Il monitoraggio di vari parametri viene generalmente effettuato con cadenza settimanale o giornaliera, secondo quanto previsto dalle autorizzazioni.

1.E.1.1.2 Planimetria della rete fognaria e relazione con i corsi d'acqua, indicando se tale rete è separata da quella di evacuazione delle acque piovane.

La rete fognaria di Stabilimento è di tipo misto e raccoglie i reflui civili, i reflui industriali, parte delle acque di raffreddamento e le acque meteoriche degli impianti e di parte dei piazzali.

Le acque di spegnimento antincendio utilizzano la rete fognaria di stabilimento ed i sistemi di separazione di cui essa è dotata, non essendovi la possibilità di raccogliere separatamente i reflui dello spegnimento di un eventuale incendio (punto 59 §14 Prot. 7441).

La planimetria della rete fognaria è riportata nella Tavola 1 in Allegato E1.1.2.

Gli scarichi industriali sono autorizzati con Determinazione Dirigenziale della Provincia n. 99 del 26 Luglio 1997 con validità di 4 anni, volturata nel 1999 a seguito del cambiamento della ragione sociale. Nel Luglio 2000 l'Azienda ha presentato domanda di rinnovo dell'autorizzazione agli scarichi industriali ai sensi del D. Lgs. n. 152/99.

La Fogna 4 è scollegata dalla rete fognaria di Stabilimento e lo scarico, inattivo, non è in esercizio; allo scarico confluiscono comunque le acque meteoriche dell'area soprastante il ramo della fogna.

1.E.1.2 Smaltimento e stoccaggio rifiuti

1.E.1.2.2 Autorizzazioni per l'eventuale stoccaggio provvisorio di rifiuti tossici e nocivi.

Data la complessità del ciclo produttivo e poiché la natura dei materiali di risulta ne consente sovente il riutilizzo, diretto o dopo opportuno trattamento, nel ciclo siderurgico stesso o in altre attività ausiliarie, molte sostanze e materiali secondari prodotti durante specifiche fasi del ciclo diventano "materie prime seconde" e non sono quindi da includere nella definizione di rifiuto, in quanto non vi è la volontà di disfarsene e costituiscono ulteriore fonte di ricavo per l'Azienda, e poiché possono essere reimpiegati senza l'obbligo di assoggettarli alla disciplina del Decreto Ronchi.

A questo deve inoltre aggiungersi che il continuo ammodernamento e revisione dei processi in passato ha fatto sì che alcuni materiali, che l'Azienda gestiva come rifiuti e conferiva quindi per il recupero o lo smaltimento, siano ora riutilizzati internamente al ciclo e quindi non rientrino più nella definizione di rifiuto.

A seconda della tipologia di rifiuti la destinazione può essere il recupero, come per le scaglie di laminazione, o lo smaltimento. In tale ambito operano gli impianti di produzione di bricchette, riutilizzate all'interno del ciclo produttivo, nonché deve essere inquadrato l'innovativo impianto REDMESLT NST, sperimentazione di un ciclo che permetta il recupero di polveri fini ed altri residui per la produzione di ghisa.

Per i dettagli relativi alla gestione delle varie tipologie di rifiuti si rimanda al Piano Rifiuti di Stabilimento.

La Lucchini S.p.A. è stata autorizzata dalla Provincia di Livorno con Atto Dirigenziale 19/7N del 16.05.2000 all'esercizio del I lotto della discarica controllata di categoria 2B posta all'interno del perimetro aziendale per lo smaltimento dei seguenti rifiuti speciali:

| | |
|--------------|---|
| CER 01 03 02 | Rifiuti derivati dal trattamento dei minerali metalliferi |
| CER 10 02 01 | Rifiuti della trasformazione delle scorie |
| CER 10 02 02 | Scorie non trasformate |
| CER 10 02 03 | Rifiuti solidi derivanti dal trattamento dei fumi |
| CER 10 02 04 | Fanghi derivanti dal trattamento dei fumi |
| CER 10 02 05 | Altri fanghi |
| CER 10 02 99 | Altri rifiuti non specificati altrimenti |

La discarica, la cui gestione è dell'ASIU S.p.A. (Azienda Servizi Igiene Urbana di Piombino), è autorizzata a ricevere fino a 55.000 ton/anno di rifiuti speciali provenienti esclusivamente dallo Stabilimento, mentre la quota eccedente di rifiuti deve essere conferita alla discarica di Piombino-Ischia di Crociano.

Nella seguente Tabella si riportano le tipologie ed i quantitativi di rifiuti gestiti in stabilimento nel periodo 2001-2002.

| RIFIUTI | | | |
|---|------------|------------------------|------------------------|
| Rifiuto | Codice CER | Quantitativi 2001 (kg) | Quantitativi 2002 (kg) |
| ALTRI CATRAMI | 050108 | 3.600 | |
| RIFIUTO DELLA TRASFORMAZIONE DELLE SCORIE | 100201 | 17.624.427 | 1.206.150 |
| SCORIE NON TRASFORMATE | 100202 | 23.388.480 | 28.146.840 |
| RIFIUTI SOLIDI DERIVANTI DAL TRATTAMENTO FUMI | 100203 | 17.128.198 | |
| FANGHI DERIVANTI DAL TRATTAMENTO DEI FUMI | 100204 | 53.494.911 | |
| ALTRI FANGHI | 100205 | 2.264.610 | |
| RIVESTIMENTI E REFRATTARI INUTILIZZABILI | 100206 | 2.279.100 | |
| RIFIUTI PRODOTTI DAL TRATTAMENTO FUMI DIVERSI DA 100207 | 100208 | | 20.157.156 |
| SCAGLIE DI LAMINAZIONE (EX120101) | 100210 | | 7.171.820 |
| FANGHI E RESIDUI DI FILTRAZIONE DA TRATTAMENTO | 100214 | | 28.699.270 |
| ALTRI FANGHI E RESIDUI DI FILTRAZIONE | 100215 | | 4.337.440 |
| ALTRI RIFIUTI NON SPECIFICATI ALTRIMENTI | 100299 | | 1.908.980 |
| LIMATURA SCAGLIE E POLVERI DI METALLI FERROSI | 120101 | 19.083.141 | 2.838.460 |
| EMULSIONI NON CLORULATE | 130105 | | 119.840 |
| OLI ESAURITI DA MOTORI ED INGRANAGGI | 130203 | 113.100 | |
| ALTRI OLI PER MOTORI INGRANAGGI E LUBRIFICAZIONE | 130208 | | 156.800 |
| OLI ISOLANTI E TERMOCONDUTTORI CONTENENTI PCB | 130301 | 3.360 | |
| FANGHI DI PRODOTTI DI SEPARAZIONE OLIO E ACQUA | 130502 | | 12.880 |
| ALTRE EMULSIONI | 130505 | 93.920 | |
| ALTRI RIFIUTI OLEOSI NON SPECIFICATI ALTRIMENTI | 130601 | 29.080 | |
| IMBALLAGGI IN LEGNO | 150103 | 161.720 | 130.900 |
| IMBALLAGGI METALLICI | 150104 | 10.796 | |
| IMBALLAGGI IN MATERIALI MISTI | 150106 | 8.780 | 76.160 |
| ASSORBENTI MATERIALI FILTRANTI STRACCI INDUMENTI | 150201 | 1.880 | |
| ASSORBENTI, MATERIALI FILTRANTI, STRACCI E INDUMENTI | 150203 | | 9.980 |
| TRASFORMATORI E CONDENSATORI CON PCB E PCT | 160201 | 23.040 | |
| VEICOLI FUORI USO | 160104 | | 121.080 |
| RIFIUTI DELLA DEMOLIZIONE DEI VEICOLI | 160208 | 215.160 | |
| TRASFORMATORI E CONDENSATORI CONTENENTI PCB | 160209 | | 11.000 |
| PRODOTTI FUORI SPECIFICA INORGANICI | 160301 | 23.660 | |

| | | | |
|---|--------|-----------|-----------|
| PRODOTTI FUORI SPECIFICA INORGANICI EX 160301 | 160304 | | 34.280 |
| ACCUMULATORI AL PIOMBO | 160601 | 3.960 | 5.900 |
| ALTRI RIVESTIMENTI E MATERIALI REFRATTARI PROVENIENTI DA LAVORAZIONI METALLURGICHE | 161104 | | 2.162.530 |
| MATERIALI DI COSTRUZIONE A BASE DI AMIANTO | 170105 | 240 | |
| LEGNO | 170201 | | 27.520 |
| METALLI MISTI | 170407 | 127.440 | 245.640 |
| MATERIALI ISOLANTI CONTENENTI AMIANTO | 170601 | | 6.880 |
| RIFIUTI MISTI DA DEMOLIZIONI E COSTRUZIONI | 170904 | | 7.331.910 |
| ALTRI MATERIALI ISOLANTI | 170602 | 7.340 | |
| RIFIUTI SANITARI PERICOLOSI A RISCHIO INFETTIVO | 180103 | 45 | 70 |
| FANGO TRATTAMENTO ACQUE REFLUE INDUSTRIALI | 190804 | 3.755.570 | 24.300 |

La discarica interna è costituita da tre lotti:

- I lotto: capacità ricettiva di 159.000 tonnellate,
 II lotto: capacità ricettiva di 194.000 tonnellate,
 III lotto: capacità ricettiva di 177.000 tonnellate.

Il progetto della discarica nella sua completezza è stato autorizzato con Determinazione Dirigenziale n. 46 del 04.06.1998. A completamento della capacità ricettiva del I lotto, recentemente avvenuto, l'Azienda è stata autorizzata utilizzare all'esercizio del II lotto con Atto Dirigenziale n. 187 del 18.09.2003, rilasciato dalla Provincia di Livorno.

La discarica realizzata con un sistema a vasca dotata di arginatura perimetrale è stata costruita in modo tale da garantire la salvaguardia dell'ambiente e del territorio nel seguente modo:

- il fondo della vasca è ampiamente al di sopra della falda acquifera;
- impermeabilizzazione delle pareti mediante una geomembrana bentoninica e teli in polietilene ad alta densità ancorati con miscele inerti catalizzanti; il doppio strato di teli, di cui uno a contatto con le pareti e l'altro con il materiale, garantisce resistenza alla pressione ed all'aggressione chimica del percolato;
- impermeabilizzazione del fondo con vari strati di miscela catalizzata, teli in polietilene, geomembrana bentoninica, loppa e geotessile;
- costruzione sul fondo di un sistema di raccolta e drenaggio delle acque di dilavamento dei materiali della discarica con convogliamento ad un pozzo che rilancia il percolato ad una cisterna di stoccaggio temporaneo prima del conferimento del refluo come rifiuto.

Una volta raggiunta la capacità ricettiva dei rifiuti la discarica verrà dismessa e sottoposta a messa in sicurezza permanente mediante sigillatura dei materiali con copertura drenante e impermeabilizzate atte a contenere il formarsi del percolato; si effettuerà inoltre il ripristino ambientale mediante inerbimento delle scarpate e della copertura e piantumazione di siepi e cespugli sulla copertura. La discarica è inoltre dotata di un'area di arrivo automezzi e di stoccaggio differenziato dei rifiuti che vengono pesati in entrata; inoltre vi sono tutti i servizi necessari per assicurare l'esercizio con continuità e senza rischi per l'ambiente.

1.E.1.3 Abbattimento effluenti gassosi

Il quadro riassuntivo delle emissioni gassose dello stabilimento è riportato nell'Allegato E1.3.

1.E.1.3.1 Impianti di abbattimento degli effluenti gassosi eventualmente installati

Impianto sottoprodotti ed ecologico della cokeria

Il ciclo di trattamento gas COK prevede, il passaggio nell'impianto di depurazione del gas da naftalina, nel nuovo impianto DeSO_x/DeNO_x (abbattimento dell'H₂S e controllo tenore di NO_x), con produzione di ossidi solfiti dallo spurgo proveniente dalla sezione di lavaggio fumi.

Un sistema di desaturazione dei gas combustibili, composto di tre sezioni principali, completerà il trattamento gas attraverso:

- ✓ ossidazione termica;
- ✓ lavaggio gas;
- ✓ ossidazione solfiti.

Ossidazione termica. L'impianto è finalizzato alla completa ossidazione termica della corrente gassosa proveniente dallo stripping con vapore delle acque ammoniacali e di supero bariletto.

L'unità pre-esistente è costituita da due forni dotati di bruciatore a tiraggio forzato. L'aria di combustione necessaria viene fornita da un ventilatore ed inviata al bruciatore. I prodotti della combustione vengono quindi immessi in una camera di post-combustione orizzontale, dove vengono mantenuti per un tempo prefissato alla temperatura di ossidazione termica prevista.

I fumi in uscita dalla camera di post-combustione sono inviati ad una sezione di recupero calore costituita da uno scambiatore fumi/fumi e da componenti ausiliari. I fumi quindi sono convogliati alla sezione d'abbattimento dell'anidride solforosa con soda caustica, e successiva riduzione di NO_x nei fumi mediante iniezione di urea, dosata in quantità adeguata.

Lavaggio gas. La sezione di lavaggio gas di combustione è costituita da due apparecchiature principali, ovvero, (1) il saturatore della corrente di gas trattato, (2) la colonna di rimozione SO₂ ed apparecchiature annesse.

Il raffreddamento e la saturazione del gas sono ottenuti per contatto diretto con soluzione sodica alla base della colonna di assorbimento dell'anidride solforosa. Il gas uscente dalla sezione è saturo e desolfurato.

Ossidazione solfiti. Un sistema di ossidazione batch effettua il trattamento della soluzione esausta proveniente dai lavatori SO_x, ossidando il solfito di sodio a solfato, così completando il ciclo di trattamento di desolforazione del gas COK.

Trattamento fumi acciaieria

Impianto trattamento fumi primari

Il recente rifacimento dell'impianto di trattamento dei fumi primari dell'acciaieria (fumi che si originano durante la fase di soffiaggio dei convertitori) è il frutto di un importante investimento aziendale che ha consentito di sostituire il precedente trattamento a umido dei fumi, che originava una notevole quantità di fanghi non facilmente gestibili, con un impianto a recupero energetico e un trattamento a secco che consente di ottenere delle polveri riutilizzabili nel ciclo siderurgico.

I fumi primari contengono particelle di dimensioni variabili composte principalmente da ferro non ossidato, ossido di ferro e piccole percentuali di zinco e piombo.

Ciascuno dei 3 convertitori ha una propria linea di convogliamento con una portata dei fumi di 67400 m³/h, che passano prima in un sistema a scambio di calore che consente di produrre vapore in caldaia inviato nella rete vapore di stabilimento; dopo la caldaia c'è un ulteriore raffreddamento forzato dei fumi con iniezione di acqua e vapore nebulizzato e passaggio nel tratto a gomito del raffreddatore ad evaporazione, che consente il primo abbattimento delle particelle più pesanti (polveri grossolane).

L'abbattimento delle polveri più leggere viene effettuato nell'elettrofiltro; le polveri fini, unitamente a quelle grossolane, sono recuperate nell'impianto di bricchettaggio polveri di acciaieria, che produce bricchette per la carica nei convertitori.

I fumi così trattati, con tenore variabile di CO, costituiscono il gas di acciaieria LD, e sono bruciati in fiaccola quando il tenore dello stesso è basso, mentre, con tenore di CO elevato, sono recuperati ed inviati, mediante rete dedicata, alla centrale CET-PIO della ELETTRA GLL.

Impianto trattamento fumi secondari

Tale impianto è preposto al trattamento dei fumi secondari dei convertitori (fumi delle fasi di carica, spillaggio e scorifica) e di alcune altre lavorazioni a caldo dell'acciaiera, quali le postazioni di versamento della ghisa dal carro siluro in siviera, la desolforazione della ghisa, le postazioni di raspatura della ghisa e le postazioni di preriscaldamento siviere; l'impianto è dimensionato per trattare una portata di 1.600.000 m³/h. I fumi sono convogliati in un condotto dove subiscono un primo abbattimento in un ciclone orizzontale e poi si completa la depurazione con la filtrazione in un sistema a filtri a maniche, avente una superficie filtrante complessiva di 16.000 m².

Impianto depolverazione additivi e ferroleghie

L'impianto permette di evitare che si produca polverosità nelle operazioni di stoccaggio, manipolazione e trasporto degli additivi e delle ferroleghie aggiunti nel convertitore. Tali operazioni sono poste sotto aspirazione e l'aria captata viene inviata ad un filtro a maniche prima di essere immessa in atmosfera. Le polveri captate dai filtri a maniche costituiscono il rifiuto dell'operazione di depurazione dei fumi e vengono raccolte in cassoni multibenna.

Impianti fumi LF

Ciascun impianto LF di trattamento dell'acciaio fuori forno ha la propria linea di trattamento costituita da un abbattitore inerziale di tipo ciclonico e da un filtro a maniche.

Depurazione gas e trattamento fumi campi colata altoforno

Impianto depurazione gas AFO

La corrente gassosa in uscita dall'altoforno passa in una sacca a polvere in cui si ha l'abbattimento inerziale delle polveri di maggior dimensione, dette PAF, avviate al recupero nell'impianto bricchettaggio altoforno che produce cubetti di 5 cm, successivamente caricate nello stesso altoforno AFO/4.

Il gas viene successivamente depurato in una torre di lavaggio a due stadi dove è fatto gorgogliare in un due letti d'acqua a ciclo chiuso che trattengono le polveri più fini. Il fango formatosi viene trattato in un chiarificatore circolare che reintegra nella torre l'acqua chiarificata e manda i fanghi ad un ispessitore circolare. Nell'ispessitore i fanghi sono ulteriormente concentrati prima di essere inviati alla filtropressa mentre l'acqua chiarificata è riutilizzata nella torre di lavaggio.

Impianto fumi campi colata AFO

I fumi aspirati dai campi di colata dell'altoforno sono trattati in un impianto a maniche avente una portata di 700.000 m³/h.

Le polveri abbattute, non potendo essere recuperate nel bricchettaggio poiché troppo fini, sono raccolte in una vasca, con trattamento dei fanghi in vasche di decantazione, da cui da una parte si ottiene il fango (stoccato insieme al fango della depurazione gas) e successivamente smaltito, dall'altra si ottiene acqua chiarificata che è convogliata alla pubblica fognatura.

1.F.1 Misure Assicurative e di garanzia per i rischi

Nello stabilimento sono stipulate idonee coperture assicurative a garanzia:

1. di tutti i danni alle cose di natura materiale e diretta;
2. di quanto la Società sia tenuta a rispondere, quale civilmente responsabile, a titolo di risarcimento per danni cagionati a terze persone o prestatori di lavoro;
3. dei danni cagionati alle persone, alle cose, agli animali, alle colture, ai terreni e alle acque da inquinamento dell'ambiente.

La società è coperta da polizza stipulata a livello di Gruppo LUCCHINI per il rischio di responsabilità civile con copertura per responsabilità verso terzi e con copertura per responsabilità verso i dipendenti, oltre a polizza di tipo "global risks".

Allegato A1.2.1

Tavola 1: Corografia della zona in scala 1:25.000

Allegato A1.2.2

Tavola 1 Planimetria generale stabilimento (1:5000).

Tavola 2 Planimetria generale stabilimento (1:5000).

Tavola 3: Planimetria stabilimento (1:2000): acciaieria, altoforno e cokeria

Tavola 4: Planimetria stabilimento (1:2000): area laminazione e magazzino generale

Tavola 5: Planimetria generale (1:1000): rete di distribuzione gas AFO e gas COK

Tavola 6: Planimetria (1:1000): rete gas metano area “vecchi impianti”

Tavola 7: Planimetria (1:1000): rete gas metano area “nuovi impianti”

Tavola 8: Planimetria generale (1:1000): rete distribuzione ossigeno

Tavola 9: Planimetria (1:2000): rete gas LD

Tavola 10: Planimetria (1:2000): area ghisa con altoforno AFO/4 e macchina a colare

Tavola 11: Rete infrastrutture: linea ferroviaria

Allegato A1.2.3

- Tavola 1: Planimetria generale della cokeria
- Tavola 2: Planimetria generale area batteria 45 forni
- Tavola 3: Planimetria area sottoprodotti (unità rimozione naftalina)
- Tavola 4: Planimetria area sottoprodotti (unità DeSOx e DeNOx)
- Tavola 5: Sezione della batteria 27 forni
- Tavola 6: Sezione della batteria 45 forni
- Tavola 7: Pianta e sezione del gasometro di polmonazione della rete gas COK
- Tavola 8: Pianta e sezione del gasometro di polmonazione della rete gas AFO
- Tavola 9: Pianta e sezione del gasometro di polmonazione della rete gas LD
- Tavola 10: Planimetria dell'altoforno AFO/4 e dei suoi ausiliari
- Tavola 11: Sezione trasversale dell'altoforno AFO/4 e dei suoi ausiliari
- Tavola 12: Planimetria generale dell'Acciaieria
- Tavola 13: Planimetria generale impianto REDSMELT NST
- Tavola 14: Planimetria generale turbo espansore
- Tavola 15: Planimetria zona torcia gas COK

Allegato B1.1.1

Organigramma LUCCHINI

Allegato B1.2.1.3

Tavola 1: P&I generale impianto sottoprodotti di cokeria

Tavola 2: Refrigerazione primaria gas di cokeria

Tavola 3: P&I sottoprodotti di cokeria. Lavaggio ammoniacca

Tavola 4: P&I sottoprodotti di cokeria. Distillatori ammoniacca

Tavola 5: P&I batteria 45F

Tavola 6: P&I impianto REDSMELT NST

Allegato B1.2.1.4

Tavola 1: Planimetria generale

Tavola 2: Layout impianto. Percorsi tubazioni

Tavola 3: Materie prime. Fabbricato vagliatura coke

Tavola 4: Materie prime. Edificio sili e vagliatura

Tavola 5: Tramogge pesatrici e taratura.

Tavola 6: Macinazione: sez. AA

Tavola 7: Macinazione: sez BB-CC-DD

Tavola 8: P&I impianto iniezione fossile

Tavola 9: Schema di principio per circuito acqua chiuso

Tavola 10: Altoforno

Tavola 11: Altoforno

Tavola 12: Altoforno

Tavola 13: Torre di depurazione gas AFO4: pianta

Tavola 14: Torre di depurazione gas AFO4: vista

Tavola 15: Torre di depurazione gas AFO4: schema funzionale

Tavola 16: Impianto aspirazione fumi secondari da macchina a colare

Allegato B1.2.1.5

Tavola 1: Tubazione gas CO - Percorso raffreddatore/gasometro

Tavola 2: Linea gas CO al gasometro. Schema di processo strumentato

Tavola 3: Area raffreddatore Lurgi

Tavola 4: Colata continua 1

Tavola 5: Colata continua 2

Tavola 6: Colata continua 3

Tavola 7: Colata continua 4

Allegato B1.2.1.6

Tavola 1: Treno medio piccolo

Tavola 2: Treno vergella

Tavola 3: Treno rotaie ed angolari

Allegato B1.2.1.7

Tavola 1: Rete distribuzione energia elettrica

Tavola 2: P&I torcia gas di cokeria

Tavola 3: Planimetria di stabilimento. Metano e acqua industriale.

Tavola 4: Planimetria generale. Acqua di mare

Tavola 5: Tracciato linea LDG: area 1

Tavola 6: Tracciato linea LDG: area 2

Tavola 7: Tracciato linea LDG: area 3

Tavola 8: Tracciato linea LDG: area 4

Tavola 9: Tracciato linea LDG: area 5

Tavola 10: Linea AFO

Tavola 11: Layout generale nuova stazione “ex Boldrocchi”

Allegato B1.2.1.8

Tavola 1: Magazzino centralizzato

Allegato B1.2.6

Scheda di sicurezza gas di cokeria (COK)
Scheda di sicurezza gas d'altoforno (AFO)
Scheda di sicurezza gas d'acciaieria (LD)
Scheda di sicurezza catrame
Scheda di sicurezza ossigeno
Scheda di sicurezza metano
Scheda di sicurezza benzina senza piombo
Scheda di sicurezza gasolio
Scheda di sicurezza acetilene

Allegato B1.2.6.1

Informazioni aggiuntive e classificazione sostanze e preparati pericolosi prodotti nello stabilimento

Allegato B1.2.6.3

Elenco apparecchi con PCB nello stabilimento (Dicembre 2002)

Allegato B1.3

Schema suddivisione unità

Allegato B1.3.1

Schede metodo ad indici

Allegato C1.1.2

Schede di sintesi consultazione banche dati incidenti

Allegato C1.3.1

Dati meteorologici area di Piombino

Allegato C1.3.2

Dati perturbazioni geofisiche

Allegato C1.5.1

Analisi dei rischi: Identificazione degli eventi incidentali

Allegato C1.5.3

Bilancio energetico

Allegato C1.6

Analisi dei rischi: Stima delle conseguenze degli incidenti

Allegato C1.6.1

Planimetrie con estensione aree di danno

Allegato C1.8.3

Planimetria scarichi funzionali, ubicazione sale controllo e strutture emergenza

Allegato C1.8.10

Pagine principali dei sinottici di impianto:

1. Area altoforno
2. Schema alimentazioni sistema di inversione batteria 27 forni
3. Allarmi gasometro AFO
4. Area convertitori.

Allegato C1.9

Elenco impianti di rivelazione fumo e/o spegnimento ad acqua

Allegato D1.10.1

Tavola 1: Planimetria ubicazione idranti vecchi impianti

Tavola 2: Planimetria ubicazione idranti nuovi impianti

Allegato D1.11.6

Planimetrie PEI di stabilimento

Allegato E1.1.2

Tavola 1: Planimetria rete fognaria

Allegato E1.3

Quadro riassuntivo emissioni gassose di stabilimento

Allegato E2.1

Politica di prevenzione rischi di incidenti rilevanti