

IMPIANTO DI COMPOSTAGGIO DI TREVIGNANO



REALIZZAZIONE DEL COMPARTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA E UPGRADING PER LA PRODUZIONE DI BIOMETANO

STUDIO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA C.I.G.: 7988540FBD

Committente: Contarina S.p.A. Via Vittorio Veneto, 6 31027 Lovadina di Spresiano (TV)		Progettista:  ambiente s.p.a. ingegneria consulenza laboratori <i>per l'ambiente</i>			
0.0	18/12/2019	M. Betti	F. Seni M. Martella	L. Bianchi	Prima emissione
REV.	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DESCRIZIONE
Codice elaborato: DOC 2.5		Titolo elaborato: RELAZIONE IMPIANTI ELETTRICI E AUTOMAZIONE			

1. INTRODUZIONE	5
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	6
2.1. Generalità.....	6
2.2. Norme giuridiche	6
2.3. Norme tecniche	6
2.4. Disposizioni legislative nel settore elettrico.....	7
2.5. La normativa tecnica	8
2.6. Marcatura CE e marchi di conformità.....	11
3. IMPIANTO ELETTRICO – STATO ATTUALE	12
4. IMPIANTO ELETTRICO – STATO DI PROGETTO	13
4.1. Ambienti classificati a rischio esplosione	16
4.1.1. Ambiente A1 – Digestore	16
4.1.2. Ambiente A2 – Area purificazione biogas e upgrading.....	17
4.1.3. Ambiente A3 – Cogeneratore.....	18
4.1.4. Ambiente A4 – Torcia biogas	18
4.1.5. Ambiente A5 – Centrale termica	19
4.1.6. Ambiente A6 - Cabina compressione	19
4.1.7. Ambiente A7 – Impianto liquefazione	20
4.1.8. Impianto di terra	20
4.2. Impianto di protezione dalle scariche atmosferiche LPS	20
5. INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBIENTI E GRADI DI PROTEZIONE	21
5.1. Luoghi umidi o bagnati, dove si eseguono processi produttivi	21
5.2. Luoghi ordinari	21
5.3. Luoghi a maggior rischio elettrico	21
5.3.1. Prescrizioni elettriche adottate.....	22
5.4. Ambienti esterni con presenza di condensa o umidità.....	22
5.5. Gradi di protezione meccanica delle apparecchiature e dei materiali ...	22
5.6. 8. Ambienti a rischio di esplosione	22
5.6.1. Gruppi delle costruzioni elettriche	22
5.6.2. Prodotti del gruppo II	23
5.6.3. Relazione elazione tra EPL e categorie per gruppo II	23
5.6.4. Classe di temperatura	23
6. DATI DEL SISTEMA DI TENSIONE, DI DISTRIBUZIONE E DI UTILIZZAZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA	25

6.1.	Sistema d'alimentazione	25
6.2.	Eventuali vincoli, necessità e compatibilità da rispettare	25
7.	PROTEZIONE CONTRO I FULMINI	26
7.1.	Norme pertinenti	26
7.2.	Termini e definizioni	26
7.3.	Tipi di danno	30
7.4.	Sorgenti di danno	30
7.5.	Rischi e perdite.....	31
7.6.	Concetti informativi	31
7.7.	Simbologia delle formule di calcolo	32
7.8.	Procedura di valutazione	37
7.8.1.	Necessità o convenienza delle misure di protezione.....	37
7.8.2.	Necessità delle misure di protezione.....	37
7.8.2.1.	Convenienza economica delle misure di protezione.....	39
7.9.	Dati iniziali.....	41
7.9.1.	Dati relativi alla struttura	41
7.9.2.	Dati relativi alle linee elettriche esterne	41
7.9.3.	Definizione e caratteristiche delle zone	41
7.10.	Calcolo delle aree di raccolta della struttura e delle linee elettriche esterne	42
7.11.	Calcolo delle perdite	42
7.12.	Valutazione del rischio (CEI EN 62305 – 2).....	45
7.12.1.	Rischio e componenti di Rischio	45
7.12.2.	La valutazione/rivalutazione del rischio di fulminazione:	47
7.12.3.	Zone di protezione contro il fulmine	48
7.12.4.	Luoghi con pericolo di esplosione (Variante V1 alla CEI 81-10)	49
7.13.	Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche (se necessario)	49
7.13.1.	Generalità.....	49
7.13.2.	Tipologia dell'impianto di protezione.....	50
7.13.3.	Impianto di protezione di base con parafulmine a maglia reticolare	50
7.13.4.	Organi di captazione.....	50
7.13.5.	Organi di discesa	51
7.13.6.	Dispensori	52

7.13.7. Realizzazione dell'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche	52
7.14. Impianto integrativo per protezioni da sovratensioni	54
7.14.1. Generalità	54
7.14.2. Realizzazione dell'impianto integrativo contro le scariche atmosferiche	54
7.14.2.1. Impianto di protezione LPS	54
7.14.2.2. Limitatore di sovra tensione SPD	55
7.14.2.3. Coordinamento degli SPD	55
7.14.2.4. Scelta degli SPD	56
7.14.3. Altre misure di protezione (integrative)	57
7.14.4. Considerazioni finali	58
7.15. DISPOSIZIONI	58
7.15.1. Conservazione dei requisiti di sicurezza degli impianti elettrici	58
8. CLASSIFICAZIONE ATEX	60
8.1. Leggi di riferimento	60
8.2. Norme tecniche di riferimento	62
8.3. Concetti informativi	63
8.4. Definizioni e dati utilizzati per la classificazione dei luoghi pericolosi ...	64
9. SISTEMA DI AUTOMAZIONE E SUPERVISIONE	68
INDICE DELLE FIGURE	80
INDICE DELLE TABELLE	81

1. INTRODUZIONE

Lo scopo della presente relazione riguarda la realizzazione degli impianti elettrici ed automazione a servizio del progetto di fattibilità tecnica ed economica per la realizzazione di un impianto di digestione anaerobica della FORSU e upgrading del biogas per la produzione di biometano, da realizzarsi presso l'impianto di compostaggio di Contarina SpA situato nel Comune di Trevignano (TV).

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

2.1. Generalità

In qualsiasi ambito tecnico ed in particolare nel settore elettrico si impone, per realizzare impianti "a regola d'arte", il rispetto delle normative di sicurezza che sono articolate in due tipologie di riferimento: le norme giuridiche e le norme tecniche.

La conoscenza delle norme e la distinzione tra norma giuridica e norma tecnica è pertanto il presupposto fondamentale per un approccio corretto alle problematiche degli impianti elettrici che devono essere realizzati conseguendo quel "livello di sicurezza accettabile" che non è mai assoluto, ma è, al progredire della tecnologia, determinato e regolato dal legislatore e dal Normatore.

2.2. Norme giuridiche

Le norme giuridiche sono tutte le norme dalle quali scaturiscono le regole di comportamento dei soggetti. Sono di norma obbligatorie e sono emesse dagli Organi legislativi nazionali ed europei.

In relazione all'organo che le emette si dividono in:

- Nazionali, Regionali, ecc., rientrano in questa categoria Leggi, DPR, Decreti legislativi,
- Ordinanze;
- Extranazionali o Comunitarie, rientrano in questa categoria Risoluzioni, Direttive,
- Raccomandazioni.

2.3. Norme tecniche

In settori particolari, quale ad esempio la sicurezza, caratterizzati da complessità tecnica e dalla necessità di continuo aggiornamento, le norme giuridiche non entrano nel merito di requisiti tecnici di dettaglio, ma rinviano per questi alle norme tecniche.

La norma tecnica è definita a livello europeo (norma UNI CEI EN 45020) come il "documento, prodotto mediante consenso e approvato da un organismo riconosciuto, che fornisce, per usi comuni e ripetuti, regole, linee guida o caratteristiche, relative a determinate attività o ai loro risultati, al fine di ottenere il miglior ordine in un determinato contesto".

La norma tecnica corrisponde alla migliore tecnologia disponibile e rappresenta la codificazione dei corrispondenti standard tecnici.

I campi di normazione sono i più disparati, in quanto spaziano dai materiali ai prodotti, dalle macchine ai metodi generali.

Le norme tecniche non sono per loro natura obbligatorie: diventano obbligatorie nel momento in cui una legge o un'altra norma legislativa fa espresso riferimento ad esse.

La loro applicazione costituisce un metodo corretto per soddisfare norme di legge generiche, in quanto garantiscono un livello minimo di sicurezza per realizzare un impianto "a regola d'arte".

Alla emanazione delle norme tecniche sono preposti appositi Enti di normazione.

Questi, per garantire la massima trasparenza e imparzialità, vedono la partecipazione di tutte le parti sociali interessate, quali i produttori, i consumatori, le autorità competenti.

In base all'ambito territoriale in cui operano, gli enti di normazione vengono distinti in internazionali, europei e nazionali; essi, per ragioni storiche, sono presenti con due organizzazioni diverse: una per il settore elettrico e una per tutti gli altri settori.

2.4. Disposizioni legislative nel settore elettrico

I principali provvedimenti legislativi che riguardano la sicurezza per la prevenzione infortuni, inerenti al settore elettrico, sono:

- Legge 13/07/1966 n° 615: Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico e successivi regolamenti di esecuzione;
- Legge 01/03/1968 n° 186: Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione di impianti elettrici ed elettronici;
- Legge 18/10/1977 n° 791: Attuazione delle direttive del consiglio delle Comunità Europea relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione; Dlgs 25/11/1996 n° 626 e s.m.i.;
- DPR 27/4/1978 e s.m.i: Eliminazione barriere architettoniche;
- Direttiva 2014/30/UE, Direttiva Europea sulla compatibilità elettromagnetica;
- Direttiva 2014/35/UE, Direttiva Bassa Tensione;
- DPR 24/07/1996 n° 503: Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici;
- UNI EN ISO 7001: Segnaletica di sicurezza;
- D.Lgs 25/11/1996 n.626: Attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione;
- DPR 462/01 Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazione e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi;
- Decreto 22/1/08 n. 37: Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno di edifici;
- D.Lgs. 81/2008 Attuazione dell'art. 1 della Legge 3 agosto 2007 n. 123 in materia di tutela della e sicurezza nei luoghi di lavoro.
- D.M. 26/6/2015 Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici.
- D.L. 106/2017 Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da

costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE.

2.5. La normativa tecnica

L'Ente normatore nazionale per il settore elettrico ed elettronico è il CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano). Esso ha lo scopo di stabilire:

- i requisiti che devono avere i materiali, le macchine, le apparecchiature e gli impianti elettrici affinché corrispondano alla regola di buona elettrotecnica;
- il livello minimo di sicurezza per impianti e apparecchi per la loro conformità giuridica
- alla regola d'arte;
- i criteri con i quali detti requisiti debbono essere provati e controllati.

Si riportano a titolo esemplificativo alcune Norme:

- CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 0-21 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare;
- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare;
- CEI 31-87 Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas;
- CEI 31-88 Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di polveri;
- CEI 44-16 Sicurezza del macchinario - Sicurezza funzionale dei sistemi di comando e controllo elettrici, elettronici ed elettronici programmabili correlati alla sicurezza (Quadri bordo macchina);
- CEI 64-2 Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione- Prescrizioni specifiche per la presenza di polveri infiammabili e sostanze esplosive;
- CEI 64-7 Impianti elettrici di illuminazione pubblica;
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- CEI 64-11 Impianti elettrici nei mobili;
- CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario;
- CEI 64-15 Impianti elettrici negli edifici pregevoli per rilevanza storica e/o artistica;
- CEI 64-17 Guida all'esecuzione degli impianti elettrici nei cantieri;
- CEI 64-19 Guida agli impianti di illuminazione esterna (Vedasi anche CEI 64-8 Sez. 714);
- CEI 64-21 Specifica tecnica relativa all'esecuzione di impianti adeguati all'utilizzo da parte di

- persone con disabilità o specifiche necessità negli ambienti residenziali;
- CEI 64-50 Edilizia residenziale - Guida per l'esecuzione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati;
 - CEI 64-51 Guida all'esecuzione degli impianti elettrici nei centri commerciali;
 - CEI 64-52 Guida alla esecuzione degli impianti elettrici negli edifici scolastici;
 - CEI 64-100 Guida per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti elettrici, elettronici e per le comunicazioni. Parte 2: Unità immobiliari (appartamenti) Parte 3: Case unifamiliari, case a schiera ed in complessi immobiliari (residence);
 - CEI 78-17 Manutenzione delle cabine elettriche MT/MT e MT/BT dei clienti/utenti finali (per gli utenti con i requisiti semplificati è possibile applicare la CEI 0-15);
 - CEI 79-3 Sistemi di allarme. Prescrizioni particolari per gli impianti di allarme intrusione;
 - CEI 79-83 Sistemi di videosorveglianza per applicazioni di sicurezza;
 - CEI 81-10 Protezione contro i fulmini;
 - CEI 81-10/1: Principi generali;
 - CEI 81-10/2: Valutazione del rischio;
 - CEI 81-10/3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone;
 - CEI 81-10/4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture;
 - CEI 82-25 Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
 - CEI 99-2 (CEI EN 61936-1) Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata;
 - CEI 99-3 (CEI EN 50522) Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
 - CEI 100-7 Guida per l'applicazione delle norme riguardanti gli impianti di distribuzione via cavo per segnali televisivi, sonori e servizi interattivi;
 - CEI 100-126 Impianti di distribuzione via cavo per segnali televisivi, sonori e servizi interattivi (sicurezza);
 - CEI 103-1 Impianti telefonici interni;
 - CEI 306-2 Guida al cablaggio per le comunicazioni elettroniche negli edifici residenziali;
 - UNI 1838 Illuminazione di emergenza;
 - UNI 9494-2 Progettazione e installazione dei sistemi di evacuazione forzata di fumo e calore (SEFFC);
 - UNI 9795 Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio;
 - Progettazione, installazione ed esercizio;
 - UNI 11222 Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione di sicurezza negli edifici - Procedure per la verifica periodica, la manutenzione, la revisione e il collaudo;
 - UNI 12464-1 Luce e illuminazione dei posti di lavoro interni;
 - UNI 12464-2 Luce e illuminazione dei posti di lavoro esterni;
 - UNI 15232 Prestazione energetica degli edifici - Incidenza dell'automazione, della regolazione

- e della gestione tecnica degli edifici (vedere anche guida CEI 205-18);
- CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) (Seconda edizione, febbraio 2012) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 1: Regole generali;
 - CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) (seconda edizione, febbraio 2012) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza;
 - CEI EN 61439-3 (prima edizione, novembre 2012) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere manovrati da persone comuni (DBO);
 - CEI EN 61439-4 (prima edizione, agosto, 2013) Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 4: Prescrizioni particolari per apparecchiature in cantieri edili;
 - CEI EN 61439-5 (prima edizione, dicembre 2011) Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 5: prescrizioni particolari per apparecchiature di distribuzione in reti pubbliche;
 - CEI EN 61439-6 (prima edizione, agosto 2012) Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 6: Prescrizioni particolari per condotti sbarre;
 - CEI EN 61439-7 (Prima edizione febbraio 2014) Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 7: Prescrizioni per applicazioni particolari quali i campeggi, darsene, supermercati, per caricabatterie dei veicoli elettrici ecc...Successive numerazioni sono ad oggi in fase di redazione in ambito internazionale;
 - CEI EN 62208 (seconda edizione, febbraio 2012) Involucri vuoti per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione. Prescrizioni generali;
 - CEI EN 50274 (prima edizione, settembre 2002) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione – Protezione contro le scosse elettriche. Protezione dal contatto diretto accidentale con parti pericolose;
 - CEI 17-43 (seconda edizione, agosto 2000) Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS);
 - CEI 17-86 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) – Guida per la prova in condizioni d’arco dovuto ad un guasto interno;
 - Guida CEI 17-97/1 Apparecchiatura a bassa tensione – Dispositivi di protezione contro le sovracorrenti – Parte 1: Applicazione delle caratteristiche nominali di cortocircuito;
 - CEI 23-51 (prima edizione, aprile 2016) prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazione fisse per uso domestico e similare (due versioni precedenti come norma sperimentale nel 1996 e nel 2004);
 - CEI 23-49 (prima edizione marzo 1996 varianti V1, dicembre 2001 e V2, giugno 2003) Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari.

2.6. Marcatura CE e marchi di conformità

Il Decreto Legislativo 25 novembre 1996, n. 626 relativo all'attuazione della direttiva 93/68/CEE ha introdotto anche in Italia l'obbligo della marcatura CE del materiale elettrico destinato a essere utilizzato entro taluni limiti di tensione, generando talvolta confusione tra marcatura e marchiatura.

La marcatura CE è applicata dallo stesso costruttore (importatore o mandatario) che ha costruito e/o messo in commercio il materiale in Europa. L'apposizione della marcatura CE si effettua in alternativa, sul prodotto, sull'imballo, sulle avvertenze d'uso, sulla garanzia ecc. e deve essere visibile, leggibile e indelebile.

La marcatura CE è obbligatoria e indica espressamente la rispondenza di quel prodotto ai requisiti essenziali di tutte le direttive europee che lo riguardano e che costituiscono l'unico vincolo tecnico obbligatorio.

È lo stesso costruttore che stabilisce per il suo materiale l'applicabilità dell'una e/o dell'altra direttiva.

La marchiatura invece, può essere richiesta dal costruttore, per alcuni prodotti di grande serie, a specifici enti (in Italia all'Istituto per il Marchio di Qualità IMQ).

Il marchio IMQ è previsto per materiale elettrico destinato ad utenti non addestrati e, per fornire ad essi la massima garanzia, viene concesso a determinate condizioni, in particolare:

- riconoscimento dei sistemi di controllo e di qualità del costruttore;
- approvazione del prototipo con prove di tipo;
- controllo della rispondenza della produzione al prototipo, su campioni prelevati dal mercato.

L'aver sostenuto una serie di prove secondo la normativa europea presso un laboratorio riconosciuto per ottenere il marchio di qualità, abilita alla concessione del marchio presso un altro paese CEE senza la necessità di prove supplementari.

Il Marchio di qualità coesiste con la marcatura CE e nel caso quest'ultima preveda l'avvallo di enti terzi, l'istituto del Marchio può rivestire tale funzione.

Il marchio attesta la conformità alle norme tecniche e si rivolge al mercato, mentre la marcatura CE attesta la conformità ai requisiti essenziali delle direttive europee e si rivolge prevalentemente all'autorità di controllo e/o giudiziaria.

3. IMPIANTO ELETTRICO – STATO ATTUALE

L'impianto elettrico presso l'impianto di compostaggio presenta le seguenti caratteristiche tecniche principali:

- a) cabina elettrica di ricevimento energia elettrica in Media Tensione a 20 kV installata sul confine dell'impianto e contenente il quadro elettrico di media tensione di ricevimento;
- b) locale trasformazione Media Tensione – Bassa Tensione realizzato all'interno dell'edificio di compostaggio e contenente le seguenti apparecchiature elettriche principali:
 - a. quadro di media tensione di trasformazione;
 - b. n°3 trasformatori di potenza M.T./B.T. della potenza nominale ciascuno di 1.600 kVA;
 - c. quadro elettrico generale di bassa tensione suddiviso in n°3 sezioni distinte adibito all'alimentazione di tutti i quadri elettrici installati presso l'impianto di compostaggio;
 - d. quadri elettrici automatici di rifasamento;
 - e. UPS per sistema di automazione;
 - f. UPS per impianto di illuminazione di emergenza;
 - g. Quadro servizi ausiliari;
 - h. Quadri rete dati ed impianti speciali;
- c) Locale gruppo elettrogeno contenente il gruppo elettrogeno di emergenza a diesel a servizio dell'impianto di compostaggio;
- d) Impianto fotovoltaico allacciato direttamente in media tensione alla cabina di ricevimento;
- e) Impianto di illuminazione normale e di emergenza a servizio di tutte le aree interne;
- f) Impianto di illuminazione esterno;
- g) Impianto di terra primario e secondario;
- h) Impianto di rilevazione incendi e TVCC;
- i) Impianto di automazione e supervisione SCADA.

4. IMPIANTO ELETTRICO – STATO DI PROGETTO

La realizzazione del nuovo impianto di digestione anaerobica della FORSU e upgrading del biogas per la produzione di biometano influisce minimamente dal punto di vista elettrico sull'impianto esistente di compostaggio.

Il nuovo impianto sarà infatti completo di una nuova cabina elettrica di trasformatore Media Tensione – Bassa Tensione dedicata esclusivamente all'alimentazione dei nuovi impianti di trattamento.

Il punto di collegamento tra l'esistente impianto ed il nuovo impianto elettrico a servizio dei nuovi impianti di trattamento sarà il quadro elettrico di media tensione denominato QMT-01 ed installato nel locale trasformazione Media Tensione – Bassa Tensione realizzato all'interno dell'edificio di compostaggio.

Il progetto prevede l'ampliamento del suddetto quadro elettrico con l'aggiunta di una cella di protezione M.T. dedicata all'alimentazione della nuova cabina di trasformazione denominata CT-2 e posizionata nella nuova area di impianto.

Il progetto prevede, per il quadro elettrico esistente denominato QMT-02, l'adeguamento delle protezioni esistenti in modo da rispettare il limite di energizzazione contemporanea dei trasformatori di potenza richiesto dalla Norma CEI 0-16.

Di seguito vengono riepilogate le attività riguardanti la realizzazione degli impianti elettrici:

- Fornitura e posa in opera di cella di protezione per ampliamento quadro di Media Tensione esistente denominato QMT-01;
- Fornitura e posa in opera di collegamento in Media Tensione tra il quadro di Media Tensione esistente denominato QMT-01 ed il nuovo quadro di Media Tensione denominato QMT-02 installato nella nuova cabina di trasformazione a servizio del nuovo impianto di digestione anaerobica della FORSU e upgrading del biogas per la produzione di biometano;
- Fornitura e posa in opera di nuovo quadro di Media Tensione denominato QMT-02 a servizio della nuova cabina di trasformazione a servizio del nuovo impianto di digestione anaerobica della FORSU e upgrading del biogas per la produzione di biometano;
- Fornitura e posa in opera di n°2 trasformatori di potenza M.T./B.T. in resina ciascuno della potenza nominale di 1.000 kVA. Ogni trasformatore è dedicato all'alimentazione di una determinata sezione di impianto, n°1 trasformatore alimenterà la linea biologia – upgrading, mentre il secondo trasformatore alimenterà la linea compressione – liquefazione.
Ogni trasformatore è dimensionato con una scorta del 40% rispetto alla potenza installata della propria linea di competenza, in questo modo in caso di guasto di n°1 trasformatore si può mantenere in marcia circa il 70% del totale dell'impianto di digestione anaerobica della FORSU e upgrading del biogas per la produzione di biometano;
- Fornitura e posa in opera di n°2 gruppi elettrogeni di emergenza a diesel della potenza nominale in servizio continuo pari a 700 kVA con una autonomia di 8 ore a pieno carico, il quale è dedicato all'alimentazione delle utenze privilegiate di entrambe le linee di

trattamento. La gestione delle utenze privilegiate sarà gestita direttamente dal sistema di automazione e supervisione.

- Fornitura e posa in opera di quadro generale di bassa tensione denominato PWC-02 suddiviso in due sezioni distinte unite da congiuntore.

Il suddetto quadro elettrico PWC-02 è alimentato in condizioni normali dai n°2 trasformatori di potenza denominati TR-21 e TR-22, ed in questa condizione di funzionamento il congiuntore tra le due sezioni del quadro è aperto in modo che i trasformatori non funzionino in parallelo, mentre in condizione di mancanza rete elettrica primaria il quadro elettrico PWC-02 è alimentato dal gruppo elettrogeno di emergenza ed in questo caso il congiuntore tra le due sezioni del quadro è chiuso, in modo che l'energia del gruppo elettrogeno possa alimentare tutte le utenze privilegiate dell'intero impianto di digestione anaerobica della FORSU e upgrading del biogas per la produzione di biometano;

- Fornitura e posa in opera di quadri elettrici di rifasamento fisso a servizio dei trasformatori di potenza;
- Fornitura e posa in opera di quadri elettrici di rifasamento automatico;
- Fornitura e posa in opera di quadro elettrico servizi ausiliari a servizio della linea biologia – upgrading;
- Fornitura e posa in opera di quadro elettrico servizi ausiliari a servizio della linea compressione – liquefazione;
- Fornitura e posa in opera di n°2 UPS in esecuzione ridondata dedicati alla alimentazione di tutti i componenti hardware del sistema di automazione e supervisione SCADA a servizio dell'intero impianto di digestione anaerobica della FORSU e upgrading del biogas per la produzione di biometano, compresi i sistemi di automazione e supervisione delle forniture "package";
- Fornitura e posa in opera di quadri elettrici di potenza dedicata alla alimentazione e gestione delle varie utenze motorizzate facenti parte dell'impianto di digestione anaerobica della FORSU e upgrading del biogas per la produzione di biometano;
- Fornitura e posa in opera dell'impianto di illuminazione normale e di emergenza a servizio degli edifici di nuova realizzazione;
- Fornitura e posa in opera di impianto di illuminazione delle aree esterne a servizio dell'impianto di digestione anaerobica della FORSU e upgrading del biogas per la produzione di biometano;
- Fornitura e posa in opera di impianto F.M. di servizio per l'intera area del nuovo impianto di digestione anaerobica della FORSU e upgrading del biogas per la produzione di biometano;
- Fornitura e posa in opera di impianto rilevazione incendi e gas a servizio del nuovo impianto di digestione anaerobica della FORSU e upgrading del biogas per la produzione di biometano;
- Fornitura e posa in opera di impianto TVCC a servizio del nuovo impianto di digestione anaerobica della FORSU e upgrading del biogas per la produzione di biometano;

- Fornitura e posa in opera di impianto LPS (protezione contro le scariche atmosferiche) a servizio del nuovo impianto di digestione anaerobica della FORSU e upgrading del biogas per la produzione di biometano;
- Fornitura e posa in opera di impianto di terra primario (ampliamento dell'impianto di terra primario esistente a servizio dell'esistente impianto di compostaggio) e secondario a servizio del nuovo impianto di digestione anaerobica della FORSU e upgrading del biogas per la produzione di biometano;
- Fornitura e posa in opera dei cavi elettrici di potenza e segnale a servizio delle utenze motorizzate, delle forniture package e della strumentazione a servizio del nuovo impianto di digestione anaerobica della FORSU e upgrading del biogas per la produzione di biometano;
- Fornitura e posa in opera delle vie cavi aeree a servizio del nuovo impianto di digestione anaerobica della FORSU e upgrading del biogas per la produzione di biometano;
- Fornitura e posa in opera delle vie cavi interrati a servizio del nuovo impianto di digestione anaerobica della FORSU e upgrading del biogas per la produzione di biometano.

4.1. Ambienti classificati a rischio esplosione

Nel seguito sono presi in esame i seguenti luoghi dove sono presenti sostanze infiammabili che potenzialmente possono dare origine a zone classificate a rischio esplosione:

N	Ambiente
A1	Digestore
A2	Area purificazione biogas e upgrading
A3	Cogeneratore
A4	Torcia biogas
A5	Centrale termica
A6	Cabina di compressione
A7	Impianto liquefazione

Tabella 1. Ambienti potenzialmente classificati a rischio esplosione

Le eventuali indicazioni dei fornitori dei singoli componenti dell'impianto dovranno essere integrate nella classificazione delle aree a rischio di esplosione.

4.1.1. Ambiente A1 – Digestore

La struttura di ciascun digestore è realizzata in cemento armato, sulla sommità è installata una cupola realizzata in acciaio protetto dalla corrosione. La cupola è predisposta per il montaggio di duomo di ripresa gas, oblò di ispezione, valvola di sicurezza.

Ai fini della classificazione si considera che:

- durante il funzionamento ordinario dell'impianto il volume libero interno al digestore, non occupato dal materiale in fermentazione, è saturo di biogas;
- il processo di metanogenesi è di tipo anaerobico, pertanto, la formazione di biogas può avvenire solo in assenza di ossigeno;
- l'intervento della valvola rompivuoto determina l'ingresso all'interno del digestore di aria in quantità limitata proveniente dall'ambiente esterno;
- Il campo di esplodibilità del biogas è compreso tra il 4,37% e il 18%, percentuali inferiori o maggiori di biogas non determinano atmosfere potenzialmente esplosive.

Sulla base di tali considerazioni durante il normale funzionamento la presenza all'interno del digestore di biogas in miscela con aria in percentuali tali da formare atmosfere potenzialmente esplosive è remota. Tuttavia, la presenza di ossigeno non può essere esclusa durante le fasi di avvio e di caricamento del digestore. Il volume libero interno al digestore non occupato dal materiale è cautelativamente classificato **ZONA 0**, poiché si ritiene che la presenza di una atmosfera esplosiva per la presenza di gas non sia trascurabile.

Per l'ambiente aperto, situato in corrispondenza dei digestori, le sorgenti di emissione sono rappresentate da:

- Valvola di sicurezza / respiro - il suo intervento si verifica quando il biogas contenuto all'interno del digestore raggiunge una pressione di poco superiore a quella di esercizio delle condutture di captazione del biogas. Ai fini della classificazione, poiché l'intervento della valvola di sicurezza può avvenire in caso di guasto durante il funzionamento dell'impianto, essa è considerata una sorgente di primo grado.
- Flange – situate in corrispondenza del duomo per il collegamento delle tubazioni di prelievo del biogas. Ai fini della classificazione l'emissione poiché l'emissione può avvenire in caso di guasto della guarnizione, essa è considerata una sorgente di secondo grado.

Le tenute dei punti di connessione tra duomo e campana e dell'oblò di ispezione non sono considerate sorgenti di emissione, tenuto conto delle loro caratteristiche costruttive e delle capacità di tenuta.

In corrispondenza della copertura del digestore sono pertanto presenti aree classificate **ZONA 1** e **ZONA 2** la cui esatta estensione e dimensioni saranno determinate nelle successive fasi di progettazione.

Alla base dei digestori sono, inoltre, presenti i pozzetti per lo scarico della condensa, al loro interno, durante il normale funzionamento dell'impianto, può accumularsi biogas che può disperdersi nell'ambiente tramite la sua copertura. Il volume interno di ciascun pozzetto è classificato **ZONA 1** e dal perimetro della sua copertura si estende una **ZONA 2**.

4.1.2. Ambiente A2 – Area purificazione biogas e upgrading

I componenti dell'impianto di trattamento e upgrading a membrane sono installati all'interno di un ambiente chiuso; in tale ambiente sono dunque installati i seguenti elementi dell'impianto:

- Desolfatore;
- Soffianti biogas;
- Filtro a ghiaia;
- Deumidificatore;
- Unità di upgrading.

Ai fini della classificazione le sorgenti di emissione considerate sono rappresentate dalla tenuta delle soffianti, dalle valvole e dalle flange presenti sulla linea del biogas; tali sorgenti di emissione sono considerate di secondo grado.

In generale nella classificazione degli ambienti chiusi uno tra i fattori più influenti è rappresentato dalla ventilazione. Il suo valore è determinante per stabilire se la zona classificata può eventualmente essere trascurata o declassata.

Nel caso specifico si possono presentare i seguenti casi:

- a. grado della ventilazione Alto – Zona classificata trascurabile ZONA 2NE;
- b. grado della ventilazione Medio – Zona classificata delimitata ZONA 2;
- c. grado della ventilazione Basso – Zona declassata ZONA 1 estesa all'intero volume.

In questa fase di studio, non disponendo di tutti gli elementi per svolgere una indagine accurata, si considera valida la condizione "c" e l'intero locale è classificato al suo interno **ZONA 1**. La possibilità

di ridurre o considerare trascurabile le zone classificate all'interno del locale è rimandata alle successive fasi di progettazione.

4.1.3. Ambiente A3 – Cogeneratore

Il cogeneratore è installato all'aperto e collocato all'interno di appositi container insonorizzati, dotati di ventilazione forzata.

Ai fini della classificazione si considera sia l'ambiente interno al container, sia l'ambiente esterno al container. All'interno di ciascun container si trova la rampa gas di alimentazione del motogeneratore, le sorgenti di emissione sono rappresentate dalle flange, dalle valvole e dalle tenute dei regolatori di portata.

In generale nella classificazione degli ambienti chiusi uno tra i fattori più influenti è rappresentato dalla ventilazione. Il suo valore è determinante per stabilire se la zona classificata può eventualmente essere trascurata o declassata.

Nel caso specifico si possono presentare i seguenti casi:

- a. grado della ventilazione Alto – Zona classificata trascurabile ZONA 2NE;
- b. grado della ventilazione Medio – Zona classificata delimitata ZONA 2;
- c. grado della ventilazione Basso – Zona declassata ZONA 1 estesa all'intero volume.

In questa fase di studio, non disponendo di tutti gli elementi per svolgere una indagine accurata, ma poiché il container dispone generalmente di una ventilazione forzata tale da garantire un adeguato ricambio d'aria ed evitare la formazione di atmosfere esplosive, si considera valida la condizione "a". Il regolare funzionamento del sistema di ventilazione è però una condizione necessaria e imprescindibile per garantire le condizioni di sicurezza durante il funzionamento del motogeneratore. Nell'ipotesi di ritenere valide le precedenti considerazioni l'estensione dell'area classificata all'interno del container è trascurabile (**ZONA 2NE**).

All'esterno dei container le sorgenti di emissione considerate sono rappresentate dalle valvole e dalle flange presenti sulla linea del biometano; tali sorgenti di emissione sono considerate di secondo grado e determinano nell'intorno della linea biometano un'area classificata **ZONA 2** di estensione delimitata.

4.1.4. Ambiente A4 – Torcia biogas

La torcia è installata all'aperto e la zona si trova isolata rispetto agli altri componenti dell'impianto. Le sorgenti di emissione considerate nella classificazione sono rappresentate dalle valvole e dalle flange installate sulla linea di alimentazione della torcia a monte della valvola d'intercettazione del biogas e dalla tenuta della soffiante.

Tali sorgenti di emissione sono considerate di secondo grado e determinano nell'intorno della linea biogas un'area classificata **ZONA 2** di estensione delimitata.

Le eventuali indicazioni fornite dal costruttore dell'impianto che dovranno essere integrate nella classificazione delle aree a rischio di esplosione.

4.1.5. Ambiente A5 – Centrale termica

Il locale caldaia è ricavato all'interno di un locale dedicato a tale servizio. Le sorgenti di emissione considerate nella classificazione sono rappresentate dalle valvole e dalle flange installate sulla linea biometano che alimentano la caldaia. Tali sorgenti di emissione sono considerate di secondo grado. In generale nella classificazione degli ambienti chiusi uno tra i fattori più influenti è rappresentato dalla ventilazione. Il suo valore è determinante per stabilire se la zona classificata può eventualmente essere trascurata o declassata.

Nel caso specifico si possono presentare i seguenti casi:

- a. grado della ventilazione Alto – Zona classificata trascurabile ZONA 2NE;
- b. grado della ventilazione Medio – Zona classificata delimitata ZONA 2;
- c. grado della ventilazione Basso – Zona declassata ZONA 1 estesa all'intero volume.

In questa fase di studio, non disponendo di tutti gli elementi per svolgere una indagine accurata, ma poiché i locali caldaia generalmente sono realizzati in modo da rispettare le prescrizioni di Leggi e Normative di prodotto, l'estensione dell'area classificata all'interno del locale centrale è trascurabile (**ZONA 2NE**). Nell'ipotesi di ritenere valide le precedenti considerazioni si ritiene valida la condizione "a".

4.1.6. Ambiente A6 - Cabina compressione

I componenti della cabina di compressione sono installati all'interno di un ambiente chiuso; in tale ambiente sono dunque installati i seguenti elementi dell'impianto:

- Compressore biometano;
- Flange e valvole.

Ai fini della classificazione le sorgenti di emissione considerate sono rappresentate dalla tenuta delle soffianti, dalle valvole e dalle flange presenti sulla linea del biometano; tali sorgenti di emissione sono considerate di secondo grado.

In generale nella classificazione degli ambienti chiusi uno tra i fattori più influenti è rappresentato dalla ventilazione. Il suo valore è determinante per stabilire se la zona classificata può eventualmente essere trascurata o declassata.

Nel caso specifico si possono presentare i seguenti casi:

- a. grado della ventilazione Alto – Zona classificata trascurabile ZONA 2NE;
- b. grado della ventilazione Medio – Zona classificata delimitata ZONA 2;
- c. grado della ventilazione Basso – Zona declassata ZONA 1 estesa all'intero volume.

In questa fase di studio, non disponendo di tutti gli elementi per svolgere una indagine accurata si considera valida la condizione "c" e l'interno del locale è interamente classificato **ZONA 2**. La possibilità di ridurre o considerare trascurabile le zone classificate all'interno del locale è rimandata alle successive fasi di progettazione.

Gli scarichi di eventuali valvole di sicurezza e/o VENT devono essere convogliati all'esterno del locale in area esterna, ad una quota tale da non interferire con gli altri impianti.

4.1.7. Ambiente A7 – Impianto liquefazione

I componenti dell'impianto di liquefazione sono installati all'aperto. Le sorgenti di emissione considerate nella classificazione sono rappresentate dalle valvole e dalle flange installate sulla linea di alimentazione dell'impianto.

Tali sorgenti di emissione sono considerate di secondo grado e determinano nell'intorno della linea biogas un'area classificata **ZONA 2** di estensione delimitata.

4.1.8. Impianto di terra

Nella realizzazione dell'impianto di terra occorrerà prestare particolare attenzione nella realizzazione dei collegamenti equipotenziali per i vari componenti dell'impianto.

All'impianto di terra dovranno essere collegati anche le masse estranee nonché le tubazioni metalliche entranti nella struttura.

4.2. Impianto di protezione dalle scariche atmosferiche LPS

L'impianto di protezione nei confronti delle scariche atmosferiche è da prevedere nelle seguenti zone:

- Digestori;
- Area purificazione e biogas ed upgrading;
- Cabina di compressione.

L'impianto di protezione LPS è costituito di:

- Captatori;
- Calate;
- Dispensori.

Per i digestori i captatori sono realizzati mediante aste di captazione fissate alla struttura da proteggere. Le calate di tipo esterno sono fissate alla struttura e collegate al dispersore di terra realizzato alla base dei digestori mediante un anello in corda nuda di terra, in alternativa per ciascuna calata deve essere realizzato un dispersore di terra realizzato con picchetto a croce.

Negli altri casi (upgrading cabina) l'impianto di dispersione è realizzato attraverso aste o pali muniti di astina di captazione alla loro sommità ed a loro volta collegati all'impianto di dispersione.

5. INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBIENTI E GRADI DI PROTEZIONE

All'interno degli impianti possono essere individuati i seguenti tipi d'ambiente:

- A Locali dove si eseguono processi di trattamento;
- B Locali quadri elettrici, spogliatoi e servizi;
- C Locale gruppo elettrogeno;
- D Locali docce;
- E Parti d'impianto all'esterno.

Questi ambienti possono, rispettivamente, essere classificati come luoghi:

- A Luoghi umidi o bagnati con atmosfera aggressiva e con presenza di condensa e umidità;
- B Luoghi ordinari;
- C Luoghi a maggior rischio in caso d'incendio (CEI 64-8);
- D Luoghi a maggior rischio elettrico;
- E Luoghi ordinari, ma con presenza di condensa e umidità.

5.1. Luoghi umidi o bagnati, dove si eseguono processi produttivi

In questi luoghi, che sono la quasi totalità degli ambienti, l'impianto elettrico è previsto seguendo prescrizioni che garantiscono la necessaria protezione dei materiali installati dall'atmosfera aggressiva e dall'umidità che caratterizza i locali coinvolti nel processo di trattamento.

In particolare, l'impianto elettrico previsto ha un grado di protezione maggiore o uguale a IP 55.

5.2. Luoghi ordinari

In questi luoghi, che sono relativi alle cabine elettriche e alla sala quadri, l'impianto elettrico è previsto seguendo prescrizioni classiche che garantiscono la necessaria protezione delle persone dai contatti indiretti, pur tuttavia garantendo una certa estetica.

In particolare, l'impianto elettrico previsto garantisce un grado di protezione maggiore o uguale a IP 21.

5.3. Luoghi a maggior rischio elettrico

In questi luoghi l'impianto elettrico è previsto solo nelle "zone 3" (distanza $\geq 0,6$ m dalla zona con presenza d'acqua (doccia o vasca)) e protetto con interruttore munito di dispositivo differenziale.

5.3.1. Prescrizioni elettriche adottate.

In questi locali si ritiene necessario adottare le seguenti prescrizioni nella realizzazione dell'impianto.

Alcune di queste note sono automaticamente presenti anche negli schemi elettrici allegati, altre invece saranno messe in atto nel momento dei lavori.

In particolare, l'Impresa osserverà le seguenti prescrizioni:

- I componenti elettrici sono limitati a quelli necessari per l'uso degli ambienti stessi;
- Gli impianti, seppur presenti, presentano un grado di protezione \geq a IP 45;
- Non sono presenti in alcun modo prese a spina;
- È necessario effettuare un collegamento equipotenziale supplementare tra tutte le masse e le masse estranee che entrano nei locali in argomento.

Per massa estranea si deve intendere non solo una parte conduttrice che può introdurre il potenziale zero di terra, ma anche una parte conduttrice che, estendendosi all'esterno del locale, può introdurre nel locale stesso, potenziali pericolosi.

5.4. Ambienti esterni con presenza di condensa o umidità

L'ambiente esterno presenta le stesse problematiche della posizione 5.1; anche in questo caso l'impianto elettrico previsto ha un grado di protezione maggiore o uguale a IP 55.

5.5. Gradi di protezione meccanica delle apparecchiature e dei materiali

Il grado di protezione meccanica minimo degli equipaggiamenti elettrici e strumentali è come di seguito indicato:

Equipaggiamenti elettrici e strumentali	Interno	Esterno
Quadri elettrici (con porte chiuse)	IP 42	IP 55
Quadri elettrici (con porte aperte)	IP 20	IP 20
Apparecchiature elettriche	IP 40	IP 55
Motori elettrici	IP 55	IP 55
Apparecchi illuminanti per uffici	IP 20	--
Apparecchi illuminanti per zone tecniche	IP 55	IP 65
Apparecchi illuminanti per impianto luce sicurezza	IP 55	IP 65

Tabella 2. Gradi di protezione meccanica delle apparecchiature

5.6. Ambienti a rischio di esplosione

5.6.1. Gruppi delle costruzioni elettriche

Le costruzioni elettriche di sicurezza sono suddivise in gruppi con il seguente significato:

- Gruppo I Costruzioni elettriche per miniere con presenza di grisou (non presenti nei casi previsti nella presente relazione;
- Gruppo II Costruzioni elettriche per impianti diversi dalle miniere con presenza di grisou.

5.6.2. Prodotti del gruppo II

I prodotti del gruppo II sono distinti in tre categorie secondo un livello di protezione decrescente.

Per il gas, nebbie o vapori:

- prodotti categoria 1G, destinati alle zone 0;
- prodotti categoria 2G, destinati alle zone 1;
- prodotti categoria 3G, destinati alle zone 2.

5.6.3. Relazione elazione tra EPL e categorie per gruppo II

	Direttiva 94/9/CE	EN 60079-14
	Categoria	EPL
Zona 0	1G	Ga
Zona 1	2G	Gb
Zona 2	3G	Gc

5.6.4. Classe di temperatura

La temperatura superficiale delle costruzioni elettriche di sicurezza non deve superare la temperatura d'accensione delle sostanze pericolose presenti.

Per le costruzioni elettriche del Gruppo I, la temperatura superficiale è:

- 150 °C dove la polvere di carbone può formare uno strato;
- 450 °C dove la polvere di carbone non può formare uno strato.

Per le costruzioni elettriche del Gruppo II, le massime temperature superficiali sono suddivise in classi da T1 a T6, con il seguente significato:

Classe di temperatura	Massima temperatura superficiale delle costruzioni elettriche	Temperatura d'accensione
T1	450 °C	> 450 °C
T2	300 °C	> 300 °C
T3	200 °C	> 200 °C
T4	135 °C	> 135 °C
T5	100 °C	> 100 °C
T6	85 °C	> 85 °C

Nel nostro caso si tratta chiaramente di **GRUPPO II**

Le costruzioni elettriche a prova di esplosione "d" (EEx-d) e quelle a sicurezza intrinseca "i" (EEx-i) del gruppo II sono suddivise in IIA, IIB, IIC, in base all'interstizio sperimentale massimo di sicurezza che non provoca l'esplosione dell'atmosfera esterna (MESG – Maximum Experimental Safe Gap) per le costruzioni a prova di esplosione "d" e in base alla corrente minima di accensione (MIC – Minimum Ignition Current) per le costruzioni a sicurezza intrinseca.

Siccome il MESG ed il MIC dipendono dalle caratteristiche delle sostanze infiammabili pericolose, il gruppo di appartenenza deve essere indicato nei documenti di classificazione del luogo.

Chiaramente le costruzioni elettriche certificate per un particolare gruppo possono essere utilizzate anche nei luoghi dove è consentito un Gruppo che prevede un MESG o una MIC maggiore.

Precisamente una costruzione del Gruppo IIB può essere utilizzata in luoghi che richiedono costruzioni del Gruppo IIA ed una costruzione del Gruppo IIC può essere utilizzata in luoghi che richiedono costruzioni dei Gruppi IIA e IIB.

Nel nostro caso sono richieste costruzioni del Gruppo IIA sia per il Biogas e sia per il Biometano, per cui nei locali dove è presente esclusivamente Biogas e/o Biometano dei gruppi IIC e IIB e IIA.

Mentre la sigla completa che dovranno presentare le apparecchiature installate per gli impianti a prova di esplosione previsti sull'impianto con presenza di solo Biogas e/o Biometano dovrà essere come minimo la seguente:

<u>IIA-T1</u>

6. DATI DEL SISTEMA DI TENSIONE, DI DISTRIBUZIONE E DI UTILIZZAZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA

6.1. Sistema d'alimentazione

Le caratteristiche dei sistemi elettrici si possono quindi definire come segue:

Sistema alimentazione	Categoria
Sistema di fornitura dell'energia fino al punto di consegna	II categoria (20 kV)
Sistema di distribuzione dell'energia all'interno dell'impianto	I categoria (0,4 kV)

Tabella 3. Classificazione sistemi di alimentazione

A riguardo del sistema di tensione essendo l'impianto in oggetto di seconda categoria con alimentazione diretta da ente distributore, è attuata la protezione contro i contatti indiretti prevista per il sistema TN-S.

Non avendo dati precisi, si è valutata una corrente di guasto di circa 100 A con un tempo d'intervento di poco superiore a 0,5 secondi.

Secondo questi valori, si può ipotizzare, dalla tabella precedente, una tensione ammessa di 125V sulle masse e quindi:

$$R_t = V / I + 20\% = 125V / 100A + 20\% = 0,75\Omega$$

Il valore ammesso della resistenza di terra non è elevatissimo ma, valutato il sito di costruzione degli impianti, la loro estensione, vista sia la possibilità di collegamento della rete di terra di progetto con l'esistente, sia la maglia di terra proposta negli elaborati grafici, si può supporre di riuscire a ottenere una resistenza di terra dell'impianto più bassa del valore calcolato.

Il collegamento, inoltre, della maglia di terra alle armature delle piastre di fondazione delle vasche di trattamento e degli edifici contribuirà in modo decisivo alla riduzione della resistenza.

Nell'impianto, in particolare, la maglia principale sarà costituita da un tondino di acciaio zincato da 50 mm² posato a una profondità minima di 0,8 m (tale profondità è relativa al livello originario del terreno e non all'eventuale materiale di riporto) in modo da formare un anello, collegato in più punti con l'impianto di terra esistente.

All'anello si agganceranno, tramite dei morsetti bimetallici, gli allacciamenti ai ferri d'armatura delle strutture in c.a..

6.2. Eventuali vincoli, necessità e compatibilità da rispettare

Tutte le apparecchiature e gli impianti elettrici, strumentali e di controllo sono stati progettati in dettaglio e saranno forniti, installati e collaudati avendo presente che l'impianto di trattamento e gli

altri impianti in genere debbano funzionare a pieno regime 24 ore su 24 ed alla loro massima potenza permessa.

Per questo motivo tutte le apparecchiature elettriche sono sovra dimensionate del 20 % circa rispetto ai dati di targa del Costruttore; i cavi elettrici sono sovraccaricati al massimo al 80 % della corrente ricavabile dalle tabelle del Costruttore; ecc., ecc...

7. PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

7.1. Norme pertinenti

La valutazione è stata eseguita in conformità alle disposizioni legislative vigenti (D.Lgs. 81/08 e D.Lgs. 106/09) e alle norme tecniche seguenti:

- CEI 81-10/1 (EN 62305-1): "Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi Generali" Febbraio 2013;
- CEI 81-10/2 (EN 62305-2): "Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio" Febbraio 2013;
- CEI 81-10/3 (EN 62305-3): "Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone" Febbraio 2013;
- CEI 81-10/4 (EN 62305-4): "Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture" Febbraio 2013;
- CEI 81-29: "Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305" Febbraio 2014;
- CEI 81-30: "Protezione contro i fulmini. Reti di localizzazione fulmini (LLS). Linee guida per l'impiego di sistemi LLS per l'individuazione dei valori di Ng (Norma CEI EN 62305-2)" Febbraio 2014.
- CEI 64-8, capitoli 131.7.2, 443, 534, 712 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in ca. e a 1500 V in cc.
- CEI EN 61643-11/A11 (CEI 37-8; V1) Limitatori di sovra tensione connessi a sistemi di bassa tensione – Prescrizioni e prove
- CEI EN 61643-21 (CEI 37-6) Dispositivi di protezione dagli impulsi collegati alle reti di tele comunicazione e di trasmissione dei segnali – Prescrizioni e metodi di prova.

7.2. Termini e definizioni

Di seguito si riportano i termini e le definizioni secondo le norme CEI EN 62305:

- Fulmine a terra: scarica elettrica di origine atmosferica tra nuvola e terra costituita da uno o più colpi;
- Colpo di fulmine: singola scarica elettrica di un fulmine a terra;

- Punto di impatto: punto in cui il fulmine colpisce il suolo o un oggetto sovrastante (es: struttura, servizi, alberi, ecc.);
- Corrente di fulmine: corrente che fluisce nel punto di impatto;
- Valore di picco: valore massimo della corrente di fulmine;
- Durata del fulmine: tempo durante il quale la corrente di fulmine fluisce nel punto di impatto;
- Struttura da proteggere: struttura per la quale è richiesta la protezione contro il fulmine secondo la norma CEI EN 62305-1; una struttura da proteggere può essere una parte di una struttura più grande;
- Servizio da proteggere: servizio entrante in una struttura per la quale è richiesta la protezione contro il fulmine secondo la norma CEI EN 62305-1;
- Fulmine su un oggetto: fulmine che colpisce un oggetto da proteggere (fulminazione diretta);
- Fulmine vicino ad un oggetto: fulmine che colpisce tanto vicino ad un oggetto da proteggere da essere in grado di generare sovratensioni pericolose (fulminazione indiretta);
- Danno materiale: danno alla struttura ed al suo contenuto dovuto agli effetti meccanici, termici, chimici ed esplosivi del fulmine;
- Danno ad esseri viventi: danneggiamento, inclusa la perdita della vita, di uomini o di animali dovuto a tensioni di contatto e passo causate dal fulmine;
- Impulso elettromagnetico di fulmine LEMP (Lighting Electromagnetic Impulse): effetti elettromagnetici della corrente di fulmine;
- Impulso: sovratensione e/o sovracorrente dovuta al LEMP;
- Zona di protezione LPZ (Lighting Protection Zone): zona in cui è definito l'ambiente elettromagnetico creato dal fulmine;
- Rischio R: valore della probabile perdita annua (persone e cose) dovuta al fulmine, riferito al valore totale (persone e cose) dell'oggetto da proteggere;
- Rischio tollerabile RT: massimo valore di rischio che può essere tollerato per l'oggetto da proteggere;
- Livello di protezione LPL (Lighting Protection Level): numero, associato ad un gruppo di valori dei parametri della corrente di fulmine, relativo alla probabilità che i correlati valori massimo e minimo di progetto non siano superati in natura;
- Misure di protezione: misure di protezione da adottare in un oggetto da proteggere per ridurre il rischio;
- Impianto di protezione LPS (Lighting Protection System): impianto completo usato per ridurre il danno materiale dovuto alla fulminazione diretta della struttura; è costituito da un impianto di protezione esterno e da un impianto di protezione interno;
- Impianto di protezione esterno: parte di un LPS costituito da un sistema di captatori, da un sistema di calate e da un sistema di dispersori;
- Impianto di protezione interno: parte di un LPS costituito da collegamenti equipotenziali e/o isolamento elettrico del LPS esterno;

- Sistema di captatori: parte di un LPS esterno, costituita da elementi quali aste, conduttori disposti a formare maglie o catenarie, predisposta al fine di intercettare il fulmine;
- Sistema di calate: parte di un LPS esterno atta alla conduzione della corrente di fulmine dal sistema di captatori al sistema di dispersori;
- Sistema di dispersori: parte di un LPS esterno atta alla conduzione ed alla dispersione a terra della corrente di fulmine;
- Corpi metallici esterni: corpi metallici di notevole dimensione lineare che penetrano nella struttura da proteggere (ad esempio tubazioni, parti metalliche di cavi, canalizzazioni, ecc) che possono trasportare una parte della corrente di fulmine;
- Conduttore equipotenziale: connessione all'LPS di corpi metallici per mezzo di conduttori metallici o di limitatori di sovratensioni al fine di ridurre le differenze di potenziale dovute alla corrente di fulmine;
- Fune di guardia: conduttore metallico utilizzato per ridurre il danno materiale dovuto al fulmine in un servizio;
- Sistema di protezione contro il LEMP – LPMS (Lighting Protection Measurement System): sistema completo di misure per la protezione degli impianti interni contro il LEMP;
- Schermo magnetico: schermo metallico chiuso, continuo o a maglia, che racchiude l'oggetto da proteggere, o una parte di esso, usato per ridurre i guasti degli impianti elettrici ed elettronici;
- Limitatore di sovratensioni SPD (Surge Protective Device): dispositivo per limitare le sovratensioni e deviare le sovracorrenti;
- Sistema di SPD: gruppo di SPD adeguatamente scelto, coordinato ed installato per ridurre i guasti dei sistemi elettrici ed elettronici.
 - **SPD in Classe di prova I o tipo 1**: SPD provato con la corrente nominale di scarica I_n e con la corrente impulsiva I_{imp} .
 - **SPD in Classe di prova II o tipo 2**: SPD provato con la corrente nominale di scarica I_n e con la max corrente di scarica I_{max} .
 - **SPD in Classe di prova III o tipo 3**: SPD provato con il generatore combinato.
 - **SPD con intervento a "innesco"**: un SPD che, in assenza di sovratensioni, ha un'alta impedenza, ma che può cambiare rapidamente verso una bassa impedenza in presenza di una sovratensione impulsiva. Tali sono, ad esempio, gli SPD che utilizzano come dispositivi d'innesco gli spinterometri, i tiristori e i triac.
 - **SPD con intervento a "limitazione"**: un SPD che, in assenza di sovratensioni, ha un'alta impedenza, che si riduce con continuità con l'aumentare della tensione e della corrente impulsiva. Tali sono, ad esempio, gli SPD che utilizzano dispositivi non lineari, quali i varistori ed i diodi.
 - **SPD di tipo combinato**: un SPD che incorpora sia componenti di tipo ad innesco che componenti di tipo a limitazione (collegati in serie, in parallelo o combinazioni di esse) e

che può intervenire in entrambe le modalità in relazione alle caratteristiche della tensione applicata.

- **SPD N-PE**: apparecchio di protezione previsto esclusivamente per l'installazione tra il conduttore N e PE.
- Tensione di massima continuativa (Uc): massimo valore della tensione efficace o continua che può essere applicata permanentemente all'SPD. Questa è la tensione nominale dell'SPD;
- Corrente ad impulso (Iimp): valore di picco della corrente che può circolare nell'SPD con forma d'onda normalizzata 10/350 μ s. Questa è usata per classificare l'SPD nella classe di prova I;
- Corrente nominale di scarica (In): valore di picco della corrente che circola nell'SPD e che ha una forma d'onda 8/20 μ s. Questa è usata per classificare l'SPD nella Classe di prova II;
- Corrente presunta di scarica (Ipres): valore di picco della corrente che circola nell'SPD di Classe di prova III quando è sottoposto alla tensione a vuoto Uoc del generatore combinato;
- Corrente massima di scarica (Imax): valore di picco della massima corrente che può circolare nell' SPD senza danneggiarlo e che ha una forma d'onda normalizzata 8/20 μ s. Non utilizzabile per la scelta degli SPD.
- Tenuta al corto circuito: corrente di cortocircuito massima presunta che l'SPD è in grado di sopportare.
- Corrente seguente di rete (Is): corrente a frequenza industriale fornita dall'impianto elettrico utilizzatore di bassa tensione e che circola nell'SPD dopo il passaggio della corrente di scarica.
- Capacità di estinzione autonoma della corrente seguente di rete (If): capacità dell'SPD di estinguere autonomamente la corrente seguente di rete senza l'intervento della limitazione di sovracorrente di back-up.
- NFC No Follow Current: caratteristica dell'SPD che impedisce la circolazione della corrente seguente di rete, prevenendo così l'intervento intempestivo delle protezioni di sovracorrente.
- Livello di protezione (Up): valore di tensione che caratterizza il comportamento dell'SPD nel limitare la tensione tra i suoi terminali e che è scelto generalmente tra una serie di valori preferenziali.
- Tensione residua (Ures): valore di picco della tensione che appare tra i terminali di un SPD a seguito del passaggio della corrente di scarica. Questo valore di tensione può essere utilizzato al posto della Up nella scelta degli SPD dopo aver calcolato la corrente di scarica con le procedure dell'analisi del rischio.
- Dispositivo di distacco: dispositivo per disconnettere un SPD dal sistema in caso di guasto dell'SPD. Esso previene un guasto permanente nel sistema e fornisce un'indicazione ottica.
- Sovratensione temporanea (TOV): sovratensione oscillatoria smorzata (o debolmente smorzata) alla frequenza di rete e di relativamente lunga durata.
- Comportamento dell'SPD in caso di Sovratensione temporanea (TOV): un SPD deve resistere ad una TOV senza modifiche della sua funzionalità oppure guastarsi in modo sicuro. Verifica della modalità di guasto alla TOV. Verifica delle modalità di tenuta alla TOV.

7.3. Tipi di danno

Un fulmine può danneggiare la struttura perché:

1. la colpisce direttamente;
2. colpisce i servizi entranti nella struttura stessa;
3. cade a terra in prossimità della struttura.

I danni prodotti dal fulmine possono essere essenzialmente di tre tipi:

Danno	Descrizione
D1 - Danni a essere vivente	Morte o lesione a persone o animali, dovuti a tensioni di contatto e di passo
D2 - danni materiali	Incendi, esplosioni, rotture meccaniche, rilascio di sostanze tossiche, ecc
D3 - guasti agli impianti interni	Avarie di apparecchiature elettriche / elettroniche dovute a sovra tensione.

Tabella 4. Tipologie di danno

7.4. Sorgenti di danno

Le sorgenti possono essere classificate in base al punto di caduta del fulmine:

Sorgente	Descrizione
S1 - fulminazione diretta della struttura	Il fulmine colpisce la struttura
S2 - fulminazione indiretta della struttura	il fulmine cade a terra in prossimità della struttura
S3 - fulminazione diretta in una linea elettrica entrante nella struttura	il fulmine colpisce una linea elettrica di energia e / o segnale entrante nella struttura
S4 - fulminazione indiretta in una linea elettrica entrante nella struttura	il fulmine cade in prossimità della linea elettrica di energia e / o segnale entrante nella struttura

Tabella 5. Classificazione delle sorgenti di danno

Nella tabella seguente si riporta la correlazione tra sorgente e danno:

Sorgente	Danno correlato
S1 - fulminazione diretta della struttura	D1, D2 e D3
S2 - fulminazione indiretta della struttura	D3
S3 - fulminazione diretta in una linea elettrica entrante nella struttura	D1, D2 e D3
S4 - fulminazione indiretta in una linea elettrica entrante nella struttura	D3

Tabella 6. Correlazione Sorgente-Danno

7.5. Rischi e perdite

Ogni tipo di danno, da solo o in combinazione con altri, può produrre perdite di diversa natura, secondo le caratteristiche della struttura.

I tipi di perdita e i relativi rischi da valutare sono:

Tipo di perdita	Rischi associati
L1: perdita di vite umane	Rischio R1
L2: perdita di servizio pubblico	Rischio R2
L3: perdita di patrimonio culturale insostituibile	Rischio R3
L4: perdita economica	Rischio R4

Tabella 7. Tipologia di perdite e rischi da valutare

Le perdite R1, R2 e R3 hanno carattere sociale perché riguardano l'intera comunità, la perdita R4, invece, è di natura privata in quanto le perdite economiche riguardano solo chi le subisce.

7.6. Concetti informativi

I fulmini vengono considerati dalla norma CEI 81-10 come sorgenti di danno che, a seconda del diverso punto d'impatto, producono diversi tipi di danno in una struttura e / in un servizio.

Ciascun tipo di danno, da solo o in combinazione con altri, può produrre diversi tipi di perdite.

A ogni perdita è associata una componente di rischio "R".

Il rischio "R" è la misura della probabile perdita media annua.

Per ciascun tipo di perdita che può verificarsi in una struttura o in un servizio deve essere valutato il relativo rischio.

L'approccio alla protezione contro i fulmini di una struttura è basato, fondamentalmente, sull'analisi del rischio, in accordo con la norma CEI 81-10.

Tale norma chiede di valutare il confronto tra il rischio calcolato "R" e il rischio accettabile o massimo tollerato "R_T", tale che sia:

$R \leq R_T$.

Un importante fattore di riduzione del rischio è rappresentato dall'installazione degli SPD negli impianti elettrici.

L'analisi del rischio effettuata in conformità con la norma CEI 81-10 garantisce per il DM 37/08 il rispetto della regola dell'arte.

La norma CEI EN 62305 -1 illustra la necessità e la convenienza economica della protezione, le misure di protezione da adottare e i criteri per la protezione contro il fulmine di:

- strutture, inclusi gl'impianti, il contenuto e le persone;
- servizi entranti nella struttura, come le linee di telecomunicazione;
- alimentazione elettrica e tubazioni metalliche.

La norma CEI EN 62305 -2 riguarda il metodo di analisi del rischio per stabilire la necessità o la convenienza della protezione.

La norma CEI EN 62305 -3 contiene i criteri per la progettazione, l'installazione e la manutenzione delle misure di protezione contro il fulmine per ridurre il rischio di danno alle persone e / o cose.

La norma CEI EN 62305 -4 contiene i criteri per la progettazione, l'installazione e la manutenzione delle misure di protezione contro il fulmine per ridurre i danni agli impianti elettrici ed elettronici all'interno delle strutture.

7.7. Simbologia delle formule di calcolo

Sigla	Descrizione
<i>a</i>	Tasso di ammortamento
<i>Ad</i>	Area di raccolta dei fulmini su una struttura isolata
<i>Ad'</i>	Area di raccolta attribuita alla parte elevata del tetto
<i>Ai</i>	Area di raccolta dei fulmini in prossimità di un servizio
<i>Al</i>	Area di raccolta dei fulmini su un servizio
<i>Am</i>	Area di raccolta dei fulmini in prossimità di una struttura
<i>B</i>	Struttura (Edificio)
<i>c</i>	Valor medio della possibile perdita in una struttura, in denaro
<i>CA</i>	Costo annuo degli animali
<i>CB</i>	Costo annuo dell'edificio
<i>CC</i>	Costo annuo del contenuto
<i>Cd</i>	Fattore di posizione
<i>Ce</i>	Fattore ambientale
<i>CL</i>	Costo annuo della perdita totale senza misure di protezione

Sigla	Descrizione
CRL	Costo annuo della perdita residua
CP	Costo delle misure di protezione
CPM	Costo annuo delle misure di protezione scelte
CS	Costo annuo degli impianti interni alla struttura
Ct	Fattore di correzione per un trasformatore AT/BT sulla linea
ct	Valore totale della struttura, in denaro
Di	Distanza laterale per la fulminazione in prossimità di un servizio
D1	Danno ad esseri viventi
D2	Danno materiale
D3	Guasto di impianti elettrici ed elettronici
hz	Fattore che incrementa le perdite in presenza di pericoli particolari
H	Altezza della struttura connessa
Ha	Altezza della struttura connessa all'estremità "a" della linea
Hb	Altezza della struttura connessa all'estremità "b" della linea
Hc	Altezza da terra dei conduttori di linea
i	Tasso di interesse
Ia	Corrente di guasto
Kd	Fattore relativo alle caratteristiche di un servizio
KMS	Fattore relativo all'efficacia di una misura di protezione contro il LEMP
Kp	Fattore relativo alle misure di protezione adottate in un servizio
KS1	Fattore relativo all'efficacia dell'effetto schermante della struttura
KS2	Fattore relativo all'efficacia di uno schermo interno alla struttura
KS3	Fattore relativo alle caratteristiche dei circuiti interni alla struttura
KS4	Fattore relativo alla tensione di tenuta ad impulso di un impianto interno
L	Lunghezza della struttura
La	Lunghezza della struttura connessa all'estremità "a" di un servizio
LA	Perdita per danno ad esseri viventi
LB	Perdita per danno materiale in una struttura (fulm. sulla struttura)
L'B	Perdita per danno materiale in un servizio (fulm. sul servizio)
Lc	Lunghezza di una sezione del servizio
LC	Perdita per guasto di un impianto interno (fulm. sulla struttura)
L'C	Perdita per guasto di un apparato del servizio (fulm. sulla struttura)
Lf	Perdita per danni materiali in una struttura
L'f	Perdita per danni materiali in un servizio
LM	Perdita per guasto di un impianto interno (fulm. sulla struttura)
Lo	Perdita per guasto di impianti interni in una struttura

Sigla	Descrizione
L'o	Perdita per guasto di impianti interni in un servizio
Lt	Perdita per danni ad esseri viventi per tensioni di contatto e di passo
LU	Perdita per danni ad esseri viventi (fulm. sul servizio)
LV	Perdita per danno materiale in una struttura (fulm. sul servizio)
L'V	Perdita per danno materiale in un servizio (fulm. sul servizio)
LW	Perdita per guasto di un impianto interno (fulm. sul servizio)
L'W	Perdita per guasto di un apparato del servizio (fulm. sul servizio)
LX	Perdita conseguente in una struttura
L'X	Perdita conseguente in un servizio
LZ	Perdita per guasto di un impianto interno (fulm. in prossimità del servizio)
L'Z	Perdita per guasto di un apparato del servizio (fulm. in prossimità del servizio)
L1	Perdita di vite umane in una struttura
L2	Perdita di servizio pubblico in una struttura
L'2	Perdita di servizio pubblico in un servizio
L3	Perdita di eredità culturale in una struttura
L4	Perdita economica in una struttura
L'4	Perdita economica in un servizio
m	Tasso di manutenzione
n	Numero di servizi connessi alla struttura
NX	Numero di eventi pericolosi
ND	Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura
NDa	Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura all'estremità "a" della linea
Ng	Numero annuo di fulmini a terra per km ²
NI	Numero di eventi pericolosi per fulminazione in prossimità del servizio
NL	Numero di eventi pericolosi per fulminazione sul servizio
NM	Numero di eventi pericolosi per fulminazione in prossimità della struttura
np	Numero delle possibili persone danneggiate (vittime o utenti non serviti)
ns	Numero stimato o misurato di sovratensioni di manovra
Ns	Numero di sovratensioni di manovra maggiori di 2,5 kV
nt	Numero totale di persone nella (o utenti serviti dalla) struttura
P	Probabilità di danno
PA	Probabilità di danno ad esseri viventi (fulm. sulla struttura)
PB	Probabilità di danno materiale in una struttura (fulm. sulla struttura)
P'B	Probabilità di danno materiale in un servizio (fulm. sulla struttura)
PC	Probabilità di guasto di un impianto interno (fulm. sulla struttura)
P'C	Probabilità di guasto di un apparato del servizio (fulm. sulla struttura)

Sigla	Descrizione
PLD	Probabilità di guasto di un impianto interno (fulm. sul servizio connesso)
PLI	Probabilità di guasto di un impianto interno (fulm. in prossimità del servizio connesso)
PM	Probabilità di guasto di un impianto interno (fulm. in prossimità della struttura)
PMS	Probabilità di guasto di un impianto interno (con misure di protezione)
PSPD	Probabilità di guasto di un impianto interno o di un servizio quando siano installati SPD
PU	Probabilità di danno ad esseri viventi (fulm. sul servizio connesso)
PV	Probabilità di danno materiale nella struttura (fulm. sul servizio connesso)
P'V	Probabilità di danno materiale nel servizio (fulm. sul servizio)
PW	Probabilità di guasto di un impianto interno (fulm. sul servizio connesso)
P'W	Probabilità di un guasto di un apparato del servizio (fulm. sul servizio)
PX	Probabilità di danno nella struttura
P'X	Probabilità di danno nel servizio
PZ	Probabilità di guasto di un impianto interno (fulm. in prossimità del servizio)
P'Z	Probabilità di guasto di un apparato del servizio (fulm. in prossimità del servizio)
ra	Fattore di riduzione associato al tipo di superficie del suolo
ru	Fattore di riduzione associato al tipo di pavimentazione
rp	Fattore di riduzione delle perdite correlato alle misure antincendio
R	Rischio
RA	Componente di rischio (danno ad esseri viventi – fulm. sulla struttura)
RB	Componente di rischio (danno materiale alla struttura – fulm. sulla struttura)
R'B	Componente di rischio (danno materiale nel servizio – fulm. sulla struttura)
RC	Componente di rischio (guasto di impianti interni – fulm. sulla struttura)
R'C	Componente di rischio (guasto di apparati del servizio – fulm. sulla struttura)
RD	Rischio della struttura per fulminazione sulla struttura
rf	Fattore di riduzione delle perdite correlato al carico di incendio
RF	Rischio della struttura per danno materiale
R'F	Rischio del servizio per danno materiale
RI	Rischio della struttura per fulminazione che non interessa la struttura
RM	Componente di rischio (guasto di impianti interni – fulm. in prossimità della struttura)
R'M	Rischio RM in presenza di misura di protezione
RO	Rischio di guasto degli impianti interni della struttura
R'O	Rischio di guasto di apparato di un servizio
Rs	Resistenza di schermo per unità di lunghezza del cavo
RS	Rischio della struttura per danno ad esseri viventi
RT	Rischio tollerabile
RU	Componente di rischio (danno ad esseri viventi – fulm. sul servizio)

Sigla	Descrizione
RV	Componente di rischio (danno materiale alla struttura – fulm. sul servizio connesso)
R´V	Componente di rischio (danno materiale alla struttura – fulm. sul servizio)
RW	Componente di rischio (danno agli impianti – fulm. sul servizio connesso)
R´W	Componente di rischio (guasto apparati del servizio – fulm. sul servizio)
RX	Componente di rischio per una struttura
R´X	Componente di rischio per un servizio
RZ	Componente di rischio (guasto di impianti interni –fulm. in prossimità di un servizio)
R´Z	Componente di rischio (guasto di apparati del servizio – fulm. in possibilità di un servizio)
R1	Rischio di perdita di vite umane nella struttura
R2	Rischio di perdita di un servizio pubblico in una struttura
R´2	Rischio di perdita di servizio pubblico in un servizio
R3	Rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile in una struttura
R4	Rischio di perdita economica in una struttura
R´4	Rischio di perdita economica in un servizio
S	Struttura
S	Risparmio annuo
SS	Sezione di un servizio
S1	Fulminazione sulla struttura
S2	Fulminazione in prossimità della struttura
S3	Fulminazione sul servizio
S4	Fulminazione in prossimità del servizio
t	Durata annua della perdita di servizio (ore)
tp	Tempo di permanenza delle persone nel luogo pericoloso (ore/anno)
Td	Numero di giornate temporalesche per anno
Tx	Punto di transizione
UW	Tensione nominale di tenuta ad impulso di un impianto
w	Lato di maglia
W	Larghezza della struttura
Wa	Larghezza della struttura connessa all'estremità "a" della linea
Wb	Larghezza della struttura connessa all'estremità "b" della linea
ZS	Zone della struttura

Tabella 8. Simbologia per le formule di calcolo

7.8. Procedura di valutazione

7.8.1. *Necessità o convenienza delle misure di protezione*

La nuova norma prevede che occorre calcolare il rischio complessivo della struttura, per ognuno dei tipi di danno presenti, e confrontare tale valore con il rischio tollerato dalla norma RT.

7.8.2. *Necessità delle misure di protezione*

La norma stabilisce il valore di rischio tollerabile nel caso in cui il fulmine coinvolga la perdita di vite umane, la perdita di servizio pubblico o di patrimonio culturale insostituibile, come risulta dalla tabella seguente.

Tipo di perdita	R_T (anni ⁻¹)
Perdita di vite umane o danni permanenti (1)	10^{-5}
Perdita di servizio pubblico (2)	10^{-3}
Perdita di patrimonio culturale insostituibile (3)	10^{-3}

(1) Danno inteso come numero riferito al numero totale di persone esposte al rischio (es. una persona ogni centomila persone per danni dovuti al fulmine)

(2) Danno inteso come prodotto del numero di utenti non serviti per la durata del disservizio, riferito al numero totale degli utenti serviti all'anno.

(3) Danno inteso come valore annuo dei beni perduti, riferito al valore totale dei beni esposti al rischio.

Tabella 9. Valori tipici di rischio tollerabile R_T

Se $R \leq R_T$ la protezione contro il fulmine non è necessaria;

se $R > R_T$ devono essere adottate misure di protezione al fine di rendere $R \leq R_T$ per tutti i rischi considerati.

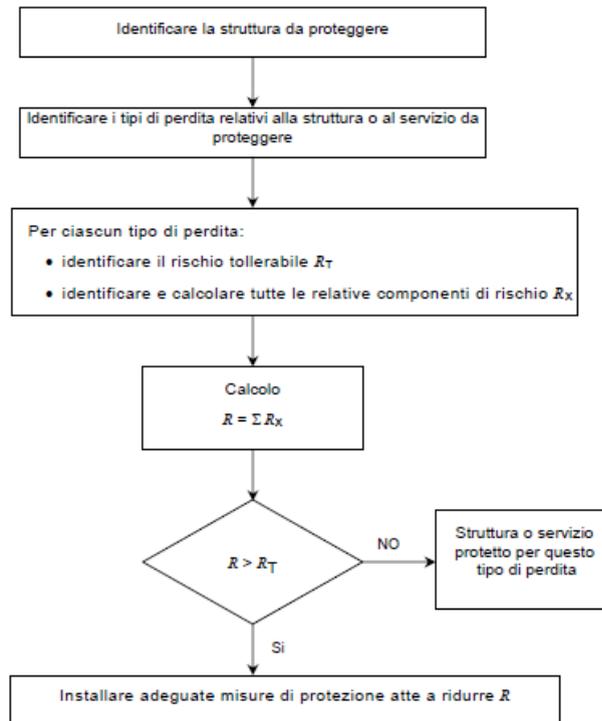


Figura 1. Procedura per la valutazione della necessità o meno della protezione

7.8.2.1. Convenienza economica delle misure di protezione

Oltre alla necessità della protezione contro il fulmine di una struttura, può essere utile valutare i benefici economici conseguenti alla messa in opera di misure di protezione atte a ridurre la perdita economica L4.

La valutazione della convenienza economica delle misure di protezione, anche se facoltativa, è consigliata (Variante V1). Tale procedura richiede il calcolo delle componenti di rischio relative alle perdite economiche con e senza le misure di protezione.

Indicando con:

- **CL** il costo annuo della perdita totale senza misure di protezione;
- **CRL** il costo annuo della perdita residua, cioè quelle che si hanno anche in presenza delle misure di protezione,
- **CP** il costo delle misure di protezione;
- **CPM** il costo annuo delle misure di protezione scelte.

si può procedere alla valutazione economica della protezione:

- Se $CL < CRL + CPM$, la protezione contro il fulmine non è economicamente conveniente;
- Se $CL \geq CRL + CPM$, l'adozione delle misure di protezione si traduce in un risparmio effettivo.

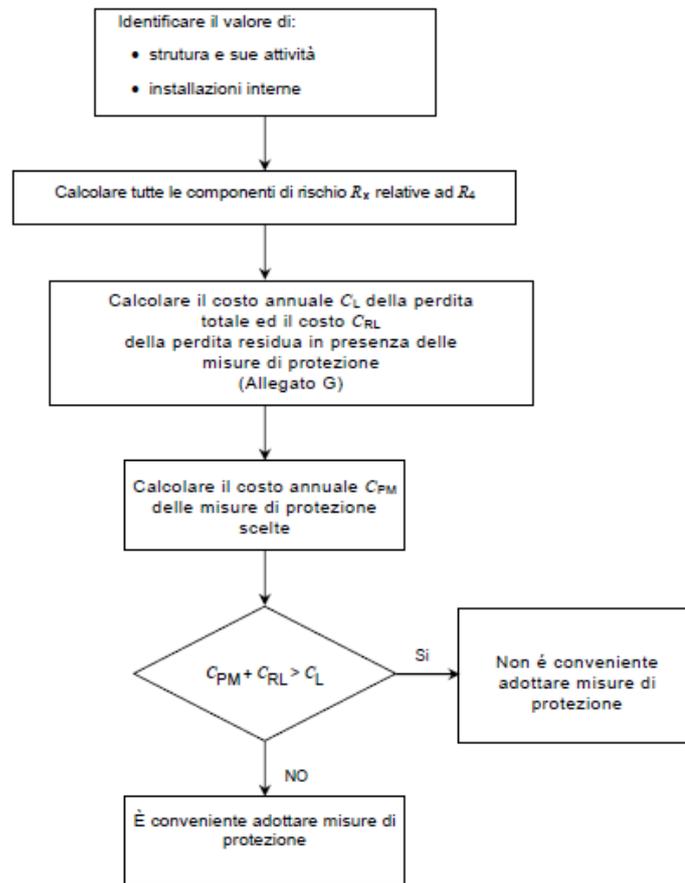


Figura 2. Procedura per valutare la convenienza economica delle misure di protezione

7.9. Dati iniziali

7.9.1. Dati relativi alla struttura

L'individuazione della struttura da proteggere è essenziale per definire le dimensioni e le caratteristiche da utilizzare per la valutazione dell'area di raccolta.

Solitamente la struttura che si vuole proteggere coincide con un intero edificio a sé stante, fisicamente separato da altre costruzioni; pertanto, ai sensi dell'art. A.2.1.2 della norma CEI EN 62305-2, le dimensioni e le caratteristiche della struttura da considerare sono quelle dell'edificio stesso.

In relazione anche alla sua destinazione d'uso, la struttura può essere soggetta a:

Tipo di perdita	Rischi associati
L1: perdita di vite umane	Rischio R1
L2: perdita di servizio pubblico	Rischio R2
L3: perdita di patrimonio culturale insostituibile	Rischio R3
L4: perdita economica	Rischio R4

Tabella 10. Tipologia di perdite e rischi da valutare

Nelle relazioni di ciascun sito sono stati valutati i rischi **R1, R2**; il rischio **R3** non è stato valutato perché non è pertinente. Il rischio **R4** non è stato valutato su indicazioni del committente, è stata però valutato il valore della **frequenza di danno**.

7.9.2. Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle linee elettriche riportate all'interno della presente relazione di verifica.

La struttura è servita dalle linee di tele comunicazione riportate all'interno della presente relazione di verifica.

Le caratteristiche delle linee sono riportate all'interno della presente relazione di verifica.

7.9.3. Definizione e caratteristiche delle zone

In base alle caratteristiche delle zone, quali:

- o compartimenti antincendio;
- o eventuali locali già protetti contro il LEMP (impulso elettromagnetico);
- o i tipi di superficie del suolo all'esterno della struttura, i tipi di pavimentazione interni ad essa e l'eventuale presenza di persone;
- o le altre caratteristiche della struttura e, in particolare il lay-out degli impianti interni e le misure di protezione esistenti.

sono state definite le zone.

Le caratteristiche delle zone, i valori medi delle perdite, i tipi di rischio presenti e le relative componenti sono riportate nella presente relazione di valutazione.

7.10. Calcolo delle aree di raccolta della struttura e delle linee elettriche esterne

L'area di raccolta Ad dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata graficamente secondo il metodo indicato nella Norma CEI EN 62305-2, art. A.2, ed è riportata nel disegno presente nella presente relazione di verifica.

L'area di raccolta Am dei fulmini a terra vicino alla struttura, che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovratensioni indotte, è stata valutata graficamente secondo il metodo indicato nella Norma CEI EN 62305-2, art. A.3, ed è riportata nel disegno presente nella presente relazione di verifica.

Le aree di raccolta Al e Ai di ciascuna linea elettrica esterna sono valutate analiticamente come indicato nella Norma CEI EN 62305-2, art. A.4.

I valori delle aree di raccolta (A) e i relativi numeri di eventi pericolosi all'anno (N) sono riportati nell'Appendice Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi presente nella presente relazione di verifica.

I valori delle probabilità di danno (P) per il calcolo delle varie componenti di rischio considerate sono riportate nella presente relazione di verifica per la struttura non protetta.

7.11. Calcolo delle perdite

Il valore della perdita Lx per una struttura dipende dal:

- numero delle persone e del tempo per cui esse rimangono nel luogo pericoloso;
- tipo e importanza del servizio pubblico;
- valore dei beni interessati dal danno.

La perdita **Lx** varia con il tipo di perdita considerata (**L1, L2, L3 e L4**) e, per ciascun tipo di perdita, con il tipo di danno (**D1, D2 e D3**) che ha provocato la perdita.

Sono adottati i seguenti simboli:

- **Lt** è la perdita dovuta alle tensioni di contatto e passo;
- **Lf** è la perdita dovuta a danno materiale (es. esplosione o incendio);
- **Lo** è la perdita dovuta ai guasti degli impianti interni.

Valori delle perdite

- Rischio 1 e 2:

$$L_x = np / nt \times t / 8760$$

Dove:

- np = numero persone (utenti) danneggiati (per zona);
- nt = numero persone (utenti) presenti nella struttura;
- t = tempo permanenza (perdita del servizio);
- 8760 = numero di ore in un anno.

- Rischio 3 e 4

$$L_x = c / ct$$

Dove:

- c = valore medio della possibile perdita (per zona);
- ct = valore totale della struttura.

I valori delle perdite sono riportati nelle tabelle seguenti.

Perdita	Descrizione	CEI 81-10; V1
L _t	Persone all'interno di edifici	0,01
	Persone all'esterno di edifici	0,01
L _f	Ospedali, alberghi, civile abitazione	0,01
	Industriale, commerciale, scuole	0,005
	Pubblico spettacolo, chiese, musei	0,002
	Altri	0,001
L _o	Rischio esplosione	0,01
	Persone all'interno di edifici	0,0001

Tabella 11. Coefficienti moltiplicativi per il calcolo di "R1" (perdita di vite umane)

Perdita	Descrizione	CEI 81-10; V1
L _f	Gas, acqua	0,1
	TV, TLC, energia elettrica	0,01
L _o	Gas, acqua	0,01
	TV, TLC, energia elettrica	0,001

Tabella 12. Coefficienti moltiplicativi per il calcolo di "R2" (perdita di inaccettabile di servizio pubblico)

STUDIO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

RELAZIONE IMPIANTI ELETTRICI E AUTOMAZIONE

Perdita	Descrizione	CEI 81-10; V1
L _t	Museo, galleria	0,1

Tabella 13. Coefficienti moltiplicativi per il calcolo di "R3" (perdita di patrimonio culturale insostituibile)

Perdita	Descrizione	CEI 81-10; V1
L _t	Persone all'interno di edifici	0,01
	Persone all'esterno di edifici	0,01
L _f	Ospedale, industriale, museo, galleria	0,5
	Albergo scuola, ufficio, chiesa, pubblico spettacolo, attività commerciale	0,2
	Altri	0,1
L _o	Rischio esplosione	0,1
	Ospedale, industriale, ufficio, albergo, attività commerciale	0,01
	Museo, agricolo, scuola, chiesa, pubblico spettacolo	0,001
	Altri	0,0001

Tabella 14. Coefficienti moltiplicativi per il calcolo di "R4" (perdita economica)

7.12. Valutazione del rischio (CEI EN 62305 – 2)**7.12.1. Rischio e componenti di Rischio**

La necessità della protezione contro il fulmine di un oggetto deve essere valutata al fine di ridurre le perdite dei valori sociali L1, L2 ed L3 e al fine di valutare se la protezione sia o meno necessaria, occorre effettuare la valutazione del rischio secondo la norma CEI EN 62305-2.

La norma definisce:

- **Rischio R** : valore della probabile perdita annua (persone e cose) dovuta al fulmine, riferito al valore totale (persone e cose) dell'oggetto da proteggere
- **Rischio tollerabile RT** : massimo valore di rischio che può essere tollerato per l'oggetto da proteggere

La protezione contro il fulmine è necessaria se il rischio **R** (R_1 , R_2 ed R_3) è superiore al livello di rischio tollerabile **RT**:

$$R > RT$$

In questo caso devono essere adottate misure di protezione al fine di ridurre il rischio **R** (R_1 , R_2 ed R_3) al valore di rischio tollerabile **RT**

$$R \leq RT$$

Per una struttura il rischio **R** relativo al fulmine, in un dato periodo di tempo, è il prodotto del numero di fulmini **N** che possono interessare quella struttura nel periodo di tempo considerato, in genere un anno, per la probabilità **P** che il fulmine provochi una perdita, per l'entità media della perdita conseguente **L**:

$$R = N \times P \times L$$

Per ogni tipo di perdita, il rischio relativo è la somma di diversi rischi parziali chiamati "componenti di rischio".

- **Componente di rischio R_x** : rischio parziale dipendente dalla sorgente e dal tipo di danno

$$R_x = N_x \times P_x \times L_x$$

dove

- N_x è il numero di eventi pericolosi;
- P_x è la probabilità di danno;
- L_x è la perdita conseguente.

Il calcolo della valutazione del rischio va eseguito tenendo conto delle componenti di rischio.

Il rischio relativo al fulmine è scomposto dalla **norma CEI 81-10** in otto componenti:

Diretta dell'edificio	
RA	Danni ad esseri viventi per tensione di passo e contatto
RB	Danni materiali (es. esplosione o incendio)
RC	Guasto a impianti interni
Diretta di linea	
RU	Danni ad esseri viventi per tensione di contatto
RV	Danni materiali (es. esplosione o incendio)
RW	Guasto a impianti interni
Indiretta dell'edificio	
RM	Guasto a impianti interni causato da LEMP
Indiretta di linea	
RZ	Guasto a impianti interni per sovratensioni

Tabella 15. Componenti rischio relativo al fulmine

Le componenti di rischio concorrono a formare i quattro tipi di rischio

- **R1:** rischio di perdite di vite umane:

$$\mathbf{R1 = RA + RB + RC* + RM* + RU + RV + RW* + RZ*}$$

* solo nel caso di strutture con rischio di esplosione, di ospedali o di altre strutture, in cui guasto di impianti interni provocano immediato pericolo per la vita umana.

- **R2:** rischio di perdita inaccettabile di servizio pubblico:

$$\mathbf{R2 = RB + RC + RM + RV + RW + RZ}$$

- **R3:** rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile:

$$\mathbf{R3 = RB + RV}$$

- **R4:** rischio di perdita economica:

$$\mathbf{R4 = RA** + RB + RC + RM + RU** + RV + RW + RZ}$$

** solo in strutture ad uso agricolo in cui si può verificare la perdita di animali

Il valore totale del rischio R è la somma delle componenti di rischio considerate.

Il rischio complessivo può essere visto anche come somma di contributi legati a:

- tipo di fulminazione (diretta o indiretta);

- tipo di danno (ad esseri viventi, alle cose, o alle apparecchiature).

Con riferimento al tipo di fulminazione:

$$R = RD + R1$$

Dove:

- **RD = RA + RB + RC** è il rischio relativo ai fulmini che colpiscono direttamente la struttura (fulminazione diretta della struttura);
- **R1 = RM + RU + RV + RW + RZ** è il rischio relativo ai fulmini che non colpiscono direttamente la struttura (fulminazione indiretta della struttura e fulminazione diretta e indiretta delle linee entranti).

Con riferimento al tipo di danno:

$$R = RS + RF + RO$$

Dove:

- **RS = RA + RU** è il rischio relativo ai danni ad esseri viventi RF = RB + RV è il rischio relativo ai danni fisici;
- **RO = RC + RM + RW + RZ** è il rischio relativo alle avarie di apparecchiature elettriche ed elettroniche.

7.12.2. La valutazione/rivalutazione del rischio di fulminazione:

Per i nuovi edifici la norma tecnica da utilizzare per valutare il rischio di fulminazione e definire se gli edifici stessi sono auto protetti è la CEI EN 62305.

Nel caso gli edifici non risultino auto protetti nei confronti delle fulminazioni, la stessa norma definisce i sistemi di protezione da adottare.

Per gli edifici esistenti per i quali la valutazione del rischio di fulminazione era già stata effettuata precedentemente in base alle norme tecniche precedentemente in vigore (Norme CEI 81-1 e CEI 81-4) viene spontaneo chiedersi se debba essere effettuata la rivalutazione del rischio di fulminazione.

In merito occorre tenere presente il Codice Civile, il D.Lgs. 81/08 e la norma CEI 81-10 V1.

In particolare:

- l'art. 2087 del Codice Civile impone all'imprenditore di adottare nell'esercizio dell'impresa le misure che, secondo la particolarità del lavoro, l'esperienza e la tecnica, sono necessarie a tutelare l'integrità fisica e la personalità morale dei prestatori di lavoro;

- l'art. 29 del D.Lgs. 81/08 impone al Datore di Lavoro di rielaborare la valutazione dei rischi e il documento di valutazione in relazione al grado di evoluzione della tecnica;
- la norma CEI 81-10 V1 cita " La valutazione del rischio deve essere eseguita per tutte le strutture in conformità alle norme CEI EN 62305 – 2 (CEI 81-10/2) e devono essere individuate le misure di protezione necessarie a ridurre il rischio a valori non superiori a quello ritenuto tollerabile dalla norma stessa "

La valutazione del rischio di fulminazione eseguita in conformità alla norma CEI EN 62305 – 2 (CEI 81-10/2) risulta più restrittiva (e quindi garantisce maggior tutela delle persone) rispetto alle valutazioni già effettuate in base alla norma CEI 81-1 o alla norma CEI 81-4.

Nei casi in cui la rivalutazione del rischio di fulminazione evidenzierà che la struttura non risulta più auto protetta nei confronti delle fulminazioni, il Datore di Lavoro ha l'obbligo di individuare e realizzare le misure di protezione necessarie a ridurre il rischio a valori non superiori a quello ritenuto tollerabile dalla norma CEI EN 62305 – 2 (CEI 81-10/2).

Pertanto, si può concludere che:

la norma **CEI EN 62305 – 2** è lo strumento che il datore di Lavoro ha a disposizione per verificare l'auto protezione di una struttura, nei confronti delle scariche atmosferiche, effettuando una specifica valutazione dei rischi.

Per i nuovi edifici si utilizza tale norma per effettuare la valutazione del rischio di fulminazione.

Per gli edifici esistenti nei quali la valutazione del rischio di fulminazione era già stata effettuata in base alle norme tecniche precedentemente in vigore (Norme CEI 81-1 e CEI 81-4), il Datore di Lavoro dovrà effettuare nuovamente la valutazione in conformità alla norma CEI EN 62305 – 2 e se necessario dovrà individuare e realizzare le misure di protezione necessarie a ridurre il rischio a valori non superiori a quello ritenuto tollerabile dalla norma CEI EN 62305 – 2 stessa.

7.12.3. Zone di protezione contro il fulmine

Le misure di protezione - quali LPS, funi di guardia, schermature e SPD – determinano le Zone di protezione LPZ.

Zone esterne alla struttura

- LPZ0A è la zona dove il pericolo è dovuto alla fulminazione diretta e dall'esposizione al totale campo magnetico; gli impianti interni possono essere soggetti alla corrente di fulmine (totale o parziale);
- LPZ0B è la zona protetta contro la fulminazione diretta, ma dove il pericolo è l'esposizione al totale campo magnetico; gli impianti interni possono essere soggetti a frazioni della corrente di fulmine.

Zone interne alla struttura (protette da scarica diretta)

- LPZ1 è la zona in cui la corrente è limitata dalla suddivisione della corrente di fulmine e dalla presenza di SPD al confine della zona stessa;
- LPZ2...n è la zona in cui la corrente è ulteriormente limitata dalla suddivisione della corrente di fulmine e dalla presenza di ulteriori SPD ai confini delle diverse zone.

Nelle strutture in cui è solamente stata definita la LPZ1, gli SPD devono essere installati almeno all'ingresso della linea nella struttura.

7.12.4. Luoghi con pericolo di esplosione (Variante V1 alla CEI 81-10)

Per la struttura che contiene materiali esplosivi o solidi o zone pericolose di tipo 0 o 20, nella valutazione del rischio dovuto al fulmine, il coefficiente di riduzione r_f (applicato alle perdite per danno materiale L_f) deve essere assunto pari a 1.

Le componenti di rischio influenzate dal pericolo di esplosione sono: RB e RV (danni materiali alla struttura).

Ai fini della valutazione del rischio la presenza di zone con pericolo di esplosione di tipo 0 o 20 può essere trascurata quando sono rispettate entrambe le seguenti condizioni:

- sia esclusa la possibilità di fulminazione diretta della zona con pericolo di esplosione;
- siano impediti in dette zone scariche pericolose dovute a frazioni della corrente di fulmine o a correnti indotte.

7.13. Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche (se necessario)**7.13.1. Generalità**

Le scariche atmosferiche che colpiscono una struttura possono dare luogo ad effetti diversi e causare danni più o meno gravi a seconda dei parametri della corrente del fulmine (valori della corrente di cresta, della pendenza massima della corrente, dell'energia specifica, ecc.) e del tipo di fulminazione diretta o indiretta.

Le scariche dirette causano danni più consistenti ed evidenti dovuti principalmente all'effetto termico ed agli sforzi elettrodinamici di origine meccanica conseguenti all'elevato valore della corrente di fulmine che attraversa l'impianto di protezione o la struttura stessa.

Il campo elettromagnetico di forte intensità che si forma durante il passaggio della corrente, può dare luogo a tensioni indotte che possono causare cedimenti di isolamento e danni alle apparecchiature elettriche ed elettroniche quali quadri elettrici, computer, apparecchi hi-fi, televisori, sistemi di allarme, ecc.

La dispersione della corrente di fulminazione attraverso il terreno, causa a sua volta un innalzamento del valore della tensione totale di terra i cui gradienti di tensione possono dare luogo a tensioni di passo di valore elevato e pericoloso per le persone soprattutto quando la resistività del terreno è elevata.

Le scariche indirette, se pur meno distruttive delle scariche dirette, di solito si propagano attraverso masse estranee varie, quali tubazioni o cavi elettrici, e gli effetti di induzione elettromagnetica che si manifestano all'interno del volume protetto della struttura possono causare incendi, danni agli apparati elettronici ed interventi intempestivi degli interruttori differenziali creando disappunto e disagio soprattutto negli ambienti non presidiati da personale addestrato.

Un impianto parafulmine se ben progettato e realizzato con materiali idonei ed appropriati dovrebbe prevenire e ridurre al minimo i rischi ed i danni provocati dalle scariche atmosferiche.

Si può affermare che un impianto parafulmine ben realizzato e conforme alle norme CEI 81-1, costituisce una buona ed accettabile protezione sia contro i fulmini ascendenti sia contro i fulmini discendenti ed anche contro le fulminazioni dirette ed indirette.

Viceversa se un impianto parafulmine non è realizzato a regola d'arte e correttamente in ogni sua parte, può aumentare notevolmente le condizioni di rischio in caso di fulminazione.

7.13.2. Tipologia dell'impianto di protezione

L'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche, se richiesto, dovrà essere del tipo passivo a maglia reticolare denominato gabbia di Faraday, eventualmente integrato con punte captanti di Franklin.

7.13.3. Impianto di protezione di base con parafulmine a maglia reticolare

Un impianto di base per la protezione contro le fulminazioni di solito è richiesto quando il probabile numero di fulmini (N_d) che può colpire la struttura da proteggere è maggiore del numero di fulmini ammissibile (N_a) per il volume da proteggere.

Negli altri casi la struttura si può considerare auto protetta contro le fulminazioni dirette e quindi si potrebbe evitare di installare un impianto parafulmine.

Le parti costitutive di un parafulmine a gabbia di Faraday sono: gli organi di captazione, gli organi di discesa ed i dispersori.

7.13.4. Organi di captazione

Per organi di captazione possono essere impiegati tondini o bandelle di acciaio zincato o alluminio o rame; la scelta del tipo di materiale sarà dettata da considerazioni di ordine estetico e dalla tipologia della struttura da proteggere.

L'installazione degli organi captatori dovrà essere effettuata tenendo conto che nelle giunzioni dovranno essere garantiti almeno 20 mm di sovrapposizione e 200 mm² di superficie di contatto.

Onde evitare fenomeni corrosivi ed anche per ridurre gli effetti di eventuali scariche laterali è d'uopo distanziare i captatori dal tetto.

I captatori naturali come grondaie ed altre parti metalliche come antenne televisive e strutture di qualsiasi tipo devono essere interconnesse agli organi di captazione seguendo percorsi lineari e più brevi possibili.

7.13.5. Organi di discesa

Per organi di discesa possono essere impiegati tondini o bandelle o trecce di acciaio zincato o alluminio o rame, oppure, quando possibile, possono essere impiegati i ferri d'armatura dei pilastri del cemento armato della struttura; la scelta del tipo di materiale sarà dettata da considerazioni di ordine estetico e dalla tipologia della struttura da proteggere.

Nei casi di utilizzo di materiali collocati al di fuori della struttura, al fine di ridurre al minimo il danno estetico, è consigliabile impiegare materiali simili a quelli costituenti le grondaie ed i pluviali, cui le calate dovranno essere normalmente affiancate, in modo da garantire una durata nel tempo almeno pari a quella delle suddette strutture.

Anche in questo caso l'installazione degli organi di discesa dovrà essere effettuata tenendo conto che nelle giunzioni dovranno essere garantiti almeno 20 mm di sovrapposizione e 200 mm² di superficie di contatto.

Nel caso di utilizzo dei ferri d'armatura delle strutture del cemento armato l'impresa edile dovrà sottoscrivere una regolare dichiarazione di esecuzione delle legature a regola d'arte e di continuità dei ferri di armatura dei pilastri interessati, nonché fornire una esauriente documentazione fotografica.

Le calate dovranno essere posizionate almeno in corrispondenza degli spigoli dell'edificio, dove la possibilità di fulminazione è maggiore; inoltre dovranno essere evitati percorsi in prossimità di porte o finestre per impedire che persone possano venire a contatto con i conduttori mentre sono soggetti ad una corrente di fulminazione.

Nei casi in cui non sia possibile raggiungere la distanza di sicurezza tra porte, finestre e calate sarà necessario che i conduttori siano protetti tramite tubi o canalette in materiale isolante di spessore almeno 3 mm; provvedimenti simili sono necessari anche quando le calate sono accessibili alle persone e / o sono complessivamente meno di quattro.

Al fine di garantire una buona protezione meccanica dovranno essere previsti protezioni, dello stesso tipo come sopra descritto, in tutti i tratti terminali accessibili delle calate fino a 2,5 m dal suolo.

7.13.6. Dispersori

Per dispersori possono essere impiegati tondini o bandelle di acciaio zincato o rame, oppure, quando possibile, possono essere impiegati i ferri d'armatura delle fondazioni e/o delle pavimentazioni e/o delle vasche di cemento armato della struttura; la scelta del tipo di materiale sarà dettata da considerazioni di ordine pratico - economico - manutentivo.

Normalmente l'impianto di terra sarà unico ed equipotenziale ed avrà la duplice funzione sia di proteggere le strutture contro i fulmini sia di protezione contro i contatti diretti ed indiretti.

Nel caso sia richiesto un dispersore ad anello perimetrale alla struttura da proteggere, esso dovrà essere costituito sia da elementi disperdenti verticali, sia da dispersore orizzontale (ad anello) collocati ad almeno 50 cm di profondità e ad una distanza di almeno un metro dalla struttura.

Per rendere ispezionabili e sezionabili gli elementi disperdenti saranno previsti sia appositi pozzetti d'ispezione entro cui collocare i dispersori verticali (ad una distanza non superiore a 25 m uno dall'altro), sia elementi sezionabili da porre entro cassette ispezionabili (una per ogni calata).

7.13.7. Realizzazione dell'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche

Nel caso in cui, in base alla verifica effettuata, si debba adottare l'impianto di protezione base, in base all'efficienza dell'impianto calcolato con la formula $E > 0 = E_c = 1 - N_a / N_d$, si avrà:

- $E_c > 0,98$, impianto di livello I (+ misure di protezione addizionali)
- $0,95 < E_c \leq 0,98$, impianto di livello I
- $0,90 < E_c \leq 0,95$, impianto di livello II
- $0,80 < E_c \leq 0,95$, impianto di livello III
- $0 < E_c \leq 0,80$, impianto di livello IV

In base a quanto sopra si potrà definire la dimensione massima del lato della maglia della gabbia di Faraday come segue:

- livello I; lato massimo di maglia 5 m
- livello II; lato massimo di maglia 10 m
- livello III; lato massimo di maglia 15 m
- livello IV; lato massimo di maglia 20 m

In base a quanto sopra ed in base alle eventuali caratteristiche che possono influenzare la realizzazione dell'impianto quali: forma e tipo di copertura; sovrastrutture del tetto; strutture portanti; continuità elettrica dei ferri del cemento armato; grandi masse metalliche; impianti elettrici e telefonici; ecc.

L'impianto di protezione contro le fulminazioni dirette (impianto base) è costituito dagli elementi normali e naturali atti alla captazione, alla adduzione ed alla dispersione a terra della corrente del fulmine, quali organi di captazione, calate e dispersori.

L'impianto e le sue parti possederanno un'adeguata robustezza per resistere senza danni agli sforzi elettrodinamici che si possono originare al passaggio della corrente di un fulmine; avranno una bassissima resistività elettrica per evitare dannosi effetti termici durante la scarica e dovranno conservare la propria efficienza nel tempo.

Gli organi di captazione saranno scelti in modo che la struttura da proteggere risulterà contenuta nel volume protetto e con il livello di protezione prestabilito.

Essi dovranno essere costituiti da una rete in materiale conduttore di: piattina di acciaio zincato di sezione minima 20 x 3 mm; oppure in tondino di acciaio zincato di diametro minimo 8 mm; oppure di corda in acciaio zincato di sezione minima 50 mm²; oppure di piattina di rame di sezione minima 20 x 2 mm; oppure in tondino di rame di diametro minimo 7 mm; oppure di corda di rame di sezione minima 35 mm², formanti una maglia di lato massimo 16 m.

Gli organi di discesa saranno normali (calate) o naturali (corpi metallici esistenti nella struttura, ferri di armatura), essi dovranno essere posizionati a non più di 25 m l'uno dall'altro, lungo il perimetro dell'edificio; essi saranno, inoltre, interconnessi in almeno un punto a non più di 5 m dal dispersore ed ogni 25 m di altezza (l'anello di terra si ritiene un'ottima interconnessione).

Nell'esecuzione delle calate sarà necessario evitare percorsi non rettilinei, in particolare in luoghi dove l'eventuale presenza di un corpo umano possa chiudere, per la corrente del fulmine, un percorso verso terra.

Su tutte le calate, in prossimità del collegamento al dispersore, o 30 cm fuori terra se il dispersore è di materiale diverso dalla calata, sarà prevista una giunzione apribile, al fine di consentire verifiche o misure sull'impianto.

L'organo di dispersione sarà costituito a scelta da una rete che copre, analogamente a quella di captazione, tutto il terreno sottostante l'edificio; oppure da un anello di terra che percorre interrato nudo, a diretto contatto con il terreno, tutto il perimetro dell'edificio; oppure da un anello di terra integrato, in corrispondenza di ogni calata, da un picchetto infisso verticalmente nel terreno per almeno 2,5 m; oppure spezzoni di conduttore interrati orizzontalmente per una lunghezza di 3 m almeno in corrispondenza di ogni calata, radialmente al volume protetto; oppure picchetti infissi verticalmente per almeno 3 m in corrispondenza di ogni calata; oppure piastre di dispersione delle dimensioni di 500 x 1.000 x 5 mm, interrate in corrispondenza di ogni calata.

Il dispersore sarà posto ad almeno 50 cm di profondità dal piano di calpestio.

I dispositivi di messa a terra dell'impianto di protezione contro i contatti indiretti saranno gli stessi o comunque saldamente collegati a quelli contro la protezione contro le scariche atmosferiche.

I conduttori della rete di captazione e delle calate saranno saldamente ancorati con supporti posti a distanza non superiore l'uno a 1,5 m dall'altro, in modo comunque da evitare rotture dovute alle sollecitazioni elettrodinamiche termiche o accidentali.

7.14. Impianto integrativo per protezioni da sovratensioni

7.14.1. Generalità

Quando il danno delle scariche laterali potrebbe dare luogo a situazioni di pericolo per le persone e causare danni alle cose è necessario un impianto di protezione integrativo.

In tal caso le masse estranee ed i corpi metallici esistenti all'interno del volume da proteggere sono collegati direttamente o tramite idonei limitatori di tensione agli elementi strutturali dell'impianto di protezione base al fine di creare una perfetta equipotenzialità elettrica.

L'impianto integrativo sarà comunque realizzato quando $N_t \times L$, è maggiore al valore limite di scariche indirette ammesso N_I a seconda che la struttura abbia impianti interni essenziali oppure no, dove N_t è la densità annuale di fulmini a terra per km^2 relativa alla zona in cui è situata la struttura e L è la lunghezza della linea (km) dalla struttura fino al primo nodo della rete o al più vicino trasformatore.

7.14.2. Realizzazione dell'impianto integrativo contro le scariche atmosferiche

Le principali misure di protezione sono:

- l'impianto di protezione contro i fulmini (LPS) la cui realizzazione va eseguita in conformità alla norma CEI EN 62305-4;
- un sistema di SPD realizzato in conformità alla norma CEI EN 62305-4.

7.14.2.1. Impianto di protezione LPS

Impianto di protezione LPS (Lighting Protection System) è l'impianto completo usato per ridurre il danno materiale dovuto alla fulminazione diretta della struttura.

L'impianto di protezione integrativo contro le fulminazioni indirette è costituito da tutti i dispositivi, quali connessioni equipotenziali, limitatori di tensione, ecc., atti a contrastare gli effetti associati al passaggio della corrente del fulmine (tensioni di passo, tensioni indotte, sovra tensioni, ecc.) nell'impianto base o nelle strutture e masse estranee ad esso adiacenti.

Sono previste connessioni equipotenziali, dirette o tramite limitatori di tensione, fra i corpi metallici esistenti all'interno del volume da proteggere e fra questi e l'impianto di protezione base; inoltre sono previsti idonei sistemi coordinati di protezione da sovratensioni sul lato B.T. sia del quadro

generale, sia dei quadri periferici nonché idonee protezioni su tutte le linee elettriche o segnaletiche o seriali entranti o uscenti dai vari manufatti.

7.14.2.2. Limitatore di sovra tensione SPD

Il Limitatore di sovratensioni SPD (Surge Protective Device) è il dispositivo per limitare le sovratensioni e deviare le sovracorrenti.

Il Sistema di SPD è il gruppo di SPD adeguatamente scelto, coordinato ed installato per ridurre i guasti dei sistemi elettrici ed elettronici.

I limitatori di sovratensione SPD hanno lo scopo di evitare il danneggiamento di circuiti e di apparati causati da sovratensioni di origine esterna (fulminazioni) e di origine interna (manovre o interventi di dispositivi di protezione).

L'SPD deve contenere l'ampiezza delle sovratensioni al di sotto del livello di isolamento degli apparati assicurando, allo stesso tempo, la desiderata qualità del servizio ed una sua accettabile durata di vita.

7.14.2.3. Coordinamento degli SPD

Più SPD in cascata tra loro devono essere coordinati onde evitare un invecchiamento precoce o addirittura il danneggiamento dei dispositivi più sensibili.

Il coordinamento ha il fine di suddividere l'energia associata alla sovratensione tra i vari SPD, in modo da rispettare la capacità di scarica di ciascuno di essi.

Due SPD sono coordinati se, per ogni livello e forma d'onda di corrente ad impulso, l'energia dissipata attraverso l'SPD a valle è uguale o inferiore alla massima energia che esso può sopportare.

I parametri che influiscono sulla ripartizione della corrente (associata alla sovratensione) tra due SPD sono:

- la distanza d (o meglio l'impedenza Z) tra i due SPD;
- il livello di protezione dei dispositivi ($U_p/f_2 < U_p/f_1$);
- le correnti nominali di scarica degli SPD.

Nella scelta del livello di protezione (U_p) da attribuire a ciascun SPD è opportuno prevedere un adeguato margine di sicurezza per tenere conto del possibile degrado nel tempo delle caratteristiche di protezione dell'SPD e, se del caso, delle incertezze esistenti nel coordinamento tra più dispositivi. Un coefficiente (b) di riduzione del 10% - 20% del valore di U_p richiesto appare congruo.

Un'apparecchiatura con tensione di tenuta ad impulso U_w è protetta da un SPD con livello di protezione U_p/f se sono soddisfatte le condizioni seguenti:

1. $U_p/f \leq b U_w$

Se la lunghezza del circuito tra SPD ed apparecchiatura da proteggere è trascurabile. Esempi tipici sono gli SPD installati direttamente ai morsetti dell'apparecchiatura o sulle prese terminali se i cordoni non superano qualche metro.

2. $U_p/f \leq b U_w/2$

Se la lunghezza del circuito tra SPD ed apparecchiatura da proteggere è di pochi metri. Esempi tipici sono gli SPD installati nei quadri di distribuzione secondaria (Q.S.) o alle prese terminali se la lunghezza non supera qualche metro.

3. $U_p/f \leq b(U_w - U_i)/2$

Se la lunghezza del circuito tra SPD ed apparecchiatura da proteggere è dell'ordine della decina di metri. Esempi tipici sono gli SPD installati nel quadro di distribuzione principale, all'ingresso della linea nella struttura (Q.G.).

7.14.2.4. Scelta degli SPD

Gli SPD, quindi, vanno scelti a seconda:

- del loro punto di installazione nell'impianto e della relativa corrente di scarica;
- della tensione di tenuta ad impulso delle apparecchiature da proteggere e della distanza esistente tra queste e l'SPD che deve essere inferiore alla distanza di protezione determinata da fenomeni di oscillazione e induzione.

Poiché le sovratensioni più frequenti e pericolose sono quelle verso terra, gli SPD vanno installati tra conduttori attivi e terra.

La posizione dell'SPD rispetto all'apparecchiatura da proteggere è influenzata dal modo in cui le sovratensioni sono generate:

- sovratensioni per accoppiamento resistivo sull'impianto di terra dell'edificio;
- sovratensioni per accoppiamento induttivo nei circuiti interni dell'edificio;
- sovratensioni provenienti dalla linea.

Gli SPD devono essere installati in modo tale che gli apparati risultino essere collegati entro la distanza di protezione intesa come la distanza, misurata lungo il circuito, entro cui un SPD riesce a proteggere un'apparecchiatura.

I parametri fondamentali dell'SPD sono:

- la classe di prova;
- il potere di scarica;
- la tensione di protezione.

La classe di prova I, II o III identifica l'SPD ed il tipo di protezione che è in grado di effettuare.

L'SPD di classe I è adatto alla protezione da scariche dirette.

L'SPD di classe II è adatto alla protezione da scariche indirette eliminando le sovratensioni generate dal fulmine deviando la corrente.

L'SPD di classe III è adatto alla protezione da scariche indirette proteggendo le apparecchiature dalle sovratensioni indotte.

SPD di Tipo 1 vanno installati all'arrivo della linea;

SPD di Tipo 2 vanno installati nei quadri di distribuzione intermedi;

SPD di Tipo 3 vanno installati vicino agli apparati da proteggere

7.14.3. Altre misure di protezione (integrative)

Altre misure integrative possono essere:

a) misure per ridurre le probabilità di danno:

- incremento della resistività superficiale del suolo nella fascia di 3 m intorno alla struttura;
- incremento della resistività superficiale dei pavimenti interni della struttura;
- schermatura totale o parziale della struttura;
- schermatura dei circuiti interni alla struttura;
- idonea distribuzione del cablaggio dei circuiti interni alla struttura;
- uso di apparecchiature con tensione di tenuta ad impulso elevata;
- schermatura delle linee elettriche entranti.

b) misure per limitare l'entità delle perdite da incendio:

- estintori;
- idranti;
- impianti di allarme incendio;
- impianti di estinzione;
- vie di fuga protette;
- compartimentazione antincendio.

c) misure per impedire il contatto con parti pericolose all'esterno:

- isolamento;
- barriere;
- cartelli monitori.

In conclusione si ha:

1. Misure di protezione atte a ridurre i danni a esseri viventi dovuti a tensione di contatto e passo costituite da:

- adeguato isolamento delle parti conduttive esposte;
- equipotenzializzazione del suolo per mezzo di un dispersore a maglia;
- barriere e cartelli ammonitori.

2. Misure di protezione atte a ridurre i danni materiali:

- per le strutture:
 - impianto di protezione contro il fulmine (LPS);
- per i servizi:
 - fune di guardia;
 - Misure di protezione atte a ridurre i guasti negli impianti elettrici ed elettronici;
- per le strutture:
 - impianto di protezione contro il LEMP consistente nei seguenti provvedimenti utilizzabili da soli o congiuntamente;
 - Messa a terra ed equipotenzializzazione;
 - Schermatura;
 - Percorso delle linee;
 - Sistema di SPD.
- per i servizi:
 - Limitatori di sovratensioni (SPD) distribuiti lungo la linea ed al termine della linea stessa;
 - Cavi schermati.

7.14.4. Considerazioni finali

Particolare attenzione, per evitare che si formino tensioni di passo e di contatto pericolose, dovrà essere rivolta alla installazione del dispersore di terra che dovrà essere idoneo a disperdere correnti ad impulso di grande intensità generate dalla fulminazione; per ridurre al minimo il valore dell'impedenza ad impulso il dispersore verticale dovrà essere integrato con conduttori radiali della lunghezza di qualche metro.

7.15. DISPOSIZIONI

7.15.1. Conservazione dei requisiti di sicurezza degli impianti elettrici

Manutenzione

La manutenzione degli impianti tecnologici e dei dispositivi di sicurezza è un preciso obbligo del datore di lavoro, previsto nel D.Lgs 81/08 il quale è personalmente responsabile di programmare la manutenzione stessa.

L'attività di manutenzione deve essere svolta a regola d'arte, seguendo le prescrizioni contenute nelle norme tecniche e le indicazioni dei costruttori dei componenti dell'impianto.

Esercizio

Gli addetti devono essere istruiti addestrati e muniti di mezzi idonei a fronteggiare tempestivamente eventuali situazioni anomale di pericolo (rotture dei dispositivi SPD, eccetera), al fine di ridurre i pericoli, nonché di contenere al minimo i danni conseguenti.

8. CLASSIFICAZIONE ATEX

8.1. Leggi di riferimento

Il presente documento si riferisce a:

- ❑ D.Lgs. n° 81 del 09/04/2008 "Testo unico in materia di Salute e Sicurezza dei lavoratori" integrato dal D.Lgs. n° 106 del 03/08/2009 e successive modifiche;
- ❑ Decreto 22 gennaio 2008, n. 37 recante il riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici (G.U. n. 61 del 12-03-08),
- ❑ Legge n. 186 del 1 marzo 1968 "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici";
- ❑ D.P.R. 675 del 21 luglio 1982 "Attuazione della direttiva CEE n. 196 del 1979 relativa al materiale elettrico destinato ad essere utilizzato in atmosfera esplosiva, per il quale si applicano taluni metodi di protezione";
- ❑ D.M. del 16.2.1982 "Modifiche al D.M. del 27.9.1965 concernente la determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi";
- ❑ D.P.R. 727 del 21 luglio 1982 "Attuazione della direttiva CEE n. 76 / 117 relativa al materiale elettrico destinato ad essere utilizzato in atmosfera esplosiva";
- ❑ D.M. del 1.3.1983 "Designazione dell'organismo italiano autorizzato a procedere all'esame del materiale elettrico antideflagrante e a rilasciare i relativi certificati; pubblicazione dell'elenco comunitario degli organismi degli stati membri che rilasciano certificato di conformità e di controllo, nonché dell'elenco comunitario dei modelli dei certificati di conformità utilizzati da detti organismi e del modello CEE del certificato di conformità";
- ❑ Direttiva 2014/34/UE del 26/2/14, G.U. L 96 del 29/03/14 relativa agli apparecchi e sistemi di protezione (elettrici e non), destinati ad essere utilizzati in atmosfere potenzialmente esplosive.
- ❑ 97/53/CE, relativa alle costruzioni: o, p, q, d, e, i, m, sistemi "i", apparecchi e pistole manuali per verniciatura elettrostatica
- ❑ Direttiva del consiglio dell'U.E. relativa alle prescrizioni minime intese al miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori esposti al rischio di atmosfere esplosive – COM(95)310 def. – 95/0235(SYN) – G.U. della U.E. n. 95/C332 del 09/12/95.

Direttive riguardanti i materiali elettrici e non elettrici da installare in luoghi con pericolo di esplosione.

- Direttiva 2014/34/EU, concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative agli apparecchi e sistemi di protezione destinati a essere utilizzati in atmosfera

potenzialmente esplosiva. La direttiva 2014/34/UE del 26 febbraio 2014, G.U.C.E L 96 del 29/3/14, si applica agli apparecchi e sistemi di protezione elettrici e non elettrici utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva, ad esclusione di:

- ❖ Apparecchiature mediche destinate ad impiego in ambiente medico.
- ❖ Apparecchi e sistemi di protezione quando il pericolo di esplosione è dovuto esclusivamente alla presenza di sostanze esplosive o di sostanze chimiche instabili.
- ❖ Apparecchi destinati ad impieghi in ambiente domestico e non commerciale, nei quali un'atmosfera esplosiva può essere provocata soltanto raramente ed unicamente in conseguenza di una fuga accidentale di gas.
- ❖ attrezzature di protezione individuale, oggetto della direttiva 89/686/CEE del Consiglio, del 21 dicembre 1989, concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative ai dispositivi di protezione individuale.
- ❖ Navi marittime e unità mobili offshore, nonché le attrezzature utilizzate a bordo di dette navi o unità.
- ❖ Mezzi di trasporto (veicoli e loro rimorchi); N.B.: non solo esclusi i mezzi di trasporto utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva.
- ❖ Prodotti contemplati dall'art. 346, par. 1, lettera B del trattato sul funzionamento dell'Unione europea.

A riguardo della sicurezza e salute dei lavoratori si ricordano inoltre:

- Direttiva 89/391/CEE.
- D.Lgs 242/96.
- Direttiva 2012/18/UE.
- Direttiva 1999/92/CE.

Quest'ultima, in particolare, definisce gli obblighi del datore:

- Prevenire la formazione di atmosfere esplosive e valutarne la probabilità e durata.
- Valutare la probabilità di innesco dell'atmosfera esplosiva.
- Valutare l'entità degli effetti prevedibili e limitare i danni.
- Consentire lo svolgimento del lavoro in sicurezza.
- Assicurare una adeguata sorveglianza di lavoro.
- Assicurare la formazione professionale dei lavoratori.
- Provvedere ad istruzioni scritte ed autorizzazioni al lavoro.
- Assicurare le misure di protezione contro le esplosioni.
- Elaborare il documento sulla protezione contro le esplosioni, prima della messa in servizio dell'impianto e rivederlo in caso di modifiche.

Inoltre, si precisa che, per prevenire i rischi, deve considerare anche le scariche elettrostatiche provenienti sia dai lavoratori sia dall'ambiente di lavoro.

Gli impianti ed i materiali utilizzati in questi luoghi devono risultare adatti dal documento sulla protezione contro le esplosioni; se non diversamente indicato, gli apparecchi e sistemi di protezione devono rispondere alla direttiva 2014/34/UE:

- Prima della messa in servizio deve essere verificata la sicurezza degli impianti.
- Deve definire le zone con pericolo di esplosione, graduate in base alla frequenza e durata di presenza di atmosfera esplosiva; **ZONA 0, 1, 2** per gas, vapori o nebbie infiammabili; **ZONA 20, 21, 22** per le polveri infiammabili (combustibili).
- Deve indicare il gruppo e la categoria di apparecchi e sistemi di protezione per ogni tipo di zona.

Dove necessario, le zone con pericolo di esplosione verranno contrassegnate nei punti di accesso con il segnale previsto dalla direttiva qui di seguito riportato:



- Forma triangolare.
- Lettere in nero su fondo giallo e bordo nero.
- Il colore giallo deve costituire almeno il 50% della superficie del cartello.
- Dimensione adeguata al luogo di ubicazione, nel rispetto delle proporzioni sopra riportate
- Testo "PERICOLO ESPLOSIONE" e "DANGER EXPLOSION".

Devono altresì essere predisposte, se del caso, uscite di emergenza e mezzi di fuga e salvataggio per l'abbandono rapido ed in sicurezza dei luoghi a rischio.

8.2. Norme tecniche di riferimento

- ❑ Norma UNI EN 1127-1: "Atmosfere esplosive – Prevenzione dell'esplosione e protezione contro l'esplosione – Parte 1: Concetti fondamentali e metodologia"
- ❑ Norma CEI EN 60079-10-1 "Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas - Parte 10-1 - Classificazione dei luoghi pericolosi".
- ❑ Norma CEI EN 60079-10-2 "Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di polveri combustibili - Parte 10-2 - Classificazione dei luoghi pericolosi".
- ❑ Guida CEI 31-35;Ab, Atmosfere esplosive. Guida alla classificazione dei luoghi con pericolo

di esplosione per la presenza di gas in applicazione della norma CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87).

- Guida CEI 31-35/A;Ab, Atmosfere esplosive. Guida alla classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas in applicazione della norma CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87): esempi di applicazione.
- Guida CEI 31-56;Ab, Atmosfere esplosive. Guida alla classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di polveri combustibili in applicazione della Norma CEI EN 60079-10-2 (CEI 31-88).
- Norma CEI EN 60079-14 (Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas (diversi dalle miniere);
- Norma CEI EN 60079-17 (Atmosfere esplosive – Parte 17: Verifica e manutenzione degli impianti elettrici);

8.3. Concetti informativi

La classificazione dei luoghi è un metodo per analizzare e classificare l'ambiente dove si possono formare delle atmosfere esplosive, al fine di permettere una corretta individuazione dei requisiti di sicurezza degli impianti elettrici (ove presenti). Dal semplice esame di un'opera è difficile individuare quali parti possono essere assimilate alle tre definizioni di zona (zona 0, 1 e 2, zona 20, 21, 22, più avanti citate), è perciò necessario uno studio più dettagliato comprendente un'analisi della possibilità che si formi un'atmosfera esplosiva. Dopo aver determinato la possibile frequenza e durata dell'emissione (e quindi il grado delle emissioni), la portata, la concentrazione, la velocità di emissione, la ventilazione e gli altri fattori che influenzano il tipo e / o l'estensione delle zone, si dispone di una solida base per stabilire la possibile presenza di un'atmosfera esplosiva.

Questo approccio richiede pertanto considerazioni dettagliate per ciascun componente di processo contenente sostanze infiammabili e che potrebbe perciò essere una sorgente di emissione.

Nei luoghi pericolosi un'esplosione si può innescare per cause inerenti all'impianto elettrico solo quando in uno stesso ambiente coesistono contemporaneamente le seguenti tre condizioni:

- a) probabilità e durata che si formi una miscela esplosiva (infiammabile) di gas o di vapori con l'atmosfera, cioè si crei una zona pericolosa;
- b) Probabilità che si manifesti una scintilla o un arco o una temperatura superficiale troppo elevata in qualche parte dell'impianto elettrico, cioè si crei una causa d'innescio;
- c) ci sia presenza d'ossigeno.

Alla condizione a) è legato lo studio che va sotto il nome di "Classificazione dei luoghi pericolosi".

Alla condizione b) è legata la scelta del "Tipo di impianto elettrico a sicurezza" idoneo.

Dal momento che la condizione c) è imprescindibile, è necessario che la probabilità di coesistenza delle due condizioni a) e b) deve essere ridotta entro valori ritenuti accettabili; la sicurezza di non avere un'esplosione è rappresentata dal complemento a uno di tale probabilità.

È evidente che per quanto si faccia al fine di rendere sicuro l'impianto elettrico (condizione b), non si potrà mai raggiungere la sicurezza assoluta; per cui nell'esecuzione del progetto, nell'esercizio degli impianti e nelle manutenzioni, si dovrà tendere ad eliminare o comunque rendere poco probabile la condizione a) che è la causa primaria del pericolo.

La possibilità che in un luogo si crei una zona pericolosa è legata all'insieme dei seguenti fattori:

- a) proprietà chimiche, cioè stato fisico e quantità delle sostanze pericolose presenti sia in lavorazione sia in deposito, che definiscono la pericolosità del luogo;
- b) modalità di emissione ed attitudine delle parti che contengono le sostanze pericolose a limitarne la fuori uscita nell'ambiente, che definiscono la sorgente ed il suo grado di emissione;
- c) caratteristiche dell'ambiente in quanto capace di condizionare e / o modificare la dispersione o l'accumulo delle sostanze pericolose immessevi (clima, configurazione del luogo, ostacoli, ecc.), che definiscono le condizioni di ventilazione dell'ambiente.

Quando un'opera od applicazione è stata classificata e tutti i dati di riferimento sono stati registrati, è importante che nessuna modifica all'opera, od all'applicazione stessa, od alle procedure operative, avvenga senza l'accordo con i responsabili della classificazione.

È necessario che tutti i componenti dell'impianto di processo che hanno influenzato la classificazione e che sono stati oggetto di manutenzione, siano attentamente controllati durante e dopo il loro riassetto e prima della loro rimessa in servizio, per garantire che la loro integrità, per quanto attiene la sicurezza, sia stata mantenuta conforme al progetto iniziale.

8.4. Definizioni e dati utilizzati per la classificazione dei luoghi pericolosi

- Ambiente: Parte o totalità di un luogo nel quale esistono condizioni di ventilazione univocamente definite dalla norma di riferimento;
- Aperture: In relazione alla efficacia contro il trasferimento di un'atmosfera pericolosa si considerano i seguenti tipi di aperture:
 - A. - apertura priva di serramenti, oppure munita di serramenti non conformi alle caratteristiche specificate in B, C, D;
 - B. - apertura, normalmente chiusa, munita di serramenti che hanno una buona tenuta su tutto il perimetro;
 - C. - aperture, normalmente chiuse o aperte poco frequentemente, con serramenti aventi caratteristiche come in B, inoltre provviste di guarnizioni su tutto il perimetro, oppure combinazione di due B in serie;

D. - aperture, normalmente chiuse, conformi a quelle di tipo C, apribili solamente con mezzi speciali o in caso d'emergenza; oppure combinazione di una C (adiacente al luogo dal quale viene il pericolo) ed una B in serie.

- Atmosfera esplosiva per la presenza di gas: Miscela con aria, in condizioni atmosferiche, di sostanze infiammabili sotto forma di gas o vapori, la quale, dopo l'accensione, permette l'auto-sostentamento della propagazione delle fiamme. [IEC 60079-0:2013, 3.32];
- Luogo pericoloso: (in relazione alle atmosfere esplosive per la presenza di gas) Un luogo in cui è o può essere presente un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas, in quantità tale da richiedere provvedimenti particolari per la realizzazione, l'installazione e l'uso delle apparecchiature.;
- Sorgente di emissione: Un punto o parte da cui può essere emesso nell'atmosfera un gas, un vapore, una nebbia o un liquido infiammabile con una modalità tale da formare un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas. [IEC 60050-426:2009, 426-03-06];
- Gradi di emissione: Sono previsti tre principali gradi d'emissione, qui di seguito elencati in ordine decrescente di probabilità di presenza di atmosfera esplosiva per la presenza di gas:
 - grado continuo;
 - primo grado;
 - secondo grado.

I tre gradi di emissione, sopra indicati, possono essere intesi anche come ordine decrescente di probabilità d'emissione, con modalità tale da originare una miscela esplosiva.

Una sorgente di emissione può dar luogo ad uno di questi tre gradi di emissione o ad una loro combinazione.

- Emissione di grado continuo (C): Emissione continua oppure che è prevista avvenire frequentemente o per lunghi periodi;
- Emissione di primo grado (P): Emissione che può essere prevista avvenire periodicamente oppure occasionalmente durante il funzionamento normale;
- Emissione di secondo grado (S): Emissione che non prevista avvenire nel funzionamento normale e, se essa avviene, è probabile accada solo poco frequentemente e per brevi periodi;
- Portata d'emissione: Quantità di gas, liquido, vapore o nebbia infiammabile emessa nell'unità di tempo dalla sorgente di emissione;
- Zone: Classificazione del luogo pericoloso basata sulla frequenza di formazione e sulla durata di un'atmosfera esplosiva.
- Zona 0: Un luogo in cui un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas è presente continuamente o per lunghi periodi o frequentemente;
- Zona 1: Un luogo in cui un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas probabile sia presente periodicamente oppure occasionalmente, durante il funzionamento normale;

- Zona 2: Un luogo in cui un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas non è probabile sia presente durante il funzionamento normale ma, se ciò avviene: è possibile che essa esista solo per un breve periodo;
- Densità relativa all'aria di gas e vapori: Densità di un gas o di un vapore, relativa a quella dell'aria alla stessa pressione ed alla stessa temperatura (l'aria è uguale a 1,0);
- Funzionamento normale: Situazione in cui l'apparecchiatura funziona entro i propri parametri di progetto;
- manutenzione di routine: Intervento che deve essere effettuato occasionalmente o periodicamente nel funzionamento normale per mantenere le prestazioni proprie dell'apparecchiatura;
- malfunzionamento raro: Tipo di malfunzionamento che può accadere solo in circostanze rare;
- guasto catastrofico: Un evento che comporta il superamento dei parametri di progetto dell'impianto di processo e del sistema di controllo che determina l'emissione di sostanza infiammabile;
- limite inferiore d'infiammabilità (LFL): La concentrazione in aria di gas: vapore o nebbia infiammabili, al disotto della quale non si formerà un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas. [IEC 60050-426:2009, 426-02-9];
- limite superiore d'infiammabilità (UFL): La concentrazione in aria di gas, vapore o nebbia infiammabili, al disopra della quale non si formerà un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas. [IEC 60050-426:2009, 426-02-10];
- Temperatura di accensione di un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas: La temperatura più bassa di una superficie riscaldata alla quale, in condizioni specificate (in accordo alla IEC 60079-20-1), si accenderà una miscela con l'aria di una sostanza infiammabile allo stato di gas o vapore. [IEC 60079-0:2013, 3.37];
- Temperatura d'infiammabilità: La più bassa temperatura di un liquido alla quale, in determinate condizioni normalizzate, il liquido emette vapori in una quantità sufficiente formare con l'aria una miscela in grado di essere accesa;
- Temperatura d'ebollizione: Temperatura alla quale un liquido si trova in ebollizione ad una pressione ambiente di 101,3 kPa (1013 mbar);
- Tensione di vapore: Pressione esercitata quando un solido o un liquido è in equilibrio con i suoi stessi vapori;
- Ventilazione: Movimento dell'aria e suo ricambio con aria nuova causati dall'effetto del vento, da gradienti di temperatura, o da mezzi artificiali (per esempio, ventilatori o estrattori);
- Diluizione: La miscelazione di un vapore o gas infiammabile con l'aria che, nel corso del tempo, ridurrà la concentrazione infiammabile;
- Volume di diluizione: Il volume in prossimità di una sorgente di emissione dove la concentrazione del gas o vapore infiammabile non è diluita ed un livello sicuro;
- Concentrazione di fondo: La concentrazione media della sostanza infiammabile all'interno del volume di interesse, all'esterno del pennacchio o del getto dell'emissione;

- Volume in esame: Il volume influenzato dalla ventilazione in prossimità dell'emissione considerata.

9. SISTEMA DI AUTOMAZIONE E SUPERVISIONE

L'impianto di trattamento si suddivide in diverse fasi di lavorazione e trasformazione del rifiuto, per questo motivo è costituito da molteplici attività operative che possono essere controllate e gestite a livello generale come ad esempio i servizi, il trattamento dell'aria, delle acque e la distribuzione elettrica, e a livello locale in riferimento alle varie operazioni di lavorazione e trasformazione.

I differenti sistemi di automazione basati su controllori programmabili ed il sistema di acquisizione dati SCADA, dovranno necessariamente dialogare tra di loro in modo da interagire per lo scambio dei dati e lo scambio di consensi per il funzionamento dei processi.

L'architettura del sistema di automazione e supervisione a servizio del nuovo impianto di trattamento, dovrà ricalcare la struttura dell'impianto già in servizio presso il sito, dove si presenta una configurazione articolata come di seguito descritto:

- ✓ Sistema SCADA "Supervisory Control And Data Acquisition"
- ✓ PLC "Programmable Logic Controller"
- ✓ I/O Periphery Remote
- ✓ SOFTWARE DI GESTIONE

Il sistema SCADA avrà il compito di acquisire e gestire i dati necessari alla gestione dei processi, nonché effettuare le archiviazioni necessarie ed essere l'interfaccia HMI "Human Machine Interface" per gli operatori e gestori dell'impianto.

La piattaforma di monitoraggio Siemens WinCC scelta per lo sviluppo dell'applicazione è un programma ricco di funzionalità, per tutte le applicazioni basate su Server e PC Windows idoneo per essere utilizzato su singola stazione, oppure in modalità Server, con l'utilizzo di Client e Client WEB grazie alle innumerevoli opzioni con cui può essere implementato, (Energy Management, Telecontrollo, Plant Intelligence, Redundancy).

Nello specifico si prevede l'installazione di due Server dedicati del tipo Siemens IPC 547G Rack 19", con sistema operativo Windows Server 2016 previo la verifica delle compatibilità di sistema, avente configurazione indicativa come di seguito riportata:

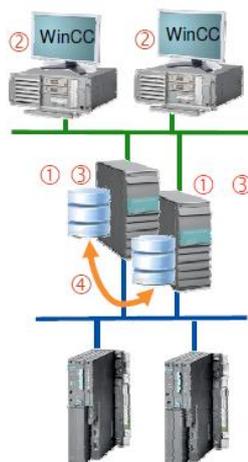
- ✓ Interfacce: 2x USB 3.0 lato frontale 2x Gbit Ethernet, 2x PS/2, audio; posti connettore: 5x PCI-Express, 2x PCI; controllo temperatura e ventola; watchdog; premiscada;
- ✓ Core i5-6500 (4C/4T, 3,2 (3,6) GHz, 6 MB cache); MB (chipset C236, 1x DVI-D, 2x DisplayPort V1.2, 4x USB 3.0 & 4x USB 2.0 lato posteriore, 1x USB 2.0 interna, 1x COM1; RAID onboard; iAMT)
- ✓ RAID1, 1 TB (2x 1 TB HDD) nel cassetto estraibile, hot-swap, montaggio frontale
- ✓ 8 GB DDR4 SDRAM (2x 4 GB), Dual Channel
- ✓ Custodia verniciata, alimentatori industriali 2x 100/240 V AC ridondanti, DVD±RW (Slim)
- ✓ Windows Server 2016, incl. 5 client Multi Language (En, Ger, Fr, It, Sp);
- ✓ Mouse+tastiera
- ✓ Monitor LCD 22" HD 1920x1080

✓ Licenza Office 2016 (W, E, P, O)

I server dovranno essere alloggiati in armadi dedicati all'interno di locali protetti ed idonei al servizio preposto, con sufficiente ventilazione e ricambio d'aria, monito di filtri antipolvere e riscaldatori anticondensa. Dato il delicato compito di sorvegliare e monitorare l'impianto, occorrerà prevedere una serie di accorgimenti necessari a ridurre ogni possibile disservizio, per questo motivo l'unità server sarà configurata con l'opzione disco rigido in RAID hotswap per estrazione a caldo e sostituzione senza l'arresto della macchina, l'alimentazione elettrica dovrà essere fornita da rete privilegiata munita di soccorritore o gruppo di continuità (UPS), con sufficiente autonomia a garantire il funzionamento nei brevi periodi di mancanza rete ed effettuare l'arresto qualora il soccorritore non ne riesca a garantire il corretto funzionamento.

Si prevede di creare un sistema "ridondante" per potere effettuare delle registrazioni parallele dei dati di monitoraggio su di un secondo Server WinCC.

Le macchine dovranno essere collocate fisicamente in due locali differenti, ad esempio una negli uffici ed una nella control room, in modo da non essere influenzate da eventuali gusti o disservizi che potrebbero influenzare i rispettivi locali e le strutture di comunicazione. Attraverso il pacchetto di licenza Siemens WinCC denominata "Rendundancy", caricato sui due server, sarà possibile tenere attive tutte le operazioni di monitoraggio e di archiviazione dei dati anche nel caso di un arresto di uno dei due server. Nel caso il secondo server assumerà il controllo dell'intero sistema. Quando il server guasto riprenderà il suo regolare funzionamento si provvederà ad effettuare la sincronizzazione dei dati, degli archivi e di tutti i database del monitoraggio. La configurazione deve consentire di potere effettuare tutte le operazioni di manutenzione delle stazioni Server, senza provocare perdita di dati.



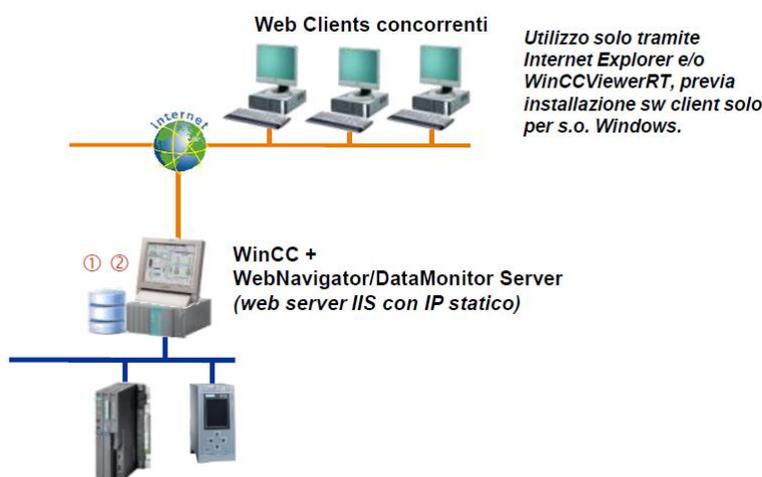
Le stazioni Client, dovranno mantenere stabile la connessione ai server in tutte le condizioni di funzionamento (uno o due server in esercizio), senza manifestare nessuna anomalia per gli operatori.

Il software SCADA sarà configurato in modalità stand-alone in modalità applicativa singola stazione RC (sviluppo e runtime). La necessità di avere differenti postazioni di controllo sia dislocate in sito, ad esempio la sala controllo e gli uffici, sia remote come la sede centrale di Contarina Spa, impongono la necessità di avere un accesso simultaneo da parte di più operatori (Client) al sistema di monitoraggio. Per permettere questa operatività sarà necessario l'uso del pacchetto opzionale definito WEB Server configurato con un numero sufficiente di Client (licenza da 10 client), che attraverso la navigazione con un browser idoneo (Internet Explorer) da qualsiasi postazione PC connessa alla rete, mediante procedura di autenticazione, sarà possibile accedere alle pagine grafiche del sistema di monitoraggio, ed operare secondo un livello di accesso predefinito in fase di sviluppo alle differenti funzioni del monitoraggio:

- ✓ Consultazione visiva delle pagine grafiche
- ✓ Impostazione di comandi e parametri di processo
- ✓ Consultazione, download e analisi dati di archivio.

Il programma applicativo sviluppato avrà come compiti principali quelli di monitorare i processi, gestire i dati storici di produzione, lavorazione e monitoraggio del prodotto, permettere agli operatori di intervenire sui processi per gestire le operazioni comando, di impostare i parametri, di effettuare correzioni, e verificare le condizioni di allarme e anomalie guasti che si possono verificare durante le lavorazioni.

Il SW SCADA opera come interfaccia uomo-macchina HMI nei confronti del sistema produttivo.



La comunicazione con i PLC in campo sarà basata su protocollo Industrial Ethernet, ovvero un forma di rete adatta all'ambiente industriale conforme agli standard IEEE 802.3 (Ethernet) e 802.11 a/b/g/h/n (wireless LAN).

L'uso di protocollo wireless dovrà essere realizzato mediante access-point industriali tipo SCALANCE con caratteristiche idonee all'installazione in ambienti classificati Atex.

Le grafiche saranno sviluppate in alta risoluzione (1920x1080) grazie alla elevata capacità di elaborazione del sistema Server e del SW applicativo, in modo da ottenere una facile lettura delle informazioni video da parte dell'operatore, le funzioni di stampa e di archiviazione dei dati di processo, verranno strutturate su file dedicati, le variabili saranno registrate ad intervalli di tempo diversi, a seconda della tipologia del dato, in appositi archivi per essere consultati, l'estensione dei file sarà di tipo .csv per permetterne l'apertura e la consultazione anche con semplici programmi di visualizzazione dei testi (Blocco note di Win).

Il sistema supervisore avrà il compito di garantire oltre che alla visualizzazione dei processi di lavorazione, la gestione degli eventi (allarmi, anomalie) anche la diagnostica della comunicazione verso le stazioni di acquisizione ed elaborazione (PLC), per fornire adeguate informazioni necessarie alla soluzione di eventuali guasti, anomalie e coordinare le operazioni di manutenzione preventiva delle macchine e dei componenti.

Come definito in precedenza la configurazione HW e SW del sistema Server dovrà essere equipaggiato oltre all'applicativo per la supervisione, anche dei SW di programmazione specifici dei controllori programmabili (ambiente di sviluppo TIA Portal), permetteranno alla postazione di operare come unità d'ingegneria, per permettere di intervenire senza ausilio di ulteriori dispositivi alla programmazione e configurazione dei controllori programmabili, dei pannelli operatore, dei convertitori di frequenza e di quegli apparati che necessitano in genere di un software per la messa in servizio.

Le grafiche che rappresenteranno i processi saranno realizzate in modo da rendere semplice ed intuitivo per l'operatore la gestione del processo la lettura delle informazioni e l'esecuzione dei comandi.

Standard di comunicazione richiesti allo SCADA:

- IEC 870-5-101 Transmission Protocols, companion standard per operazioni di telecontrollo di base
- IEC 870-5-104 Transmission Protocols, come IEC 60870-5-101 ma orientato alle reti che utilizzano profili di trasporto standard (principalmente Ethernet)
- IEC 61158/61784) PROFINET.

L'impostazione grafica del SW di supervisione, sarà impostata mediante pagine interattive che partendo dalla mappa dell'impianto, aprirà una serie di schermate dedicate ai vari settori dell'impianto.

A titolo esplicativo vengono di seguito riportate alcune schermate del sistema SCADA di un impianto di trattamento rifiuti.

La pagina riporta la planimetria generale dell'impianto, dove si evidenziano i differenti reparti di lavorazione e trasformazione del rifiuto, attraverso le aree tattili è possibile accedere alle differenti pagine grafiche, mediante una struttura ad albero. I tasti a fondo pagina riportano la navigazione

verso quei componenti di impianto comuni per tutto il processo, quali i servizi, i consumi energetici, gli allarmi e la diagnostica di sistema.

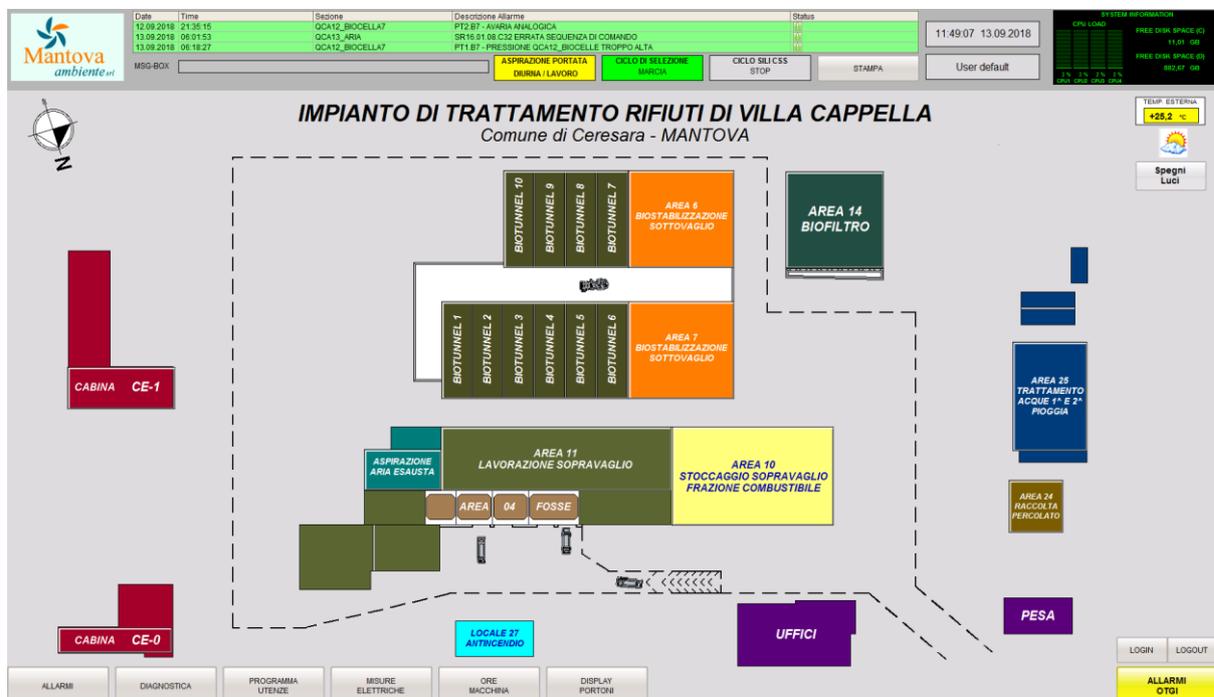


Figura 3. Esempio pagina grafica

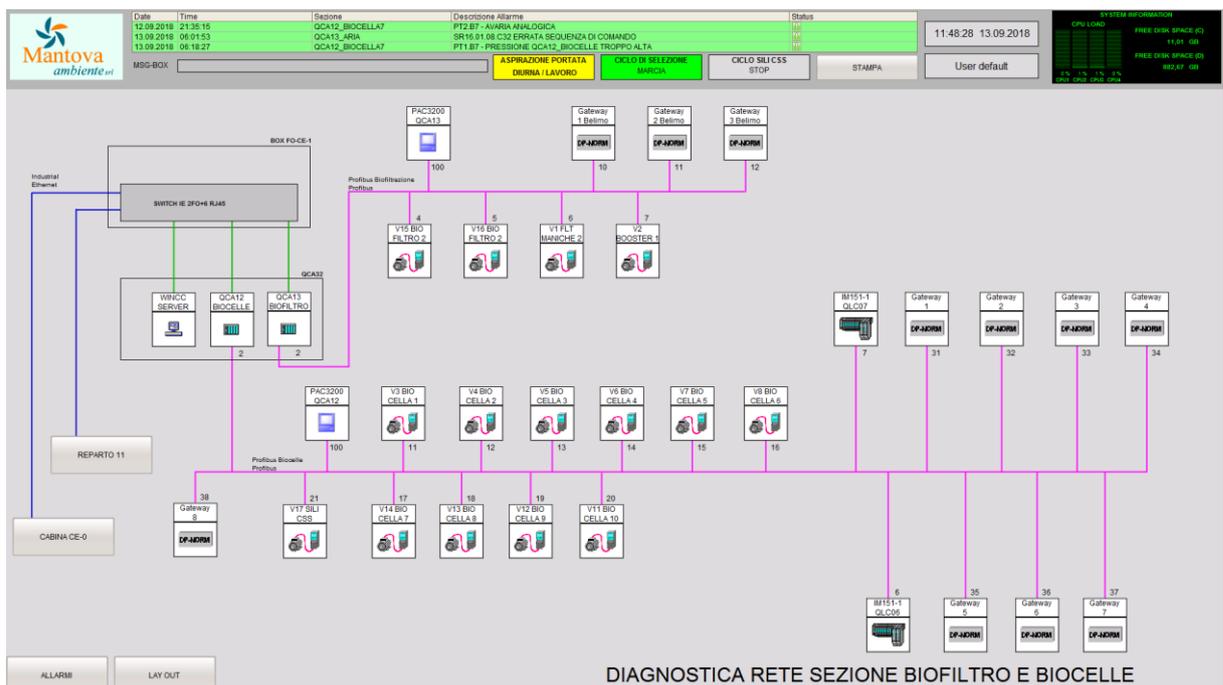
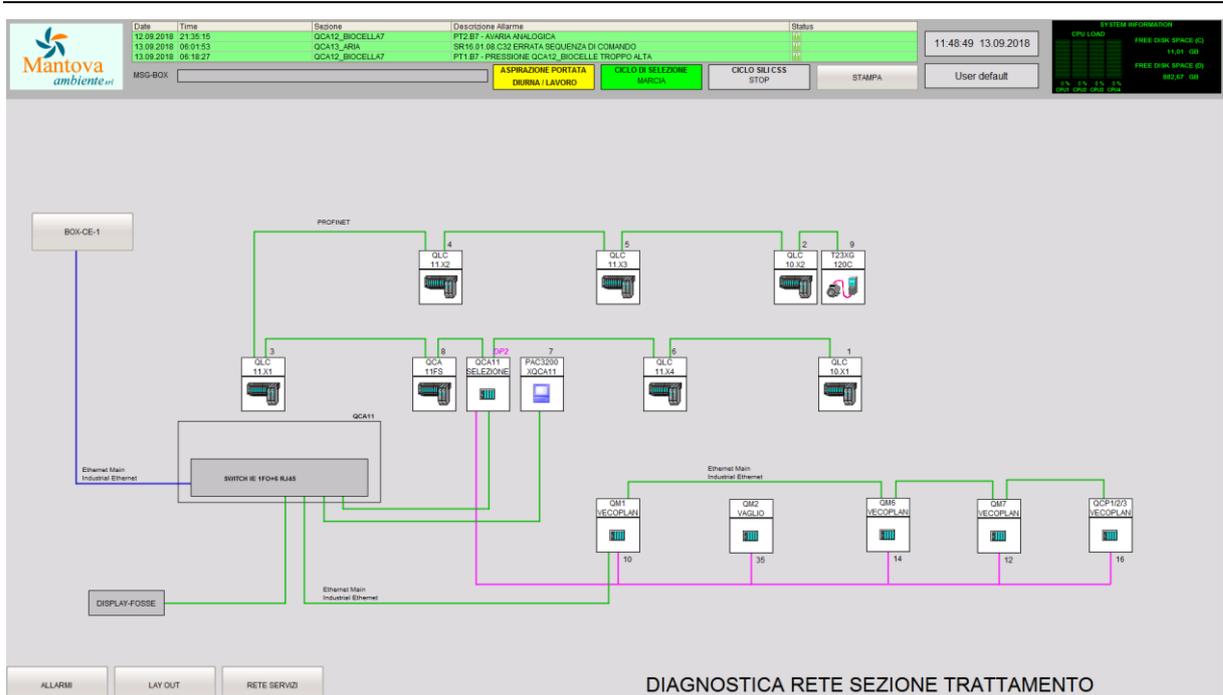
La diagnosi del sistema e degli allarmi, devono guidare l'operatore nelle fasi di rilievo delle criticità, delle anomalie e guidarlo nelle soluzioni, nonché registrare e storicizzare gli eventi.

Di seguito viene visualizzata una pagina grafica esemplificativa relativa alla diagnostica di rete, nella quale vengono individuati i nodi attivi, la tipologia della rete ed i percorsi.

REALIZZAZIONE DEL COMPARTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA E UPGRADING PER LA PRODUZIONE DI BIOMETANO

STUDIO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

RELAZIONE IMPIANTI ELETTRICI E AUTOMAZIONE



Linguaggio di programmazione ed interfaccia con l'utente ITALIANO.

I PLC o controllori programmabili, si inseriscono nell'architettura di sistema come unità intelligente a cui sono affidati in compiti di acquisire le informazioni dal campo, elaborare i dati secondo le logiche programmate, ed eseguire le operazioni in campo. Per questo scopo si è scelto di utilizzare un tipo di controllore di ultima generazione ad elevata capacità operativa del tipo Siemens SIMATIC S7-

1500, che grazie alle sue caratteristiche di controller avanzato, può essere utilizzato in tutto il settore automazione in applicazioni di impianti di processo, con elevate esigenze di prestazioni, la comunicazione, la flessibilità e le caratteristiche tecnologiche.

Le logiche di processo programmate all'interno del controllore, permettono l'esecuzione dei cicli in autonomia anche in caso di mancanza della comunicazione con il supervisore. La configurazione del sistema PLC strutturata mediante l'impiego dei controllori e degli apparati di rete SCALANCE, permetterà di realizzare la rete di comunicazione industriale PROFINET in modo "Ridondante" ad anello chiuso, che mediante la posa dei conduttori che potranno essere ottici (fibra) o in rame (cavi) su percorsi differenziati costituirà un anello garantendo il funzionamento del sistema anche in caso di interruzione di un ramo o di avaria di una delle stazioni remote.

Le caratteristiche del controllore scelto offrono i seguenti vantaggi:

- *Velocità SIMATIC S7-1500 offre un'elaborazione dei segnali ancora più rapida per tempi di reazione ridotti e maggiore produttività.*
- *Il bus backplane più veloce Il vantaggio di performance decisivo per la più rapida elaborazione dei segnali è il nuovo bus backplane grazie all'elevato baud rate e all'efficiente protocollo di trasmissione.*
- *Comunicazione Il SIMATIC S7-1500 è equipaggiato con quattro porte PROFINET: due porte con indirizzo IP identico per la comunicazione nel livello di campo e due porte addizionali, ciascuna con un proprio indirizzo IP per l'integrazione nella rete aziendale. PROFINET IO IRT (V2.3) consente tempi di reazione definiti e un comportamento dell'impianto ad alta precisione.*
- *Web server integrato L'interrogazione dello stato della CPU avviene indipendentemente dal luogo attraverso un normale browser Internet. Le variabili di processo rappresentate graficamente e le pagine web definite dall'utente facilitano la raccolta di informazioni.*
- *PID Control Blocchi semplici da configurare per l'ottimizzazione automatica dei parametri di regolazione e un'eccellente qualità di regolazione.*
- *Safety Integrated. CPU con funzioni di sicurezza integrata per ottimizzare la gestione della sicurezza, intesa come riduzione del rischio residuo dei macchinari. Mediante l'integrazione dei sistemi Safety all'interno delle soluzioni di automazione, la sicurezza si può sposare con le prestazioni e la produttività delle applicazioni.*

Saranno di fondamentale rilevanza le funzioni di elaborazione dei regolatori PID, necessari alla gestione dei processi di trasformazione e trattamento quali i processi biologici, i processi di trattamento dell'aria e delle acque, in quanto ottimizzano la regolazione delle temperature, delle portate e della pressioni, mentre le funzioni di sicurezza integrate nel controllore per l'automazione, garantiscono oltre ad una perfetta diagnostica del sistema ed un controllo dei dispositivi in campo effettuato attraverso il bus di comunicazione in modo sicuro e difficilmente manomettibile, anche un vantaggio economico in quanto viene limitata la posa di conduttori e l'impiego di dispositivi supplementari che necessiterebbero comunque di monitoraggio da parte del sistema di automazione.

Gli standard di sicurezza richiesti per le funzioni di comando e controllo definite "Safety" o "Fail-Safe", saranno realizzati secondo gli standard internazionali di riferimento:

- ✓ IEC 61508
- ✓ ISO 13849-1:2006

Principali riferimenti costruttivi normativi:

- ✓ IEC 61000-6-2
- ✓ IEC 61000-4-2
- ✓ IEC 61000-4-4
- ✓ IEC 61000-4-5
- ✓ IEC 61000-4-6
- ✓ IEC 60068-2-6
- ✓ IEC 60068-2-27
- ✓ IEC 60068-2-38

La gestione dell'impianto sarà suddivisa in sezioni mediante l'uso di più controllori programmabili, in modo da ottenere un controllo localizzato per reparto o per funzione in grado di funzionare anche autonomamente in caso di fermi impianto, arresti di manutenzione o guasti parziali del sistema di automazione. Lo scambio dati che eventualmente si rendesse necessario al funzionamento, quali consensi, set-point di funzionamento, potranno essere esclusi a livello locale per consentire al processo lavorativo di potere avanzare in modo autonomo. Tale funzione dovrà essere prevista in fase di stesura del programma applicativo. Anche l'assenza di comunicazione con il supervisore SCADA, dovrà consentire al singolo PLC di potere continuare nell'esecuzione delle proprie operazioni, l'inserimento delle informazioni necessarie quali set-point, comandi, by-pass, dovrà essere eseguito a livello locale mediante l'impiego di pannelli operatore HMI, predisposti nei reparti di lavorazione e trasformazione.

I dispositivi di campo come anche i convertitori di frequenza a servizio dei motori che necessitano di variazione di velocità, quali i ventilatori, i nastri trasportatori, saranno equipaggiati con unità di controllo in dotate protocollo di trasmissione PROFINET, in modo da potere gestire, comandare ed effettuare una completa diagnostica relativa alle utenze gestite, con un limitato utilizzo di cavi in campo. Si dovranno preferibilmente integrare in questi dispositivi anche le funzioni di sicurezza, di funzioni Safety Integrated, in modo da ottimizzare la gestione, la parametrizzazione e la diagnostica a distanza di questi componenti.

I/O Periphery Remote, sono il complesso di dispositivi periferici dislocati all'interno dell'impianto, finalizzati alla raccolta dei segnali, sia digitali che analogici, ed alla gestione degli attuatori.

Le componenti periferiche saranno anch'esse equipaggiate con protocollo di comunicazione PROFINET ad alta performance con sincronismo di clock e profili PROFIsafe per la gestione remota dei dispositivi Safety, e PROFEnergy.

Il sistema scelto per la configurazione, è la periferia decentrata SIMATIC ET 200SP con dimensioni ridotte e un'ampia gamma di schede di acquisizione e comando.

Esso si compone di:

- Modulo d'interfaccia con doppia porta comunicazione con collegamento PROFINET flessibile mediante BusAdapter (RJ45, FastConnect, cavo in fibra ottica in plastica o vetro) anche come Media Converter integrato
- Fino a 64 moduli di periferia, che vengono inseriti nelle BaseUnit secondo combinazioni a piacere
- Un modulo server che chiude la configurazione dell'ET 200SP
- Idonei al montaggio all'interno di quadri elettrici, cassette di zona JB
- Modulo dedicati conformi alle direttive ATEX possono essere installate, direttamente nelle Zone Ex 1, 2, 21 o 22 nonché in aree senza rischio di esplosione (ET 200iSP)

L'intero sistema dovrà essere dimensionato tenendo in considerazione le seguenti riserve:

- 1) minimo 20% di segnali disponibili sui moduli I/O installati all'inizio dell'ingegneria
- 2) minimo 25% di spazio disponibile negli armadi di sistema all'inizio dell'ingegneria (vale a dire che gli armadi saranno riempiti al massimo al 75% della loro capacità)
- 3) minimo 20% di morsetti disponibili sulle morsettiere all'inizio dell'ingegneria

L'alimentazione del sistema di automazione sarà effettuata in bassa tensione 24 V cc (sistema in categoria 0), proveniente da un soccorritore o gruppo di continuità (UPS) che ne garantisca il funzionamento e la diagnostica anche in assenza della rete di alimentazione. La riduzione della tensione nominale di rete (230 V 50 Hz) dovrà essere realizzata mediante alimentatori switching di idonea potenza ed adeguatamente dimensionati.

Il sistema di messa a terra sarà organizzato in tre circuiti separati, uno per la messa a terra di protezione, uno per la messa a terra di riferimento dei segnali a sicurezza intrinseca ed uno per la messa a terra di riferimento degli altri segnali.

I tre circuiti saranno completamente indipendenti e connessi in un singolo punto, denominato "terminale di terra principale".

Pannelli HMI – interfaccia operatore locale

Il sistema di automazione sarà corredato da una serie di pannelli operatore per potere gestire localmente dai singoli reparti o dalle singole macchine tutte le operazioni di governo dell'impianto produttivo e di processo.

I pannelli faranno capo ai singoli controllori di reparto, saranno collegati mediante protocollo PROFINET di tipo fisso cablato o potranno essere in versione Mobile con connessione Wi-Fi per agevolare le attività di manutenzione, test e messa a punto dell'impianto.

Per ragioni di sicurezza le attività di comando delle macchine, dei trasporti e dei sistemi di movimentazione, dovranno essere gestiti dal campo, per permettere agli operatori di avere un contatto visivo diretto, pertanto l'impiego dei pannelli HMI è di fondamentale importanza nella gestione dell'impianto. La scelta è di utilizzare dispositivi Simatic di seconda generazione che offrono una soluzione basata su Panel per applicazioni altamente complesse con strutture d'insieme di notevoli dimensioni. L'utente si avvale qui di una eccezionale funzionalità e di un'ampia gamma di apparecchiature e possibilità d'impiego, a scelta con operatività Key o Touch. La progettazione e configurazione dei dispositivi deve avvenire con il medesimo software utilizzato per i PLC, la piattaforma unica integrata TIA Portal, al fine di uniformare i prodotti SW applicativi e ridurre i tempi di progettazione e modifica.

Tra le principali caratteristiche dei pannelli si possono riassumere le seguenti:

- Funzionalità high-end omogenea con archivi, scripts, Viewer PDF/Word/Excel, Internet Explorer, Media Player e Web Server
- Display dimmerabili da 0 a 100 % tramite PROFIenergy, progetto HMI o un controllore
- Sicurezza dei dati in caso di caduta dell'alimentazione per l'apparecchiatura e per la SIMATIC HMI Memory Card
- Idoneità all'impiego in condizioni industriali gravose con omologazioni ampliate come ad es. ATEX 2/22 e omologazioni navali
- Apparecchiature a tasti (Key) con LED in ogni tasto funzione e nuovo meccanismo di immissione testo, analogo a quello delle tastiere dei telefoni mobili
- Tutti i tasti con una durata di vita di 2 milioni di operazioni

I pannelli saranno alloggiati in cassette di comando locale o a bordo dei quadri di processo, dovranno essere programmati per visualizzare ed impostare tutti i dati, le variabili ed i comandi per permettere il funzionamento e la diagnosi dell'impianto, il loro funzionamento deve garantire la completa funzionalità anche in caso di caduta della comunicazione tra il supervisore ed i PLC di reparto. Per questo motivo è preferibile che la connessione fisica della rete, sia gestita direttamente sulle porte di comunicazione della CPU senza ausilio di ulteriori apparati (Switch), in modo da garantire le operazioni di diagnostica locale e di potere operare sui cicli, apportando i necessari by-pass di eventuali consensi esterni.

Tale configurazione permette di creare delle cosiddette "isole" che possono funzionare in modo indipendente nel caso di guasti agli apparati di comunicazione, in modo da ridurre al minimo i fermi impianto.

Uno o più pannelli in versione *Mobile* con connessione *Wireless*, saranno a disposizione degli operatori addetti alla manutenzione, per permettere agli stessi di muoversi liberamente nell'impianto nelle operazioni di manutenzione e ricerca guasti.

Principali caratteristiche dei pannelli *Mobile*:

- Piena libertà di comando e visualizzazione mobile tramite Industrial Wireless LAN (IWLAN) secondo IEEE 802.11 (a/b/g/h)
- Sicurezza integrata secondo SIL 3 o PL e nell'interazione con controllori SIMATIC Failsafe
- Potenti batterie e un concetto flessibile per la sostituzione assicurano un cambio batteria "on the fly" senza interruzione dell'esercizio

La rete mobile non dovrà coprire la zona classificata Atex (gestione biogas e biometano) in quanto i pannelli Mobile non dispongono delle necessarie omologazioni.

I pannelli operatore dovranno essere programmati in modo grafico con comandi semplici ed intuitivi tralasciando dettagli grafici di difficile interpretazione viste le ridotte dimensioni dei display (9-12-15").

Linguaggio di programmazione ed interfaccia con l'utente ITALIANO.

Software PLC

I software dei PLC dovranno essere strutturati in modo chiaro e comprensibile, organizzando il codice secondo una struttura gerarchica possibilmente combinata alla struttura stessa del processo o della macchina. Più la struttura del programma sarà vicina a quella reale (macchina e typical units) maggiore sarà la comprensione in fase di sviluppo, messa in servizio e diagnostica. Per il design della struttura software occorre fare riferimento ai P&ID di Impianto.

Il linguaggio di programmazione di riferimento sarà possibilmente il KOP o LADDER, in quanto dovrà permettere anche al personale non esperto di potere interpretare le istruzioni di programmazione per potere intervenire nelle operazioni di manutenzione o di emergenza (anche sotto la guida di un programmatore esperto). I programmi dovranno essere qualitativamente di alto livello e completi di documentazione esplicativa (manuali operatore e manuali utente). La documentazione è da ritenersi una parte integrante ed estremamente importante del programma. Il software è un prodotto che va documentato, collaudato, reso leggibile ed utilizzabile non dovrà essere una semplice stampa del programma nel linguaggio di programmazione utilizzato, ma dovrà avere a corredo tutta una serie di documenti che, in fase di modifica del programma, mettano chi deve eseguire queste modifiche, nelle condizioni di poter operare senza incertezze ed in maniera rapida e veloce.

Le strutture di dialogo e scambio dati tra i controllori dovranno essere gestite in modo da garantire la veridicità degli stessi, mediante controllo e sincronismo dalla comunicazione.

Il SW dovrà anche provvedere alla sincronizzazione del clock interno dei controllori, per mantenere sincronizzati i dati che saranno archiviati nelle memorie interne.

Fatto salvo le funzioni Fail Safe di sicurezza, i SW dovranno garantire il funzionamento delle CPU senza causarne lo STOP anche in caso di guasto delle schede di I/O o perdita della comunicazione con le periferiche.

Linguaggio di programmazione ed interfaccia con l'utente ITALIANO.

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.	Procedura per la valutazione della necessità o meno della protezione	38
Figura 2.	Procedura per valutare la convenienza economica delle misure di protezione 40	
Figura 3.	Esempio pagina grafica.....	72

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1.	Ambienti potenzialmente classificati a rischio esplosione	16
Tabella 2.	Gradi di protezione meccanica delle apparecchiature	22
Tabella 3.	Classificazione sistemi di alimentazione	25
Tabella 4.	Tipologie di danno.....	30
Tabella 5.	Classificazione delle sorgenti di danno	30
Tabella 6.	Correlazione Sorgente-Danno.....	31
Tabella 7.	Tipologia di perdite e rischi da valutare.....	31
Tabella 8.	Simbologia per le formule di calcolo	36
Tabella 9.	Valori tipici di rischio tollerabile R_T	37
Tabella 10.	Tipologia di perdite e rischi da valutare.....	41
Tabella 11.	Coefficienti moltiplicativi per il calcolo di "R1" (perdita di vite umane).....	43
Tabella 12.	Coefficienti moltiplicativi per il calcolo di "R2" (perdita di inaccettabile di servizio pubblico).....	43
Tabella 13.	Coefficienti moltiplicativi per il calcolo di "R3" (perdita di patrimonio culturale insostituibile)	44
Tabella 14.	Coefficienti moltiplicativi per il calcolo di "R4" (perdita economica).....	44
Tabella 15.	Componenti rischio relativo al fulmine	46