

COGENERAZIONE : Energia pulita per le nuove generazioni.

"CHP" UNITA' DI COGENERAZIONE E TRIGENERAZIONE A GAS NATURALE e BIOGAS



SCHEDA PRODOTTO

Indice.

| | |
|---|--------|
| 1. Presentazione | pag. 2 |
| 2. Componenti principali | pag. 2 |
| 2.1. Motore | pag. 2 |
| 2.2. Generatore elettrico | pag. 2 |
| 2.3. Unità elettronica di controllo motore | pag. 2 |
| 2.4. Struttura di sostegno | pag. 2 |
| 2.5. Quadro elettrico | pag. 2 |
| 3. Sistema di recupero termico | pag. 2 |
| 3.1. Recupero calore da gas di scarico | pag. 2 |
| 3.2. Recupero calore da camicie e olio motore | pag. 2 |
| 3.3. Recupero calore da miscela HT | pag. 2 |
| 4. Dissipazione calore in emergenza | pag. 2 |
| 5. Contenimento delle emissioni | pag. 2 |
| 6. Sistema automatico caricamento olio | pag. 2 |
| 7. Contenimento del rumore | pag. 2 |
| 8. Tabelle prestazioni | pag. 2 |
| 9. Tabella abbinamento assorbitori | pag. 2 |

1. Presentazione.

Le unità di cogenerazione NIKMAT alimentate a gas naturale e biogas permettono di trasformare l'energia termica del combustibile in energia elettrica tramite un motore a combustione interna accoppiato ad un generatore elettrico ed inoltre rendono disponibile l'energia termica di scarto del motore. Il fluido termovettore può essere: acqua calda, acqua surriscaldata, vapore, olio diatermico o aria calda.

L'utilizzo di unità di cogenerazione NIKMAT è conveniente in tutte le applicazioni in cui è possibile utilizzare energia elettrica ed energia termica in modo contemporaneo per il maggior tempo possibile.

Per realtà in cui l'utilizzo dell'energia termica è prerogativa della stagione invernale o per tutte quelle realtà in cui è necessaria una considerevole quantità di potenza frigorifera è possibile utilizzare l'energia termica dell'unità di cogenerazione NIKMAT per alimentare una macchina frigorifera ad assorbimento e produrre così acqua refrigerata (unità di trigenerazione).

Si consiglia la progettazione degli impianti di utilizzo dell'energia termica derivante dalla cogenerazione alla più bassa temperatura possibile in modo da massimizzare il rendimento complessivo dell'impianto.

2. Componenti principali.

Il cuore dell'unità è composto dal motore a combustione interna e dal generatore elettrico. Al fine di ottenere rendimenti netti elevati è necessario utilizzare motori progettati per l'utilizzo di gas naturale o comunque modificati dal costruttore per questo utilizzo. Grande importanza è anche rivestita dal sistema di recupero termico che oltre ad un valore elevato dell'efficienza di scambio deve garantire un mantenimento delle prestazioni nel tempo (sporco ridotto delle superfici di scambio, usura ridotta delle pompe di circolazione, manutenzione agevole, etc.)

2.1. Motore.

Il motore endotermico è un motore a 4 tempi a ciclo Otto e permette di trasformare l'energia termica del combustibile in energia meccanica. Il combustibile (gas naturale) viene introdotto nel motore attraverso un miscelatore aria/gas con diversi meccanismi di regolazione ma comunque sempre sfruttando la depressione nei condotti di aspirazione creata dai pistoni nei motori aspirati e dal compressore nei motori sovralimentati (detti anche turbocompressi).

Il migliore rapporto aria/gas è garantito da una centralina di controllo motore che si occupa tra le altre cose di dosare opportunamente il gas naturale in base a parametri quali il carico del motore, la temperatura e la pressione della miscela aria/gas nei collettori di aspirazione, il potere calorifico del gas e la percentuale di ossigeno presente nei gas di scarico.

La potenza meccanica, richiesta dal generatore elettrico è resa disponibile dal motore mediante una connessione unificata secondo la normativa SAE (Society of Automotive Engineers). Tale connessione è composta da una campana di accoppiamento (flywheel housing) solidale con il monoblocco motore e da un volano (flywheel) direttamente connesso all'albero motore.

Tutto il blocco motore è sostenuto da appositi piedi di appoggio che vanno da un minimo di due per i motori di piccola taglia ad un massimo di 4 per motori di media e grossa taglia.



I circuiti di raffreddamento possono andare da uno ad un massimo di tre e la loro configurazione dipende dal modello e dal costruttore del motore. Un circuito di raffreddamento sempre presente è quello che si occupa del raffreddamento delle camicie dei cilindri (parete cilindrica della camera di combustione) che nella maggior parte dei casi è abbinato allo scambiatore di raffreddamento

dell'olio. Per alcuni modelli tale circuito avvolge anche il collettore di scarico del motore, effettuando un parziale recupero termico dai gas di scarico.

Un circuito presente in molti motori turbocompressi è quello di raffreddamento della miscela aria/gas di alimentazione ed è composto da uno scambiatore di calore attraversato da un lato dalla miscela e dall'altro lato dall'acqua di raffreddamento. Tale sistema in alcuni motori è diviso in più stadi e permette di avere un recupero di energia termica dalla parte ad alta temperatura (HT) ed è necessario smaltire il calore della parte a bassa temperatura (LT). Un utilizzo a bassa temperatura del calore (acqua 40°C circa) permetterebbe lo sfruttamento anche di questo calore.

2.2. Generatore elettrico.

La fornitura standard prevede l'utilizzo di un generatore elettrico di tipo sincrono, senza spazzole (brushless), autoeccitati di costruttori di primaria qualità.

L'utilizzo di generatori sincroni (detti anche alternatori) permette l'utilizzo del cogeneratore come gruppo elettrogeno di emergenza e quindi ne permette il funzionamento in isola.

Le caratteristiche standard dei generatori sincroni sono:

- Monosupporto (Accoppiamento con flangia e disco)
- Tensione uscita 400V/3F/50Hz o 60Hz
- Grado di protezione minimo IP21
- Classe di isolamento H
- Regolatore di tensione elettronico



La versione monosupporto e l'accoppiamento mediante flangia di accoppiamento tra carcassa dell'alternatore e campana del motore per la parte statica, e tra disco e volano per le parti rotanti, permette di evitare l'utilizzo di giunti elastici di accoppiamento.

E' comunque possibile richiedere in fase d'ordine un accoppiamento mediante giunto elastico; in questo caso verrà utilizzato un generatore bisupporto, un distanziale di accoppiamento per la campana ed un giunto elastico opportunamente dimensionato.

E' inoltre possibile, se richiesto l'utilizzo di un generatore asincrono, specialmente per potenze elettriche inferiori a 100 kW, ed in questo caso verrà sempre utilizzato un giunto elastico di accoppiamento. Si ricorda tuttavia che usualmente il generatore asincrono non permette di lavorare in isola e quindi la produzione di energia elettrica è subordinata alla presenza di tensione da parte della rete di distribuzione elettrica (rete ENEL solitamente).

2.3. Unità elettronica di controllo motore.

L'unità elettronica del motore è fondamentale per un utilizzo efficiente dello stesso. E' per questo che molti costruttori di motore utilizzano un sistema di controllo studiato per il proprio sistema. NIKMAT, ove il costruttore del motore non abbia un suo sistema di controllo, utilizza componentistica Woodward che permette di sfruttare le tecnologie di controllo più avanzate presenti sul mercato.

Le funzioni standard di controllo sono:

- Sorveglianza della massima temperatura motore
- Sorveglianza della pressione dell'olio lubrificante
- Sorveglianza della temperatura dell'olio
- Controllo di velocità del motore
- Controllo di carico del motore

Altre funzioni opzionali sono:

- Sorveglianza mancata accensioni della miscela
- Regolazione dell'anticipo di accensione

Le unità di controllo utilizzate da NIKMAT sono configurabili in modo da ottenere le massime prestazioni in termini di regolazione, affidabilità ed efficienza energetica, al variare dei parametri ambientali e di utilizzo dell'unità di cogenerazione.

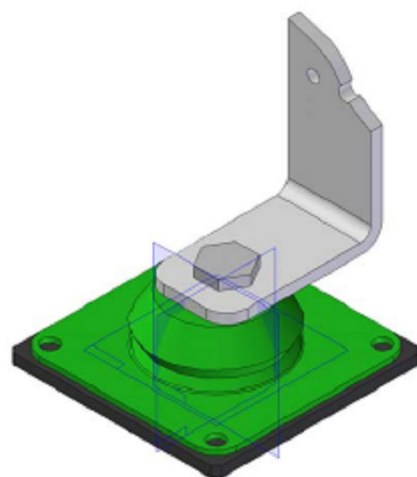
2.4. Struttura di sostegno.

Nessun particolare è lasciato al caso nella progettazione della struttura di appoggio del sistema motore-generatore elettrico.

Una struttura di sostegno ottimale deve permettere di:

- Distribuire il peso dell'accoppiamento motore-alternatore in modo uniforme sugli appoggi.
- Eliminare al massimo le vibrazioni trasmesse dal motore al pavimento di appoggio.
- Contenere eventuali perdite di olio dal motore
- Alloggiare tutte le apparecchiature accessorie

La struttura di sostegno o base delle unità NIKMAT è solitamente costituita da profilati di acciaio elettrosaldati che garantiscono una rigidità superiore rispetto all'utilizzo di lamiere piegate. Solo per unità di piccola dimensione vengono utilizzate strutture in lamiera di acciaio pressopiegate e dotate



di opportuni rinforzi nella parti più sollecitate.

La sospensione elastica del motore dal pavimento di installazione è garantita dall'utilizzo di supporti antivibranti in acciaio e gomma antiolio o in casi particolari di unità di grossa taglia da antivibranti a molla opportunamente dimensionati.

Per le unità di piccola taglia e cioè fino a circa 150 kW i supporti antivibranti vengono montati tra gruppo motore-generatore e struttura di sostegno, mentre i supporti antivibranti sono posizionati tra la struttura ed il pavimento.

NIKMAT è in grado di consigliare i suoi clienti per quanto riguarda le caratteristiche che devono avere i pavimenti di appoggio, garantendo in questo modo la limitazione a valori minimi delle vibrazioni cedute alla struttura.

2.5. Quadro elettrico.

Il quadro elettrico è principalmente composto da due sezioni:

- Sezione di potenza
- Sezione di controllo

La sezione di potenza include i componenti necessari al trasporto dell'energia prodotta dal generatore alla connessione con la rete di distribuzione. Inoltre svolge l'importante compito di sezionare il generatore dal resto dell'impianto e proteggerlo da sovraccarichi e cortocircuiti. La sezione di potenza include anche tutta la strumentazione per la quantificazione e qualificazione dell'energia prodotta.

Tale sezione è composta da:

- Barre di rame o morsetti di collegamento al generatore elettrico
- Interruttore magnetotermico per la protezione del generatore da sovraccarichi e cortocircuiti e per le operazioni di collegamento in parallelo alla rete di distribuzione.
- Trasformatori di corrente e connessioni dei riferimenti di tensione per la misura delle grandezze elettriche necessarie.
- Barre di rame o morsetti per il collegamento alla rete di distribuzione o alle utenze elettriche in caso di funzionamento in isola.

La sezione di controllo gestisce tutte le parti attive dell'unità di cogenerazione, come pompe, centraline di controllo motore, valvole e servocomandi in base ai valori rilevati dalle sonde di temperatura, pressione, portata etc..

Tale sezione è composta da:

- Scheda elettronica di gestione della generazione elettrica.
- Scheda elettronica o PLC di gestione delle funzioni di recupero energetico.
- Moduli di acquisizione dei parametri di funzionamento (sonde di temperatura, pressione etc.).
- Elettromeccanica di comando e protezione dei componenti dell'unità.

La configurazione di base viene adattata comunque alle particolari richieste del cliente.

3. Sistema di recupero termico.

Il recupero di energia termica in altri casi dissipata nell'ambiente permette di ottenere un utilizzo più efficiente dell'energia termica messa a disposizione del combustibile.

Le possibili fonti di recupero dell'energia termica sono:

- Gas di scarico del motore disponibili a temperatura solitamente maggiore ai 400°C.
- Acqua di raffreddamento delle camicie dei cilindri e dell'olio motore a temperatura di 90°C.
- Acqua di raffreddamento della miscela aria/gas naturale ad alta temperatura (di solito 90°C).
- Acqua di raffreddamento della miscela aria/gas naturale a bassa temperatura (di solito 45°C).

Il modo più efficiente di utilizzo di queste fonti è l'utilizzo separato delle stesse; per motivi pratici ed economici di solito vengono utilizzate le prime tre fonti con un circuito che le impiega in serie procedendo da quello a più bassa fino a quello a più alta temperatura.

3.1. Recupero di calore da gas di scarico.

Il recupero di calore dai gas di scarico del motore viene effettuato mediante scambiatori a fascio tubiero, facendo scorrere all'interno dei tubi i gas di scarico e nel mantello l'acqua del circuito che andrà a servire le utenze termiche.

A parità di motore utilizzato lo sfruttamento parziale o totale della fonte di calore dipende dal

fluido termovettore impiegato e dalle sue temperature di ingresso e uscita dallo scambiatore.

Ad esempio con gas di scarico in uscita dal motore a 450 °C e una portata di 1000 kg/h le potenze termiche recuperate potrebbero essere:



| Fluido termovettore | Gas di scarico | Potenza termica |
|--------------------------------|-------------------|-----------------|
| Acqua calda 80-90°C | Da 450°C a 120 °C | 107 kW |
| Acqua surriscaldata 110-120 °C | Da 450 a 130 °C | 104 kW |
| Vapore saturo a 3 bar (144 °C) | Da 450 a 160 °C | 94 kW |
| Vapore saturo a 5 bar (159 °C) | Da 450 a 175 °C | 89 kW |

La regolazione della potenza ceduta al fluido termovettore è ottenuta deviando una parte dei gas di scarico in un circuito di bypass allo scambiatore. Per le unità fino a 120 kW elettrici circa viene utilizzata una valvola chiamata diverter che ha il pregio di essere molto semplice e compatta. Per potenze superiori si utilizzano coppie di valvole a farfalla collegate tra loro mediante levismi.

L'attuatore per la gestione di queste valvole possono essere di tipo elettrico oppure di tipo pneumatico, ed in quest'ultimo caso saranno dotate di un posizionatore elettropneumatico.

3.2. Recupero calore da camicie e olio motore.

I motori a combustione interna sono dotati di condotti nel monoblocco che permettono di raffreddare le camicie (pareti laterali del cilindro a contatto con i pistoni). Solitamente in serie al raffreddamento delle camicie è inserito lo scambiatore di raffreddamento dell'olio.

Le temperature del circuito motore sono solitamente 83 °C in ingresso e 88 °C in uscita ma per esigenze particolari la temperatura di ingresso può essere portata a 85 °C e quella in uscita a 90°C. Con tali temperature è possibile avere una temperatura dell'acqua che andrà a servire le utenze termiche non superiore ad 88 °C.

Lo scambio termico avviene mediante uno scambiatore a piastre, saldobrasate per le unità di piccola taglia (fino a circa 100 kW) e di tipo ispezionabile per taglie superiori. Lo scambiatore saldobrasato è di più facile utilizzo ma non permette lo smontaggio delle singole piastre per un'eventuale pulizia, mentre quello saldobrasato è più ingombrante



ma permette di essere smontato in tutte le sue parti lavato e riassembleato con la sostituzione delle guarnizioni di tenuta tra le piastre se necessario. Per l'operazione di smontaggio, pulizia e riassetto è necessario fermare lo scambio di calore per il tempo di un giorno, mentre la sostituzione di uno scambiatore a piastre saldobrasate si effettua in un paio d'ore.

Per garantire il funzionamento dell'unità di cogenerazione anche nei periodi in cui il recupero di calore non è necessario vengono installati dei raffreddatori di liquido (elettroscambiatori o dry cooler).

La regolazione della quantità di liquido mandata agli elettroscambiatori viene effettuata attraverso una valvola tre vie a corsa rapida in modo da mantenere costante la temperatura dell'acqua in ingresso al motore.

Nelle unità di cogenerazione è possibile visualizzare le seguenti grandezze relative al circuito di raffreddamento camicie e olio motore:

- Temperatura ingresso acqua motore
- Temperatura uscita acqua motore
- Temperatura uscita acqua dry cooler
- Temperatura dell'olio nella coppa di raccolta

3.3. Recupero calore da miscela HT.

I motori dotati di un sistema di sovralimentazione possono essere dotati dal costruttore, per incrementarne le prestazioni e l'efficienza, di uno scambiatore di raffreddamento della miscela elaborata dal compressore. Lo stesso motore è in molti casi utilizzabile con diverse temperature della miscela in ingresso al motore che può variare dai 35°C fino agli 80°C circa. Solitamente un raffreddamento della miscela che permette di utilizzare acqua in ingresso a 80-84°C viene definito ad alta temperatura ed è interessante per quanto riguarda il suo recupero.

Il recupero di questo calore è di solito effettuato utilizzando una parte dell'acqua motore che scorre così in parallelo al circuito camicie+olio.

In questo modo lo scambio di calore verso l'utenza non necessita di ulteriori scambiatori ma si ottiene con un leggero sovradimensionamento dello scambiatore a piastre e del dry cooler del circuito camicie e olio motore.

4. Dissipazione calore in emergenza o esubero.

La produzione di energia elettrica è normalmente prioritaria alla produzione di calore, specialmente nei casi in cui si utilizzino biogas e che quindi la produzione energetica sia direttamente collegata al biogas prodotto (in un periodo definito la quantità di biogas prodotto dovrebbe essere pari a quella utilizzata).

E' per questo che si presenta la necessità di dissipare il calore comunque prodotto dall'impianto ed in particolare:

- Lo scambiatore del gas di scarico viene escluso dal circuito dalla valvola tre vie portando il gas direttamente nell'ambiente.
- Lo scambiatore a piastre viene escluso dalla circolazione dell'acqua motore che viene raffreddata nell'ambiente attraverso il dry cooler.
- Eventuali altri circuiti di raffreddamento (miscela LT ad es.) permettono di smaltire il calore all'esterno attraverso dry cooler.

I dry cooler o elettroradiatori sono composti da una batteria alettata, solitamente composta da tubi in rame ed alette in alluminio che si occupa dello scambio termico tra acqua e aria e da uno o più elettroventilatori che assicurano il flusso di aria attraverso la batteria.

Nel caso di più elettroventilatori la temperatura dell'acqua di ritorno alla valvola di miscelazione o comunque al circuito di raffreddamento è garantita da una gestione on/off dei ventilatori o in casi particolari mediante l'utilizzo di inverter.

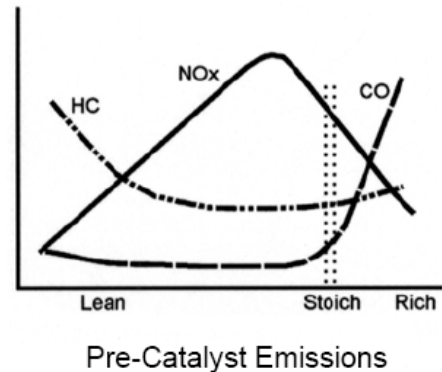
5. Contenimento delle emissioni.

Le principali sostanze inquinanti prodotte dai motori a combustione interna sono:

- Ossidi di azoto: NO_x (NO₂, N₂O₃, N₂O₅)
- Monossido di carbonio: CO
- Idrocarburi incombusti: HC

La concentrazione delle diverse specie chimiche nei gas di scarico dipende da vari fattori, tra cui alcuni dettagli costruttivi dei motori.

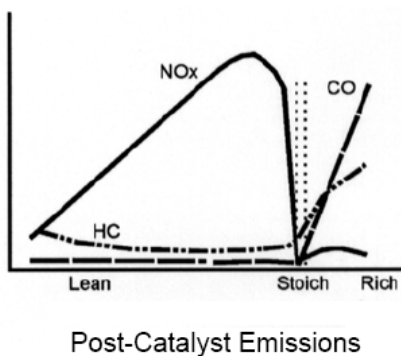
Per la stessa tipologia di motore l'utilizzo di una miscela più o meno ricca in combustibile rispetto a quella strettamente necessaria alla combustione (detto anche rapporto stechiometrico) ha una grande influenza sulla concentrazione delle diverse specie chimiche; il grafico ne evidenzia l'andamento rispetto al rapporto gas combustibile/aria (Lean burn: miscela povera in gas; Rich burn: miscela ricca in gas).



Per l'abbattimento di NO_x, CO ed HC possono essere installati, come opzione, dei depuratori catalitici a 2 o 3 vie.

Con il catalizzatore a 2 vie vengono abbattuti sia il CO che gli HC e possono essere utilizzati sui motori con miscela ricca (rich) o magra (lean).

Il catalizzatore a 3 vie permette di abbattere anche gli ossidi di azoto (NO_x) ma può essere impiegato solo su motori a miscela ricca (rich).



Per identificare nei data sheet motori funzionanti con miscela ricca è necessario controllare il parametro λ che in questo caso sarà uguale a 1 (rapporto stechiometrico aria /gas).

Di conseguenza i motori di tipo lean avranno tale parametro maggiore di 1 e tipicamente maggiore di 1,4.

Un tipico andamento delle concentrazioni degli inquinanti a valle del catalizzatore è riportato nel grafico a lato, dove si evidenzia il comportamento con motori di tipo stechiometrico, lean o rich burn.

6. Sistema automatico caricamento olio

Le unità di cogenerazione NIKMAT sono state studiate per un utilizzo continuativo e sono quindi dotate di caricamento automatico dell'olio lubrificante in grado di compensare il consumo naturale del motore.

Il sistema automatico si occupa di verificare in modo continuo il livello nella coppa di raccolta dell'olio motore abilitando il caricamento mediante una pompa ad ingranaggi che effettua il travaso di piccole quantità di olio dal serbatoio a bordo alla coppa olio motore.

Il ciclo di caricamento è stato ottimizzato con l'esperienza e permette di:

- Mantenere un livello ottimale nella coppa olio
- Arrestare il motore in caso di mancato raggiungimento del livello
- Arrestare il caricamento se vi sono ingenti perdite di olio.
- Evitare un livello eccessivo di olio nella coppa motore.

Il sistema di caricamento automatico dell'olio può essere equipaggiato a richiesta con un sistema di valvole che permette, durante il cambio olio, l'estrazione con la stessa pompa dell'olio dalla coppa motore ed il caricamento del serbatoio a bordo direttamente dal fusto dell'olio.



Pompa caricamento olio

7. Contenimento del rumore

Le fonti di rumore prodotte dalle unità di cogenerazione sono principalmente di due tipi:

- Rumore prodotto dal motore
- Rumore prodotto da pompe e ventilatori

Le emissioni sonore emesse dal corpo del motore, e indicate nelle tabelle prestazionali, possono essere contenute mediante l'uso di cofanature per le taglie fino a 150 kW e mediante la costruzione dell'unità all'interno di un container per qualsiasi taglia.

Il container ISO è una struttura unificata facilmente trasportabile e che offre la possibilità di raggiungere elevati standard di insonorizzazione. Le tipologie standardizzate hanno tutte la stessa larghezza ma possono avere lunghezze di 20ft oppure 40ft e altezze di 8'6" oppure 9'6".

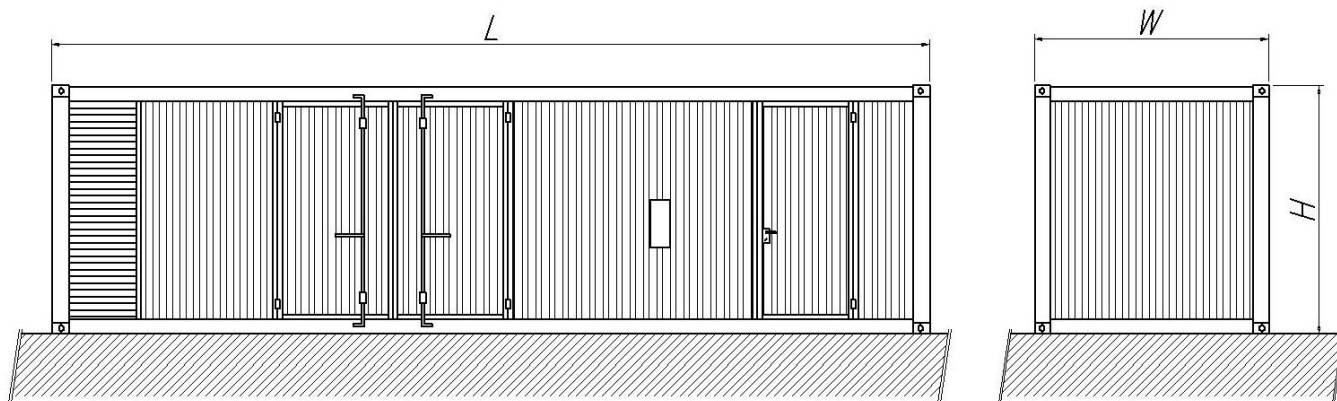
Per unità che verranno autotrasportate è possibile costruire il container con lunghezze diverse da quelle standardizzate.

Tutti i container vengono disegnati e costruiti su specifica NIKMAT.

Dimensioni esterne dei container.

| Tipo container | Larghezza | Altezza | Lunghezza | Standard ISO* |
|-----------------|--------------|----------------|----------------|---------------|
| Box 20 ft | 8' (2438 mm) | 8'6" (2591 mm) | 20' (6096 mm) | SI |
| Box 30 ft | 8' (2438 mm) | 8'6" (2591 mm) | 30' (9144 mm) | NO |
| Box 40 ft | 8' (2438 mm) | 8'6" (2591 mm) | 40' (12192 mm) | SI |
| High cube 20 ft | 8' (2438 mm) | 9'6" (2896 mm) | 20' (6096 mm) | SI |
| High cube 30 ft | 8' (2438 mm) | 9'6" (2896 mm) | 30' (9144 mm) | NO |
| High cube 40 ft | 8' (2438 mm) | 9'6" (2896 mm) | 40' (12192 mm) | SI |

*Solo i container standard sono riconosciuti per il trasporto via nave previa certificazione. Le altre tipologie sono considerati come una "Cassa".



Nelle tabelle prestazionali è indicata anche la potenza sonora emesso dallo scarico dei gas combusti ed è il risultato dell'attenuazione del silenziatore che può essere di due tipologie diverse, di tipo semplice oppure di tipo residenziale. L'abbattimento tipico di tali silenziatori è di circa 15 dB(A) per il tipo semplice e di circa 35 dB(A) per la versione residenziale. E' possibile studiare silenziatori con altri livelli di abbattimento acustico in base alle particolari richieste del cliente.

8. Tabelle prestazioni.

Tabella 1 - Prestazione elettriche e termiche unità a gas naturale con motori MAN

| Unità | CHP 40 M | CHP 50 M | CHP 60 M | CHP 70 M | CHP 100 M | CHP 140 M | CHP 190 M | CHP 230 M | CHP 250 M | CHP 370 M | CHP 400 M |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Potenza elettrica (kW) | 42 | 49 | 64 | 69 | 102 | 140 | 196 | 234 | 249 | 376 | 397 |
| Potenza termica (kW)* | 63 | 79 | 103 | 109 | 138 | 207 | 263 | 365 | 321 | 467 | 513 |
| Consumo combustibile (Nm ³ /h)** | 12,9 | 14,8 | 19,6 | 20,4 | 28,0 | 39,0 | 54,0 | 67,0 | 68,0 | 103,0 | 105,0 |
| Rendimento -totale (%) | 81,7 | 86,4 | 85,3 | 87,2 | 85,2 | 88,5 | 85,3 | 89,3 | 83,8 | 82,0 | 87,1 |
| -elettrico (%) | 32,8 | 33,0 | 32,8 | 33,8 | 36,2 | 35,7 | 36,5 | 34,9 | 36,6 | 36,6 | 38,0 |
| -termico (%) | 48,8 | 53,4 | 52,6 | 53,4 | 48,9 | 52,8 | 48,9 | 54,6 | 47,2 | 45,4 | 49,1 |
| Modello motore | E834 E312 | E834 E302 | E836 E312 | E836 E302 | E836 LE202 | E 2876 E312 | E2876LE302 | E2842 E312 | E2848LE322 | E2842LE312 | E2842LE322 |
| Velocità motore (1/min) | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| Potenza sonora motore (dBA) | 97,7 | 98,3 | 96,9 | 98,8 | 98,6 | N/A | 104,1 | 105,2 | N/A | 107,0 | N/A |
| Potenza sonora allo scarico (dBA) | 120,4 | 139,0 | 123,6 | 153,6 | 131,3 | N/A | 139,3 | 147,4 | N/A | 140,1 | N/A |
| -Con silenziatore standard | 105,4 | 124,0 | 108,6 | 138,6 | 115,3 | N/A | 124,3 | 132,4 | N/A | 125,1 | N/A |
| -Con silenziatore residenziale | 85,4 | 104,0 | 88,6 | 118,6 | 96,3 | N/A | 104,3 | 112,4 | N/A | 105,1 | N/A |
| Emissioni al 5% O ₂ - λ | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,60 | 1,00 | 1,60 | 1,00 | 1,60 | 1,60 | 1,6 |
| -NO _x (mg/Nm ³) | 5000 | 6500 | 5000 | 7000 | 500 | 4500 | 500 | 6500 | 500 | 500 | 500 |
| -CO (mg/Nm ³) | N/A | 6500 | N/A | 5000 | 600 | 4500 | 600 | 4000 | 1000 | 650 | 1000 |
| -NMHC | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 150 | N/A | 60 | 60 | 150 |
| Potenza alternatore (kVA) | 62 | 72 | 92 | 92 | 165 | 165 | 300 | 350 | 350 | 510 | 570 |
| Tensione nominale (V/Hz) | 400/3/50 | 400/3/50 | 400/3/50 | 400/3/50 | 400/3/50 | 400/3/50 | 400/3/50 | 400/3/50 | 400/3/50 | 400/3/50 | 400/3/50 |
| Classe di isolamento | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H |
| Temperatura in/out utenza (°C) | 80/90 | 80/90 | 80/90 | 80/90 | 80/90 | 80/90 | 80/90 | 80/90 | 80/90 | 80/90 | 80/90 |
| Portata acqua utenza (m ³ /h) | 5,4 | 6,8 | 8,9 | 9,4 | 11,4 | 17,8 | 22,6 | 31,4 | 27,6 | 40,2 | 44,1 |
| Dimensioni -Larghezza (mm) | 1000 | 1000 | 1200 | 1200 | 1400 | 1400 | 2438 | 2438 | 2438 | 2438 | 2438 |
| -Altezza (mm) | 1250 | 1250 | 1450 | 1940 | 2100 | 2100 | 2591 | 2591 | 2591 | 2591 | 2591 |
| -Lunghezza (mm) | 2000 | 2000 | 3000 | 4000 | 4200 | 4200 | 6096 | 6096 | 6096 | 6096 | 9144 |
| Peso (kg) | 2000 | 2000 | 2500 | 3600 | 5500 | 6000 | 7000 | 9000 | 9000 | 9000 | 9000 |

*Potenza elettrica al lordo dell'autoconsumo.

**Consumo del gas riferito ad un PCI di 34500 kJ/Sm³.

Le dimensioni sono riferite ad un package standard senza silenziatore e dry cooler

Tabella 2 - Prestazione elettriche e termiche unità a gas naturale con motori PERKINS

| Unità | CHP 300 P | CHP 400 P | CHP 600 P | CHP 800 P | CHP 1000 P |
|---|-------------|-------------|-----------|--------------|--------------|
| Potenza elettrica (kW) | 302 | 423 | 600 | 863 | 986 |
| Potenza termica (kW)* | 466 | 471 | 885 | 1026 | 1226 |
| Consumo combustibile (Nm ³ /h)** | 101 | 123 | 197 | 251 | 283 |
| Rendimento -totale (%) | 83,4 | 79,9 | 82,8 | 82,6 | 85,7 |
| -elettrico (%) | 32,8 | 37,8 | 33,4 | 37,7 | 38,3 |
| -termico (%) | 50,6 | 42,1 | 49,3 | 44,8 | 47,5 |
| Modello motore | 4006-23TRS1 | 4008-30TRS1 | 4012-TESE | 4016-E61TRS1 | 4016-E61TRS2 |
| Velocità motore (1/min) | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| Potenza sonora motore (dBA) | 108 | 108 | 109 | 110 | 109 |
| Potenza sonora allo scarico (dBA) | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| -Con silenziatore standard | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| -Con silenziatore residenziale | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Emissioni al 5% O ₂ - λ | 1,62 | N/A | N/A | N/A | N/A |
| -NO _x (mg/Nm ³) | 350 | N/A | N/A | N/A | N/A |
| -CO (mg/Nm ³) | 500 | N/A | N/A | N/A | N/A |
| -NMHC(mg/Nm ³) | 1945 | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Potenza alternatore (kVA) | 410 | 570 | 800 | 1150 | 1500 |
| Tensione nominale (V/Hz) | 400/3/50 | 400/3/50 | 400/3/50 | 400/3/50 | 400/3/50 |
| Classe di isolamento | H | H | H | H | H |
| Temperatura in/out utenza (°C) | 80/90 | 80/90 | 80/90 | 80/90 | 80/90 |
| Portata acqua utenza (m ³ /h) | 40,1 | 40,5 | 76,1 | 88,2 | 105,4 |
| Dimensioni -Larghezza (mm) | 2438 | 2438 | 2438 | 2438 | 2438 |
| -Altezza (mm) | 2591 | 2591 | 2591 | 2896 | 2896 |
| -Lunghezza (mm) | 9144 | 9144 | 12192 | 12192 | 16764 |
| Peso (kg) | 10500 | 13000 | 15000 | 17000 | 20000 |

*Potenza elettrica al lordo dell'autoconsumo.

**Consumo del gas riferito ad un PCI di 34500 kJ/Sm³.

Le dimensioni sono riferite ad un package standard senza silenziatore e dry cooler

Tabella 3 - Prestazione elettriche e termiche unità a gas naturale con motori WAUKESHA

| Unità | CHP 310 W | CHP 475 W | CHP 625 W | CHP 1000 W | CHP 2000 W | CHP 3000 W |
|---|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| Potenza elettrica (kW) | 310 | 475 | 625 | 1000 | 2116 | 3185 |
| Potenza termica (kW)* | 473 | 716 | 951 | 907 | 1951 | 3059 |
| Consumo combustibile (Nm ³ /h)** | 102 | 152 | 202 | 258 | 592 | 888 |
| Rendimento | | | | | | |
| -totale (%) | 82,9 | 84,1 | 83,8 | 79,4 | 73,9 | 75,6 |
| -elettrico (%) | 32,8 | 33,6 | 33,2 | 41,6 | 38,5 | 38,6 |
| -termico (%) | 50,1 | 50,5 | 50,6 | 37,8 | 35,5 | 37,1 |
| Modello motore | VGF24GSID | VGF36GSID | VGF48GSID | APG1000 | APG2000 | APG3000 |
| Velocità motore (1/min) | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| Potenza sonora motore (dBA) | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Potenza sonora allo scarico (dBA) | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| -Con silenziatore standard | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| -Con silenziatore residenziale | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Emissioni al 5% O ₂ - λ | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| -NO _x (mg/Nm ³) | N/A | N/A | N/A | 500 | 500 | 500 |
| -CO (mg/Nm ³) | N/A | N/A | N/A | 610 | 610 | 610 |
| -NMHC(mg/Nm ³) | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Potenza alternatore (kVA) | 388 | 594 | 780 | 1250 | 2650 | 4000 |
| Tensione nominale (V/Hz) | 400/3/50 | 400/3/50 | 400/3/50 | 400/3/50 | 400/3/50 | 400/3/50 |
| Classe di isolamento | H | H | H | H | H | H |
| Temperatura in/out utenza (°C) | 80/90 | 80/90 | 80/90 | 80/90 | 80/90 | 80/90 |
| Portata acqua utenza (m ³ /h) | 40,7 | 61,6 | 81,8 | 78,0 | 167,9 | 263,2 |
| Dimensioni -Larghezza (mm) | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| -Altezza (mm) | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| -Lunghezza (mm) | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |

Peso (kg) N/A N/A N/A N/A N/A N/A

*Potenza elettrica al lordo dell'autoconsumo.

Le dimensioni sono riferite ad un package standard senza

**Consumo del gas riferito ad un PCI di 34500 kJ/Sm³.

silenziatore e dry cooler

Tabella 3 - Prestazione elettriche e termiche unità a biogas con motori MAN

| Unità | CHPB 100 M | CHPB 120 M | CHPB 200 M | CHPB 250 M | CHPB 340 M | CHPB 360 M |
|---|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Potenza elettrica (kW) | 102 | 121 | 187 | 248 | 341 | 359 |
| Potenza termica (kW)* | 135 | 181 | 244 | 326 | 432 | 473 |
| Consumo combustibile (Nm ³ /h)** | 45 | 57 | 82 | 110 | 154 | 158 |
| Rendimento -totale (%) | 87,5 | 88,0 | 87,4 | 87,3 | 83,8 | 88,0 |
| -elettrico (%) | 37,7 | 35,2 | 37,9 | 37,7 | 36,9 | 38,0 |
| -termico (%) | 49,8 | 52,8 | 49,5 | 49,6 | 46,9 | 50,0 |
| Modello motore | E836 LE202 | E2876 TE302 | E2876 LE302 | E2848 LE322 | E2842 LE312 | E2842 LE322 |
| Velocità motore (1/min) | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| Potenza sonora motore (dBA) | 98,6 | 103,6 | 104,1 | N/A | 105,3 | N/A |
| Potenza sonora allo scarico (dBA) | 131,3 | 130,6 | 139,3 | N/A | 139,3 | N/A |
| -Con silenziatore standard | 116,3 | 115,6 | 124,3 | N/A | 124,3 | N/A |
| -Con silenziatore residenziale | 96,3 | 95,6 | 104,3 | N/A | 104,3 | N/A |
| Emissioni al 5% O ₂ -λ | 1,40 | 1,40 | 1,40 | 1,45 | 1,50 | 1,47 |
| -NO _x (mg/Nm ³) | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 |
| -CO (mg/Nm ³) | 600 | 600 | 650 | 1000 | 650 | 1000 |
| -NMHC(mg/Nm ³) | 150 | 150 | 150 | N/A | N/A | 150 |
| Potenza alternatore (kVA) | 165 | 165 | 250 | 350 | 510 | 510 |
| Tensione nominale (V/Hz) | 400/3/50 | 400/3/50 | 400/3/50 | 400/3/50 | 400/3/50 | 400/3/50 |
| Classe di isolamento | H | H | H | H | H | H |
| Temperatura in/out utenza (°C) | 80/90 | 80/90 | 80/90 | 80/90 | 80/90 | 80/90 |
| Portata acqua utenza (m ³ /h) | 10,9 | 15,6 | 21,0 | 28,0 | 37,2 | 40,7 |
| Dimensioni -Larghezza (mm) | 1400 | 2438 | 2438 | 2438 | 2438 | 2438 |

| | | | | | | |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|
| -Altezza (mm) | 2100 | 2591 | 2591 | 2591 | 2591 | 2591 |
| -Lunghezza (mm) | 4200 | 6096 | 9144 | 9144 | 9144 | 9144 |
| Peso (kg) | 6000 | 6500 | 7000 | 9000 | 9500 | 9500 |

*Potenza elettrica al lordo dell'autoconsumo.

Le dimensioni sono riferite ad un package standard senza

**Consumo del gas riferito ad un PCI di 34500 kJ/Sm³.

silenziatore e dry cooler

Tabella 3 - Prestazione elettriche e termiche unità a gas naturale con motori WAUKESHA

| Unità | CHPB 100 M | CHPB 120 M | CHPB 200 M | CHPB 250 M | CHPB 340 M | CHPB 360 M |
|---|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Potenza elettrica (kW) | 102 | 121 | 187 | 248 | 341 | 359 |
| Potenza termica (kW)* | 135 | 181 | 244 | 326 | 432 | 473 |
| Consumo combustibile (Nm ³ /h)** | 45 | 57 | 82 | 110 | 154 | 158 |
| Rendimento -totale (%) | 87,5 | 88,0 | 87,4 | 87,3 | 83,8 | 88,0 |
| -elettrico (%) | 37,7 | 35,2 | 37,9 | 37,7 | 36,9 | 38,0 |
| -termico (%) | 49,8 | 52,8 | 49,5 | 49,6 | 46,9 | 50,0 |
| Modello motore | E836 LE202 | E2876 TE302 | E2876 LE302 | E2848 LE322 | E2842 LE312 | E2842 LE322 |
| Velocità motore (1/min) | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| Potenza sonora motore (dBA) | 98,6 | 103,6 | 104,1 | N/A | 105,3 | N/A |
| Potenza sonora allo scarico (dBA) | 131,3 | 130,6 | 139,3 | N/A | 139,3 | N/A |
| -Con silenziatore standard | 116,3 | 115,6 | 124,3 | N/A | 124,3 | N/A |
| -Con silenziatore residenziale | 96,3 | 95,6 | 104,3 | N/A | 104,3 | N/A |
| Emissioni al 5% O ₂ - λ | 1,40 | 1,40 | 1,40 | 1,45 | 1,50 | 1,47 |
| -NO _x (mg/Nm ³) | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 |
| -CO (mg/Nm ³) | 600 | 600 | 650 | 1000 | 650 | 1000 |
| -NMHC(mg/Nm ³) | 150 | 150 | 150 | N/A | N/A | 150 |
| Potenza alternatore (kVA) | 165 | 165 | 250 | 350 | 510 | 510 |
| Tensione nominale (V/Hz) | 400/3/50 | 400/3/50 | 400/3/50 | 400/3/50 | 400/3/50 | 400/3/50 |
| Classe di isolamento | H | H | H | H | H | H |
| Temperatura in/out utenza (°C) | 80/90 | 80/90 | 80/90 | 80/90 | 80/90 | 80/90 |

| | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|
| Portata acqua utenza (m ³ /h) | 10,9 | 15,6 | 21,0 | 28,0 | 37,2 | 40,7 |
| Dimensioni -Larghezza (mm) | 1400 | 2438 | 2438 | 2438 | 2438 | 2438 |
| -Altezza (mm) | 2100 | 2591 | 2591 | 2591 | 2591 | 2591 |
| -Lunghezza (mm) | 4200 | 6096 | 9144 | 9144 | 9144 | 9144 |
| Peso (kg) | 6000 | 6500 | 7000 | 9000 | 9500 | 9500 |

*Potenza elettrica al lordo dell'autoconsumo.

Le dimensioni sono riferite ad un package standard senza

**Consumo del gas riferito ad un PCI di 34500 kJ/Sm³.

silenziatore e dry cooler

9. Unità frigorifere ad assorbimento.

Tabella 4 - Abbinamento unità frigorifere ad assorbimento con unità di cogenerazione

| Modello | CHP 40 M | CHP 50 M | CHP 60 M | CHP 70 M | CHP 100 M | CHP 140 M | CHP 190 M | CHP 230 M | CHP 250 M | CHP 370 M | CHP 400 M |
|--------------------------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Modello assorbitore | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | BDH-20 | BDH-20 | BDH-30 | BDH-20 | BDH-30 | BDH-50 |
| Potenza frigorifera (kW) | | | | | | 155 | 197 | 273 | 240 | 350 | 384 |

| Modello | CHP 300 P | CHP 400 P | CHP 600 P | CHP 800 P | CHP 1000 P |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| Modello assorbitore | BDH-30 | BDH30 | BDH50 | BDH75 | BDH100 |
| Potenza frigorifera (kW) | 349 | 353 | 663 | 769 | 919 |

| Modello | CHPB 100 M | CHPB 120 M | CHPB 200 M | CHPB 250 M | CHPB 340 M | CHPB 360 M |
|--------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Modello assorbitore | N/A | N/A | BDH-20 | BDH-30 | BDH-30 | BDH-30 |
| Potenza frigorifera (kW) | | | 183 | 244 | 324 | 354 |