

**LIBERO INGEGNO - SOCIETA' DI INGEGNERIA S.r.l.**

## **VALUTAZIONE DEL RISCHIO ESPLOSIONE**

### **(Doc. 40 REV. 1)**

**COMMITTENTE: ADRIAMET S.R.L.**

**CORSO PORTA RENO, 115**

**FERRARA**

**IMPIANTO BIOMETANO OSTELLATO**

**ZONA SIPRO OSTELLATO (FE)**

**VIA DONATELLO - Foglio 59 Particella 97**

Ostellato, Luglio 2022

*Ing. Lorenzo Nuccioti*  
(N° iscrizione Ordine Ingegneri BO 5297/A)



**LIBERO INGEGNO - SOCIETA' DI INGEGNERIA S.r.l.**

tel. 335 7960055 - email: info@liberoingegno.it  
Via Luigi Bertelli, 5 40068 San Lazzaro di Savena (BO)

### **RIFERIMENTI TECNICI**

Il riferimento tecnico della presente relazione è da intrattenersi con la società:

LIBERO INGEGNO – SOCIETA' DI INGEGNERIA S.r.l.

Via Luigi Bertelli, 5

San Lazzaro di Savena (BO)

Tel. 335-7960055

e-mail: [info@liberoingegno.it](mailto:info@liberoingegno.it)

nelle persone di:

Nucciotti Ing. Lorenzo

## **PREMESSA**

Si applica la regola tecnica verticale, capitolo V.2. del D.M. 24/11/2021 ai fini della valutazione e riduzione del rischio per atmosfere esplosive nelle attività soggette.

## **VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI ESPLOSIONE**

### **Individuazione delle condizioni generali di pericolo di esplosione**

All'interno dell'impianto è possibile individuare i seguenti ambiti di attività con presenza di sostanze infiammabili (vedi posizione dei singoli elementi nella planimetria allegata):

- **Biodigestori (in planimetria d3):** I digestori saranno dotati di cupola gasometrica a tripla membrana per lo stoccaggio del biogas.
- **Torcia (in planimetria d4):** Il sistema di biodigestione incorporerà una torcia di dimensioni opportune per bruciare il gas in eccesso durante il normale funzionamento dell'impianto. La torcia viene alimentata con gas.
- **Cabina di Compressione e Cabina REMI (in planimetria g5 e g6):** Il biometano proveniente dall'unità di upgrading passerà da una pressione di circa 11 bar, alla pressione necessaria all'immissione in rete (64 bar). La compressione avverrà all'interno di una cabina di compressione dedicata in cemento armato (indicata in pianta con la sigla g5). All'interno della cabina saranno presenti due compressori in parallelo capaci di garantire ciascuno 280 Nmc di metano a 64 bar partendo da un ingresso a 11 bar. La centrale di compressione comprenderà una cabina di misura contenuta anch'essa all'interno di un ulteriore manufatto dedicato in cemento armato assieme alla sezione di Riduzione e Misura ReMi (indicata in pianta con la sigla g6).
- **Cogeneratore (in planimetria k2):** sarà presente un cogeneratore, di potenza pari a 800 kWe e 860 kWt, alimentato da metano prelevato dalla rete di distribuzione, che verrà utilizzato per la produzione di energia elettrica e termica ad uso interno dell'impianto.
- **Caldaia (in planimetria k1):** sarà installata una caldaia da 864Kw per coprire il carico termico non assicurato dal cogeneratore. La caldaia sarà alimentata a metano prelevato dalla rete esterna.
- **Pretrattamento del biogas e Upgrading (in planimetria zona F):** in questa area avviene l'upgrading del biogas prodotto nell'area D. Il processo che porta il Biogas a diventare Biometano e CO2 è suddiviso in due macro trattamenti, il pretrattamento e l'upgrading.
- **Linee di adduzione gas metano e biogas:** le linee interne saranno tutte del tipo interrato realizzate in pvc.

### **Identificazione delle caratteristiche delle sostanze infiammabili**

All'interno dello stabilimento per la produzione di biometano, le sostanze infiammabili presenti sono le seguenti e con le seguenti caratteristiche:

Metano e biogas. Ai fini della presente relazione si fa riferimento cautelativamente al solo metano, in quanto, fatto salvo per alcuni elementi inquinanti, come  $\text{NH}_3$  e  $\text{H}_2\text{S}$ , il biogas è principalmente composto da metano ed anidride carbonica (gas inerte). In particolare ci si riferisce ad una miscela composta per il circa 60% da  $\text{CH}_4$  ed il 40% di  $\text{CO}_2$ .

Punto di fiamma	-188 °C (85 K)
Limiti di esplosione	5,3 - 14% vol.
Temperatura di autoignizione	600 °C (873 K)
Temperatura teorica di combustione	2050 °C
Temperatura di infiammabilità	20°C;
Energia minima di innesco	0,28MJ

### **Classificazione delle zone con pericolo di esplosione**

Gli ambiti, individuati nel capitolo V.2.2.1 sono di seguito ripartiti in base alla probabilità di presenza dell'atmosfera esplosiva, così come definito nella tabella V 2-1.

Zona per la presenza di gas, vapori e nebbie	Zona per la presenza di polveri	Classificazione delle aree a rischio di esplosione	P [1]	D [2]
0	20	Luogo in cui un'atmosfera esplosiva è presente in permanenza o per lunghi periodi o frequentemente (il pericolo è presente sempre o frequentemente)	$P > 10^{-4}$	$D > 10^3$
1	21	Luogo in cui è probabile che un'atmosfera esplosiva si presenti occasionalmente durante il funzionamento normale (il pericolo è presente talvolta)	$10^{-3} < P \leq 10^{-4}$	$10 < D \leq 10^3$
2	22	Luogo in cui è improbabile che un'atmosfera esplosiva si presenti durante il normale funzionamento, ma che, se si presenta, persiste solo per un breve periodo (il pericolo è presente raramente o quasi mai)	$10^{-5} < P \leq 10^{-3}$	$10^{-1} < D \leq 10$
NP		Luogo in cui è trascurabile la probabilità di presenza dell'atmosfera esplosiva ( <i>negligible presence</i> ). Le zone NP sono considerate non pericolose.	$P \leq 10^{-5}$	-
NE		Luogo in cui il volume dell'atmosfera esplosiva è di estensione trascurabile ( <i>negligible extent</i> ). Generalmente le zone NE sono considerate non pericolose.	-	-
[1] Probabilità P di presenza su base annua [eventi/anno] [2] Durata D di presenza ATEX su base annua [ore/anno]				

**Tabella V.2-1: Classificazione delle zone con presenza di atmosfera esplosiva.**

Pertanto a tutti gli ambiti individuati al paragrafo V.2.2.1 si attribuisce la seguente classificazione: classe 2.

### **Identificazione dei potenziali pericoli di innesco**

Sono state individuate le seguenti potenziali sorgenti di accensione per i singoli ambiti:

- **Biodigestori (in planimetria d3):** scintille di origine meccanica; materiale elettrico e impianti elettrici; correnti vaganti, protezione catodica; elettricità statica; fulmini;
- **Torcia (in planimetria d4):** superfici calde; fiamme, gas e particelle calde; materiale elettrico e impianti elettrici; correnti vaganti, protezione catodica; elettricità statica; fulmini;
- **Cabina di Compressione e Cabina REMI (in planimetria g5 e g6):** superfici calde; scintille di origine meccanica; materiale elettrico e impianti elettrici; correnti vaganti, protezione catodica; elettricità statica; fulmini;
- **Cogeneratore (in planimetria k2):** superfici calde; scintille di origine meccanica; materiale elettrico e impianti elettrici; correnti vaganti, protezione catodica; elettricità statica; fulmini;
- **Caldaia (in planimetria k1):** superfici calde; materiale elettrico e impianti elettrici; correnti vaganti, protezione catodica; elettricità statica; fulmini;
- **Pretrattamento del biogas e Upgrading (in planimetria zona F):** superfici calde; scintille di origine meccanica; materiale elettrico e impianti elettrici; correnti vaganti, protezione catodica; elettricità statica; fulmini;
- **Linee di adduzione gas metano e biogas:** materiale elettrico e impianti elettrici; correnti vaganti, protezione catodica; fulmini.

### **Valutazione dell'entità degli effetti prevedibili di un'esplosione**

Gli effetti prevedibili di un'esplosione per ogni ambito sono:

- **Biodigestori (in planimetria d3):** Fiamme e gas caldi; Irraggiamento termico; Onde di pressione; Proiezione di frammenti o oggetti; Fuori servizio degli impianti di protezione attiva interni al locale di origine dell'esplosione;
- **Torcia (in planimetria d4):** Fiamme e gas caldi; Irraggiamento termico; Onde di pressione; Proiezione di frammenti o oggetti; Fuori servizio degli impianti di protezione attiva interni al locale di origine dell'esplosione;
- **Cabina di Compressione e Cabina REMI (in planimetria g5 e g6):** Fiamme e gas caldi; Irraggiamento termico; Onde di pressione; Proiezione di frammenti o oggetti; Fuori servizio degli impianti di protezione attiva interni al locale di origine dell'esplosione;

- **Cogeneratore (in planimetria k2):** Fiamme e gas caldi; Irraggiamento termico; Onde di pressione; Proiezione di frammenti o oggetti; Fuori servizio degli impianti di protezione attiva interni al locale di origine dell'esplosione
- **Caldaia (in planimetria k1):** Fiamme e gas caldi; Irraggiamento termico; Onde di pressione; Proiezione di frammenti o oggetti; Fuori servizio degli impianti di protezione attiva interni al locale di origine dell'esplosione
- **Pretrattamento del biogas e Upgrading (in planimetria zona F):** Fiamme e gas caldi; Irraggiamento termico; Onde di pressione; Proiezione di frammenti o oggetti; Fuori servizio degli impianti di protezione attiva interni al locale di origine dell'esplosione
- **Linee di adduzione gas metano e biogas:** Fiamme e gas caldi; Irraggiamento termico; Onde di pressione; Proiezione di frammenti o oggetti; Fuori servizio degli impianti di protezione attiva interni al locale di origine dell'esplosione.

### **Misure di prevenzione, protezione e gestionali**

Per ciascun ambito saranno adottate le seguenti misure preventive:

- **Biodigestori (in planimetria d3):** Il gasometro è formato da 3 differenti strati di membrana che lavorano a formare una copertura sul digestore. Il gasometro funge da dispositivo di regolazione della pressione nel sistema gas. L'aria viene soffiata in una sacca esterna che circonda la membrana interiore. L'uscita dell'aria è limitata da una valvola di regolazione per creare una pressione costante nel sacchetto esterno, e questo a sua volta pressurizza il gas alla stessa pressione. Mantenendo il gas ad una pressione positiva in ogni momento viene eliminato il rischio che l'ossigeno (dall'aria) possa essere aspirato nel sistema a causa di una perdita o di una valvola e viene eliminato quindi il rischio potenziale di una miscela esplosiva di metano ed aria. Il gasometro è dotato di una valvola limitatrice di pressione e di vuoto che la protegge contro pressioni troppo alte o basse che potrebbero verificarsi in caso di guasto anomalo. Questo è un dispositivo di sicurezza e non opera nelle normali condizioni di lavoro. Il sistema incorporerà una torcia di dimensioni opportune per bruciare il gas in eccesso durante il normale funzionamento dell'impianto; installazione di componenti di impianto e sistemi di connessione elettrica non in grado di provocare l'accensione di atmosfere esplosive; installazione di prodotti conformi alla legislazione comunitaria sui luoghi con rischio di esplosione;
- **Torcia (in planimetria d4):** È fornita di pannello di controllo, parafiamma, dispositivi di sicurezza, serranda di presa d'aria, termocoppia e visualizzatore temperatura di combustione. Il ciclo è completamente automatico; installazione di componenti di

impianto e sistemi di connessione elettrica non in grado di provocare l'accensione di atmosfere esplosive; installazione di prodotti conformi alla legislazione comunitaria sui luoghi con rischio di esplosione;

- **Cabina di Compressione e Cabina REMI (in planimetria g5 e g6):** Cabina di misura: gli apparecchi di misura saranno installati in apposita cabina in cemento armato. Allo scopo di evitare la formazione di detta miscela, la cabina sarà opportunamente aerata, con la creazione di aperture prive di serramenti nella parte alta dei muri perimetrali, o sulla copertura, per una sezione complessiva non minore di 1/5 della superficie in pianta. Altre aperture saranno inoltre ricavate nei muri perimetrali ad un'altezza dal piano di pavimento di circa cm 10; tali aperture, aventi lo scopo di attivare l'aerazione, dovranno avere superficie non maggiore di 1 dm<sup>2</sup> e saranno essere opportunamente distanziate fra loro, onde evitare l'eccessivo indebolimento della base del muro, e protette da rete metallica tagliafiama. L'ubicazione delle suddette aperture di aerazione sarà posizionata in modo che in caso di esplosione la proiezione di schegge non possa investire altri elementi pericolosi dell'impianto o aree di transito per gli operatori. Il tetto della cabina in CA precompresso, costituirà elemento di debolezza in caso di esplosione. Il pavimento della cabina sarà realizzato con materiali non suscettibili di produrre scintille per sfregamento; saranno comunque esclusi i materiali combustibili non aderenti al piano di posa. compressore Il compressore sarà posizionato all'esterno acquistato direttamente con il suo cabinet che sarà realizzato in CA che avrà le stesse caratteristiche strutturali innanzi indicate per la cabina di misura, in quanto la sua pericolosità può compararsi a quella della detta cabina. I comandi del quadro di manovra dei compressori avverranno in remoto, dall'interno degli uffici direzionali. Impianti interni installazione di componenti di impianto e sistemi di connessione elettrica non in grado di provocare l'accensione di atmosfere esplosive; installazione di prodotti conformi alla legislazione comunitaria sui luoghi con rischio di esplosione;
- **Cogeneratore (in planimetria k2):** installazione di componenti di impianto e sistemi di connessione elettrica non in grado di provocare l'accensione di atmosfere esplosive; installazione di prodotti conformi alla legislazione comunitaria sui luoghi con rischio di esplosione;
- **Caldia (in planimetria k1):** installazione di componenti di impianto e sistemi di connessione elettrica non in grado di provocare l'accensione di atmosfere esplosive; installazione di prodotti conformi alla legislazione comunitaria sui luoghi con rischio di esplosione;

- **Pretrattamento del biogas e Upgrading (in planimetria zona F):** installazione di componenti di impianto e sistemi di connessione elettrica non in grado di provocare l'accensione di atmosfere esplosive; installazione di prodotti conformi alla legislazione comunitaria sui luoghi con rischio di esplosione;
- **Linee di adduzione gas metano e biogas:** lungo il percorso delle linee di adduzione del metano e del biogas, saranno installati componenti di impianto e sistemi di connessione elettrica non in grado di provocare l'accensione di atmosfere esplosive; saranno installati prodotti conformi alla legislazione comunitaria sui luoghi con rischio di esplosione.

Per ciascun ambito saranno adottate le seguenti misure di protezione:

- **Biodigestori (in planimetria d3):** adozione di un layout delle opere da costruzione e degli impianti con l'obiettivo di ridurre il numero di occupanti esposti agli effetti di un'esplosione installando i componenti pericolosi all'esterno dei fabbricati occupati dalle persone, opportunamente distanziate (fabbricati A e C);
- **Torcia (in planimetria d4):** adozione di un layout delle opere da costruzione e degli impianti con l'obiettivo di ridurre il numero di occupanti esposti agli effetti di un'esplosione installando i componenti pericolosi all'esterno dei fabbricati occupati dalle persone, opportunamente distanziate (fabbricati A e C);
- **Cabina di Compressione e Cabina REMI (in planimetria g5 e g6):** adozione di un layout delle opere da costruzione e degli impianti con l'obiettivo di ridurre il numero di occupanti esposti agli effetti di un'esplosione installando i componenti pericolosi all'esterno dei fabbricati occupati dalle persone, opportunamente distanziate (fabbricati A e C);
- **Cogeneratore (in planimetria k2):** adozione di un layout delle opere da costruzione e degli impianti con l'obiettivo di ridurre il numero di occupanti esposti agli effetti di un'esplosione installando i componenti pericolosi all'esterno dei fabbricati occupati dalle persone, opportunamente distanziate (fabbricati A e C);
- **Caldia (in planimetria k1):** adozione di un layout delle opere da costruzione e degli impianti con l'obiettivo di ridurre il numero di occupanti esposti agli effetti di un'esplosione installando i componenti pericolosi all'esterno dei fabbricati occupati dalle persone, opportunamente distanziate (fabbricati A e C);
- **Pretrattamento del biogas e Upgrading (in planimetria zona F):** adozione di un layout delle opere da costruzione e degli impianti con l'obiettivo di ridurre il numero di occupanti esposti agli effetti di un'esplosione installando i componenti pericolosi

all'esterno dei fabbricati occupati dalle persone, opportunamente distanziate (fabbricati A e C);

- **Linee di adduzione gas metano e biogas:** adozione di un layout delle opere da costruzione e degli impianti con l'obiettivo di ridurre il numero di occupanti esposti agli effetti di un'esplosione installando i componenti pericolosi all'esterno dei fabbricati occupati dalle persone, opportunamente distanziate (fabbricati A e C).

Per ciascun ambito saranno adottate le seguenti misure gestionali:

- **Biodigestori (in planimetria d3):** formazione professionale dei lavoratori addetti ai luoghi dove possono formarsi atmosfere esplosive in materia di protezione contro le esplosioni; predisposizione di specifiche procedure di lavoro e di comportamento per i lavoratori addetti; segnalazione di pericolo di formazione di atmosfere esplosive; adozione di procedure specifiche in caso di emergenza per la messa in sicurezza delle sorgenti di emissione e delle sorgenti di accensione; attuazione di verifiche di sicurezza degli impianti e delle attrezzature installate nei luoghi di lavoro con aree in cui possano formarsi atmosfere esplosive, nel rispetto delle norme applicabili;
- **Torcia (in planimetria d4):** formazione professionale dei lavoratori addetti ai luoghi dove possono formarsi atmosfere esplosive in materia di protezione contro le esplosioni; predisposizione di specifiche procedure di lavoro e di comportamento per i lavoratori addetti; segnalazione di pericolo di formazione di atmosfere esplosive; adozione di procedure specifiche in caso di emergenza per la messa in sicurezza delle sorgenti di emissione e delle sorgenti di accensione; attuazione di verifiche di sicurezza degli impianti e delle attrezzature installate nei luoghi di lavoro con aree in cui possano formarsi atmosfere esplosive, nel rispetto delle norme applicabili;
- **Cabina di Compressione e Cabina REMI (in planimetria g5 e g6):** formazione professionale dei lavoratori addetti ai luoghi dove possono formarsi atmosfere esplosive in materia di protezione contro le esplosioni; predisposizione di specifiche procedure di lavoro e di comportamento per i lavoratori addetti; segnalazione di pericolo di formazione di atmosfere esplosive; adozione di procedure specifiche in caso di emergenza per la messa in sicurezza delle sorgenti di emissione e delle sorgenti di accensione; attuazione di verifiche di sicurezza degli impianti e delle attrezzature installate nei luoghi di lavoro con aree in cui possano formarsi atmosfere esplosive, nel rispetto delle norme applicabili;
- **Cogeneratore (in planimetria k2):** formazione professionale dei lavoratori addetti ai luoghi dove possono formarsi atmosfere esplosive in materia di protezione contro le esplosioni; predisposizione di specifiche procedure di lavoro e di comportamento per

i lavoratori addetti; segnalazione di pericolo di formazione di atmosfere esplosive; adozione di procedure specifiche in caso di emergenza per la messa in sicurezza delle sorgenti di emissione e delle sorgenti di accensione; attuazione di verifiche di sicurezza degli impianti e delle attrezzature installate nei luoghi di lavoro con aree in cui possano formarsi atmosfere esplosive, nel rispetto delle norme applicabili;

- **Caldaia (in planimetria k1):** formazione professionale dei lavoratori addetti ai luoghi dove possono formarsi atmosfere esplosive in materia di protezione contro le esplosioni; predisposizione di specifiche procedure di lavoro e di comportamento per i lavoratori addetti; segnalazione di pericolo di formazione di atmosfere esplosive; adozione di procedure specifiche in caso di emergenza per la messa in sicurezza delle sorgenti di emissione e delle sorgenti di accensione; attuazione di verifiche di sicurezza degli impianti e delle attrezzature installate nei luoghi di lavoro con aree in cui possano formarsi atmosfere esplosive, nel rispetto delle norme applicabili;
- **Pretrattamento del biogas e Upgrading (in planimetria zona F):** formazione professionale dei lavoratori addetti ai luoghi dove possono formarsi atmosfere esplosive in materia di protezione contro le esplosioni; predisposizione di specifiche procedure di lavoro e di comportamento per i lavoratori addetti; segnalazione di pericolo di formazione di atmosfere esplosive; adozione di procedure specifiche in caso di emergenza per la messa in sicurezza delle sorgenti di emissione e delle sorgenti di accensione; attuazione di verifiche di sicurezza degli impianti e delle attrezzature installate nei luoghi di lavoro con aree in cui possano formarsi atmosfere esplosive, nel rispetto delle norme applicabili;
- **Linee di adduzione gas metano e biogas:** formazione professionale dei lavoratori addetti ai luoghi dove possono formarsi atmosfere esplosive in materia di protezione contro le esplosioni; predisposizione di specifiche procedure di lavoro e di comportamento per i lavoratori addetti; segnalazione di pericolo di formazione di atmosfere esplosive; adozione di procedure specifiche in caso di emergenza per la messa in sicurezza delle sorgenti di emissione e delle sorgenti di accensione; attuazione di verifiche di sicurezza degli impianti e delle attrezzature installate nei luoghi di lavoro con aree in cui possano formarsi atmosfere esplosive, nel rispetto delle norme applicabili.

Nella determinazione delle misure sarà data la preferenza a quelle di prevenzione e gestionali, rispetto alle misure di protezione.

### **Prodotti**

Saranno utilizzati prodotti in categoria atex 3G.

**Opere da costruzione progettate per resistere alle esplosioni**

La distanza degli ambiti individuati nella presente relazione da opere da costruzione limitrofe è di almeno 50m (si allega in proposito il documento “verifica rispetto indici urbanistici”).