



# Impianti Biogas

I sistemi impermeabilizzanti MasterSeal

 **mazzucchelli srl**  
PAVIMENTI E SUPERFICI CONTINUE

Mazzucchelli Srl Via Donatello, 18  
21013 Gallarate (Va)  
P.IVA 03326620121  
Alessio Mazzucchelli Cell: 335.1280456  
alessio@mazzucchelli.net

 **BASF**  
The Chemical Company



## I sistemi impermeabilizzanti MasterSeal per gli impianti di biogas

### Indice

Schema generale di un impianto di biogas	4
Il digestore anaerobico e tipo di aggressione chimica	6
Requisiti principali per la protezione ed impermeabilizzazione degli elementi in c.a degli impianti di biogas	10
I sistemi impermeabilizzanti BASF specifici per gli impianti di biogas	12
Uno sguardo d'insieme: struttura impianto biogas e tecnologie BASF CC	14

Nel recente passato sono state sviluppate tecnologie ed impianti specifici che, **tramite l'utilizzo di batteri in appositi „fermentatori“ chiusi, sono in grado di estrarre grandi quantità di biogas dal letame prodotto dagli allevamenti intensivi e dai residui dell'agro-industria.** Il gas prodotto in questo processo (biogas) può essere quindi utilizzato per la combustione in caldaie da riscaldamento o per produrre energia elettrica e/o calore. Anche il migliore calcestruzzo progettato secondo le prescrizioni delle classi di esposizione UNI EN 206/1 può risultare vulnerabile dagli attacchi chimici che si insidiano nel particolare microclima dei digestori anaerobici.

La mancata durabilità a medio lungo periodo può significare manutenzione straordinaria, fermo impianto e conseguente perdite economiche di esercizio. La protezione e l'impermeabilizzazione delle vasche in cemento armato dei digestori così come le vasche per il contenimento del materiale da digerire e quindi del digestato, rappresentano uno dei temi della specializzazione dei prodotti per le costruzioni di BASF CC in materia di impianti di biogas.



## Schema generale di un impianto di biogas

Esistono varie tipologie di impianti di produzione di biogas indirizzati a trattare matrici organiche differenti, liquide o solide. Dal punto di vista impiantistico un sistema per la produzione di biogas, nel caso di depurazione di reflui in loco, è costituito da:

- **serbatoio** in cui viene depositata la biomassa e periodicamente aggiunta quella fresca; per aumentare la percentuale di umidità della sostanza organica di partenza si aggiunge solitamente un minimo d'acqua
- dispositivo di regolazione della portata, che consente al refluo di entrare per gravità nell'impianto
- miscelatore, necessario per garantire una certa omogeneità del liquame ed evitare il formarsi di eventuali sedimenti
- **digestore anaerobico**, ermeticamente chiuso e coibentato, in cui il liquame precipita nella parte inferiore, mentre il biogas gorgoglia verso la parte superiore del digestore
- **recipiente esterno** dove viene convogliato il liquame digerito
- **serbatoio finale** di stoccaggio.





## Il digestore anaerobico e tipo di aggressione chimica

Convenzionalmente, in relazione al tipo di batteri utilizzati, esistono due differenti intervalli di temperatura in cui viene condotta la digestione anaerobica:

- **con batteri mesofili** si lavora a temperature comprese tra 20-45 °C, con un intervallo ottimale di 37-41 °C;
- **con batteri termofili** le condizioni di esercizio ottimali implicano un intervallo di temperatura compreso tra i 50°-52 °C, con temperature che possono anche essere relativamente elevate e superare i 70 °C.

Il tempo di residenza in un digestore varia in funzione della quantità di materiale da trattare, del tipo di materiale e dalla temperatura di esercizio. Altro parametro particolarmente importante è il valore di pH. Nel caso della digestione condotta con batteri mesofili il tempo di residenza è compreso tra i 15 e i 30 giorni.

Nel caso della digestione con batteri mesofili, che permette il trattamento delle acque reflue, i tempi di residenza differiscono in relazione alla parte liquida e a quella solida, con i primi che rispettivamente rientrano nell'arco di un giorno mentre i secondi non superano i 90 giorni.

Nel caso di un processo con batteri termofili le temperature più elevate permettono di velocizzare la digestione, richiedendo solamente due settimane per giungere a completamento. Di contro **la digestione termofila ha un costo maggiore, richiede più energia ed è più critica dell'analogo processo mesofilo.** Quest'ultimo è quindi quello attualmente più utilizzato.

**I digestori più comuni sono quelli continui:** possiedono dispositivi meccanici o idraulici atti a mescolare il materiale e a estrarne in continuazione gli eccessi per mantenere un volume ragionevolmente costante, durante l'aggiunta continua di materiale organico.

L'altra tipologia di digestori è quella discontinua batch, impiantisticamente più semplice ma che ha lo svantaggio di emettere odori e di possedere cicli di svuotamento problematici: una volta avvenuta l'alimentazione iniziale il reattore viene chiuso e sull'intera massa trattata non agisce alcun dispositivo di sorta per tutta la durata del processo.



I principali sottoprodotti della digestione anaerobica sono essenzialmente tre:

- **biogas**
- **digestato acidogenico**
- **digestato metanogenico**

#### IL BIOGAS

Il biogas è una miscela gassosa composta prevalentemente da metano e anidride carbonica, ma contenente anche una piccola quantità di idrogeno e occasionalmente tracce di acido solfidrico. Il biogas può essere bruciato per produrre elettricità, solitamente tramite motore a scoppio o microturbina.

Il gas è spesso utilizzato anche per la cogenerazione, generando energia elettrica e sfruttando il calore per riscaldare gli stessi digestori o effettuare il teleriscaldamento. L'energia elettrica prodotta dalla digestione anaerobica viene considerata una forma di energia verde. Dato che il gas non viene rilasciato direttamente nell'atmosfera e l'anidride carbonica deriva da fonte organica caratterizzata da breve ciclo del carbonio, il biogas con la sua combustione non contribuisce all'aumento delle concentrazioni atmosferiche di CO<sub>2</sub> e grazie a ciò viene considerato una fonte energetica a basso impatto ambientale.

La produzione di biogas non avviene in modo costante, durante il processo della digestione anaerobica; il livello massimo viene raggiunto durante la fase centrale del processo. Nelle prime fasi della digestione la produzione di biogas è minore, perché i batteri non si sono ancora riprodotti abbastanza. Verso le fasi finali, resta solamente il materiali più difficilmente digeribile, con una conseguente diminuzione della quantità di biogas prodotto.

#### IL DIGESTATO ACIDOGENICO

Il digestato acidogenico è un materiale organico stabile composto prevalentemente da lignina e cellulosa, ma anche da una varietà di componenti minerali e da una matrice di cellule batteriche morte; possono essere presenti anche alcune materie plastiche.

Questo digestato somiglia al compost domestico e può essere utilizzato quale suo succedaneo o per produrre materiale da costruzione derivato da fibre di legno.

#### IL DIGESTATO METANOGENICO

Il digestato metanogenico è il terzo sottoprodotto della digestione anaerobica e, in relazione alla qualità del materiale sottoposto a digestione, può rappresentare un fertilizzante eccellente e ricco di nutrienti.

Se il materiale digerito contiene basse quantità di sostanze tossiche quali i metalli pesanti o composti organici di sintesi quali i fitofarmaci o i bifenili policlorurati, la digestione è in grado di concentrare significativamente tali sostanze nella fase liquida. In questi casi sono necessari ulteriori trattamenti appropriati. In casi estremi, e in particolare riguardo alle acque degli scarichi industriali, i costi di abbattimento dei tossici e i rischi ambientali possono superare il vantaggio nel produrre biogas.

Gli impianti di digestione sfruttano convenientemente processi ausiliari per il trattamento e la gestione di tutti i sottoprodotti. Dal biogas viene eliminata l'umidità e talvolta il gas viene anche pretrattato, prima della sua conservazione e utilizzo. La miscela liquida fangosa viene risolta nelle componenti solida e liquida utilizzando comunemente la filtrazione.





## Requisiti principali per la protezione ed impermeabilizzazione degli elementi

Per il caso specifico degli impianti di biogas tra i requisiti di base sono certamente da considerare:

**Adesione al calcestruzzo:** senza un'adesione monolitica al supporto mancano tutte le premesse per la durabilità dell'intervento;

**Resistenza chimica:** viene valutata secondo UNI EN 13529 mediante la variazione di durezza superficiale del rivestimento a contatto con l'aggressivo specifico. Sono identificati 20 liquidi di prova che rappresentano ciascuno una famiglia di aggressivi chimici. Ad esempio:

- Liquido prova n° 5a (Metanolo): aggressivi assimilabili al liquido di prova: tutti gli alcoli (metanolo, etanolo, bevande alcoliche in genere, propanolo, isopropanolo), gli eteri glicolici (solventi o coloranti utilizzati nei prodotti cosmetici) incluso mono e polialcoli fino al 48% di metanolo (glicerina);
- Liquido prova n° 9 (Acido Acetico 10%): aggressivi assimilabili al liquido di prova: soluzioni di acidi organici fino al 10% quali ad esempio acido acetico, citrico, tartarico, acidi derivanti da fermentazione o decomposizione di prodotti alimentari o di materiale organico;
- Liquido prova n° 10 (Acido Solforico 20%) : aggressivi assimilabili al liquido di prova: acidi inorganici fino al 20% e sali ad idrolisi acida in soluzione (pH < 6) (eccetto acido fluoridrico gli acidi ossidanti e i loro sali), quali ad esempio acido solforoso, nitrico, nitroso, cloridrico, fosforico, fosforoso, borico, silicico e sali tipo bicarbonato di sodio, bisolfito di sodio ...;
- Liquido prova n° 11 (Sodio Idrossido 20%): aggressivi assimilabili al liquido di prova: basi inorganiche e loro sali ad idrolisi alcalina in soluzione acquosa (pH > 8) (eccetto le soluzioni di ammonio e quelle ossidanti dei sali, per esempio ipoclorito), quali ad esempio soda caustica, potassa caustica, calce, ecc;
- Liquido di prova n° 12 (Sodio cloruro 20%): aggressivi assimilabili al liquido di prova: soluzioni di sali non ossidanti inorganici con pH = 6-8 quali ad esempio sali tipo cloruri (sodio, potassio, calcio, magnesio, ecc..), solfati e solfiti, nitrati e nitriti, fosfati e fosfiti, carbonati, borati, alluminati, ecc..

**Impermeabilità alla diffusione della CO<sub>2</sub>:** il rivestimento deve risultare completamente impermeabile alla CO<sub>2</sub>. Se così non fosse il rischio di carbonatazione del copriferro sarebbe un grosso pericolo per la durabilità a causa del rischio di corrosione delle armature metalliche dovuta alla passivazione del copriferro

**Resistenza all'urto:** la norma UNI ISO 6272 specifica un metodo di prova per valutare la resistenza di una pellicola secca di pittura, vernice o prodotto simile quando viene sottoposto a una deformazione causata dalla caduta di una massa. La valutazione viene espressa in energia di caduta (N-m), maggiore è il valore maggiore è l'attitudine del rivestimento a resistere elasticamente a fenomeni impattivi

**Resistenza all'abrasione:** si tratta della capacità di un rivestimento, in adesione al supporto, di resistere all'azione abrasiva di una mola di caratteristiche note UNI EN ISO 5470-1. La valutazione della performance si effettua attraverso la misurazione della perdita di peso



Test di resistenza all'urto

**Caratteristiche elastiche o di Crack Bridging Ability (CBA):** si tratta della capacità di un rivestimento, in adesione al supporto, di resistere senza presentare delle lesioni, a movimenti di fessure di una data apertura. Si parla di CBA (UNI EN 1062-7) statica se la prova è di tipo statico o dinamico CBD se il test prevede dei cicli. In linea generale la CBA è funzione direttamente proporzionale a:

- resistenza a trazione del rivestimento
- spessore del rivestimento
- caratteristiche elastiche del rivestimento

La norma UNI EN 1504/2 suddivide la Crack Bridging Ability (CBA) in classi prestazionali:



Ampiezza della fessura in mm	Classe
> 0,100	A 1
> 0,250	A 2
> 0,500	A 3
> 1,250	A 4
> 2,500	A 5

Classi di crack bridging statico



Condizioni di prova	Classe
wo = 0,15 mm, wu = 0,10 mm trapezoide, n = 100, f = 0,03 Hz, w = 0,05 mm	B 1
wo = 0,15 mm, wu = 0,10 mm trapezoide, n = 1000, f = 0,03 Hz, w = 0,05 mm	B 2
wo = 0,30 mm, wu = 0,10 mm trapezoide, n = 1000, f = 0,03 Hz, w = 0,20 mm	B 3.1
come in B 2.1 e wL = ± 0,05 seno, n = 20 000, f = 1 Hz	B 3.2
wo = 0,50 mm, wu = 0,20 mm trapezoide, n = 1000, f = 0,03 Hz, w = 0,30 mm	B 4.1

Classi di crack bridging dinamico

**Impermeabilità all'acqua capillare o in pressione positiva:** si tratta della capacità di un rivestimento, in adesione al supporto, di resistere alla risalita capillare UNI EN 1062-3 o ad una definita pressione idraulica esercitata direttamente sul rivestimento stesso. È il caso tipico di una vasca o di un contenitore. La valutazione della performance (resistenza alla pressione idraulica positiva) può essere effettuata attraverso un test specifico dei calcestruzzi (UNI EN 12390/8) utilizzando la pressione standard prevista di 5 bar (pari ad una colonna d'acqua di 50 m) oppure un valore differente specifico per il caso in questione. La prova è da ritenersi superata se alla fine del ciclo di carico piezometrico non vi è alcun passaggio di acqua nel supporto attraverso il rivestimento.

**Permeabilità al vapore acqueo:** si tratta della capacità o meno del rivestimento di farsi attraversare da un flusso di vapore (UNI EN ISO 7783-1). Più basso è tale valore maggiore sarà la propensione a lasciarsi permeare.

Da qualche anno è a disposizione per i Progettisti un importante strumento decisionale per poter prescrivere in modo sempre più consapevole le caratteristiche principali che il materiale deve avere per poter rispondere in modo adeguato ai problemi da risolvere. Si tratta in particolare della normativa europea UNI EN1504/2 "Sistemi di protezione della superficie di calcestruzzo".

La UNI EN 1504/2 introduce infatti i fondamentali criteri di:

- requisiti fondamentali per gli usi specifici
- metodi di prova correlati ai requisiti
- limiti di accettazione di tipo prestazionale.

La scelta del sistema di impermeabilizzazione più idoneo al caso specifico è legata ai criteri di importanza che vengono attribuiti ai singoli requisiti di base.



## I sistemi impermeabilizzanti BASF specifici per gli impianti di biogas

I due sistemi impermeabilizzanti specifici per la protezione ed impermeabilizzazione dei digestori anaerobici sono così definiti e denominati:

- **MasterSeal M 689:** elastomero bicomponente poliureico ad indurimento istantaneo applicato a spruzzo, ad alto spessore
- **MasterSeal M 808:** elastomero poliuretano bicomponente ad alta resistenza chimica a basso spessore
- **MasterSeal M 310:** rivestimento filmogeno epossidico bicomponente ad alta resistenza chimica, flessibile

Requisiti e metodi di prova	MasterSeal M 689	MasterSeal M 808	MasterSeal M 310	Prestazioni caratteristiche
Spessore	2 mm	0,5 mm	0,4 mm	
Adesione al calcestruzzo, UNI EN 1542	> 3 MPa (rottura del substrato)	> 3 MPa (rottura del substrato)	> 3 MPa (rottura del substrato)	
Crack bridging ability a 23°C, UNI EN 1062/7	Statico: Classe > A5, Dinamico: Classe > B4.2	Statico: Classe > A4,	Statico: Classe > A1,	
Permeabilità alla CO <sub>2</sub> UNI EN 1062/6	Spess. di aria equiv. Sd>50 m	Spess. di aria equiv. Sd>50 m	Spess. di aria equiv. Sd>50 m	
Resistenza all'abrasione, UNI EN ISO 5470/1 carico 1000 g mola H22/1000 cicli	Perdita di peso < 120 mg	Perdita di peso < 200 mg	Perdita di peso < 350 mg	



Requisiti per la resistenza chimica	MasterSeal M 689		MasterSeal M 808		MasterSeal M 310		Prestazioni chimiche caratteristiche
	Classe	Riduzione Shore	Classe	Riduzione Shore	Classe	Riduzione Shore	
Resistenza all'attacco chimico severo, UNI EN 13529: <b>Classe I:</b> dopo 3 giorni di contatto, riduzione Shore ammessa 50 %; <b>Classe II:</b> 28 giorni di contatto, Riduzione Shore ammessa 50 %							
Liquido prova n° 4: (60% Toluene, 30% Xilene, 10% Metilnaftalene)	I (II)	28 (38) %	--	--	II	0 %	
Liquido prova n° 5a (Metanolo)	II	0 %	--	--	II	0 %	
Liquido prova n° 6 (Tricloroetilene)	I (II)	40 (40)%	--	--	II	0 %	
Liquido prova n° 9 (Acido Acetico 10%)	I (II)	0 (10)%	II	0 (10)%	I (II)	0 (< 20) %	
Liquido prova n° 10 (Acido Solforico 20%) (Acido Solforico 50%)	II --	0 % --	I (II) II	0 % 0 %	II --	0 % --	
Liquido prova n° 11 (Sodio Idrossido 20%)	II	0 %	II	0 %	II	0 %	
Liquido di prova n° 12 (Sodio cloruro 20%)	II	0 %	II	0 %	II	0 %	





## Uno sguardo d'insieme: struttura impianto biogas e tecnologie BASF CC in c.a degli impianti di biogas

	Temperatura di esercizio	Sistemi MasterSeal indicati
Con Batteri Mesofili	Si lavora a temperature comprese tra 20-45 °C, con un intervallo ottimale di 37-41 °C	MasterSeal M 689 MasterSeal M 808 MasterSeal M 310
Con Batteri Termofili	Le condizioni di esercizio ottimali implicano un intervallo di temperatura compreso tra i 50°-52 °C, con temperature che possono anche essere relativamente elevate e superare i 70 °C	MasterSeal M 689

Sistemi MasterSeal indicati rispetto al tipo di processo di digestione anaerobico



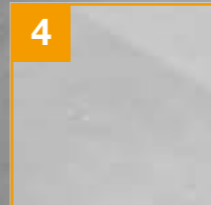
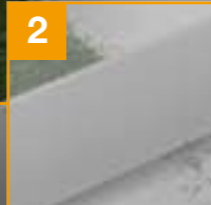
### Impermeabilizzazione interna chimico resistente

- MasterSeal M 808, M 310, M 689



### Impermeabilizzazione UV e chimico resistente poliuretanic elastica

- MasterSeal M808



### Pavimentazione chimico e meccanico resistente in resina poliuretanic ibrida

- UCRETE MT





# Master Builders Solutions from BASF for the Construction Industry

**MasterAir**

Soluzioni per calcestruzzi durabili a basse temperature

**MasterBrace**

Soluzioni per il consolidamento statico del calcestruzzo

**MasterCast**

Soluzioni per la prefabbricazione

**MasterCem**

Soluzioni per la produzione del cemento

**MasterEmaco**

Soluzioni per il ripristino del calcestruzzo

**MasterFinish**

Soluzioni per il disarmo

**MasterFlow**

Soluzioni per ancoraggi di precisione

**MasterFiber**

Soluzioni per il calcestruzzo fibrorinforzato

**MasterGlenium**

Soluzioni per calcestruzzi ad elevata lavorabilità e basso rapporto a/c

**MasterInject**

Soluzioni per le iniezioni in strutture in calcestruzzo

**MasterKure**

Soluzioni per la stagionatura del calcestruzzo

**MasterLife**

Soluzioni per aumentare la durabilità

**MasterMatrix**

Soluzioni per il controllo della reologia in calcestruzzi reodinamici

**MasterPel**

Soluzioni per calcestruzzi resistenti all'acqua

**MasterPolyheed**

Soluzioni per calcestruzzi altamente performanti

**MasterPozzolith**

Soluzioni per la riduzione dell'acqua nei calcestruzzi

**MasterProtect**

Soluzioni per la protezione del calcestruzzo

**MasterRheobuild**

Soluzioni per calcestruzzi superfluidi

**MasterSeal**

Soluzioni per l'impermeabilizzazione e la sigillatura

**MasterRoc**

Soluzioni per le costruzioni in sotterraneo

**MasterSet**

Soluzioni per il controllo dell'idratazione

**MasterSure**

Soluzioni per il controllo della lavorabilità

**MasterTop**

Soluzioni per pavimentazioni industriali

**Master X-seed**

Soluzioni per il calcestruzzo precompresso con indurimento accelerato

**Ucrete**

Soluzioni per pavimentazioni

**BASF Construction Chemicals Italia Spa**

Via Vicinale delle Corti, 21

31100 Treviso - Italy

Tel: +39 0422 304251

Fax: +39 0422 421802

infomac@basf.com

www.master-builders-solutions.basf.it

  
The Chemical Company