



Ricerca di Sistema elettrico

Simulazione del funzionamento della micro-turbina Turbec T100 con fluidi di lavoro diversi dall'aria

G.Messina, C. Stringola, G. Guidarelli, A. Assettati, A. Grasso.

SIMULAZIONE DEL FUNZIONAMENTO DELLA MICRO-TURBINA TURBEC T100 CON FLUIDI DI LAVORO DIVERSI

DALL'ARIA

G.Messina, C. Stringola, G. Guidarelli, A. Assettati, A. Grasso - ENEA

Settembre 2014

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico – ENEA

Piano Annuale di Realizzazione 2013

Area: Produzione di energia elettrica e protezione dell'ambiente

Progetto B.2: Cattura e sequestro della CO₂ prodotta dall'utilizzo dei combustibili fossili

Parte A

Obiettivo c: Cicli a CO₂

Responsabile del Progetto: Stefano Giammartini, ENEA

Indice

SOMMARIO.....	4
1 INTRODUZIONE.....	5
2 ATTIVITÀ DI COSTRUZIONE E MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO AGATUR.....	7
3 VALIDAZIONE DEL MODELLO DINAMICO DELLA μ GT TURBEC T100.....	15
4 SIMULAZIONE DELLA μ GT TURBEC T100 CON VARIAZIONE CONTINUA DELLA COMPOSIZIONE DEL FLUIDO DI LAVORO.....	19
5 CONCLUSIONI.....	21

Sommario

In questo documento vengono descritte le attività tecniche, sperimentali e numeriche connesse con lo sviluppo di cicli turbogas innovativi basati sull'itlizzo di fluidi di lavoro ad alto contenuto di anidride carbonica. Il documento è suddiviso in tre parti contenenti rispettivamente: la descrizione delle attività di realizzazione e manutenzione dell'impianto AGATUR; la validazione del modello numerico della micro-turbina mediante i dati ottenuti dall'esercizio sperimentale della macchina; i risultati ottenuti dalle prime simulazioni esplorative volte a valutare il comportamento termodinamico della micro-turbina, quando è sottoposta ad una variazione continua della composizione del fluido di lavoro. Una quarta parte di carattere prettamente tecnico, è costituita dalla specifica tecnica emessa per la coibentazione del piping dell'impianto AGATUR.

1 Introduzione

L'obiettivo immediato dell'attività in oggetto è l'esercizio sperimentale di un ciclo turbogas funzionante con fluidi di lavoro diversi dall'aria, tipicamente, con alte concentrazioni di CO₂. La "visione" correlata con l'attività ha una duplice finalizzazione, abbracciando un obiettivo di medio termine legato alla realizzazione sperimentale di un ciclo turbogas di tipo "Exhaust Gas Recirculation" (EGR) ed un obiettivo di lungo termine connesso con la fattibilità di cicli di potenza a CO₂ supercritica.

Esercizio un ciclo EGR equivale potenzialmente a produrre energia elettrica con l'efficienza di un ciclo combinato, con l'ulteriore vantaggio di utilizzare un fluido di lavoro in cui la CO₂ è molto più concentrata rispetto ad un combinato tradizionale, con ricadute positive nell'efficacia e nell'economia del processo di cattura della CO₂. Efficacia ed economia trovano immediata giustificazione se si considera che la presenza preponderante di azoto negli esausti di un turbogas convenzionale rende difficoltosa la cattura a causa della bassa concentrazione di CO₂ nei fumi, oltre a richiedere dispositivi di trattamento di dimensioni molto maggiori a causa dei grandi volumi trattati, con il conseguente aggravio sia in termini di CAPEX che di OPEX.

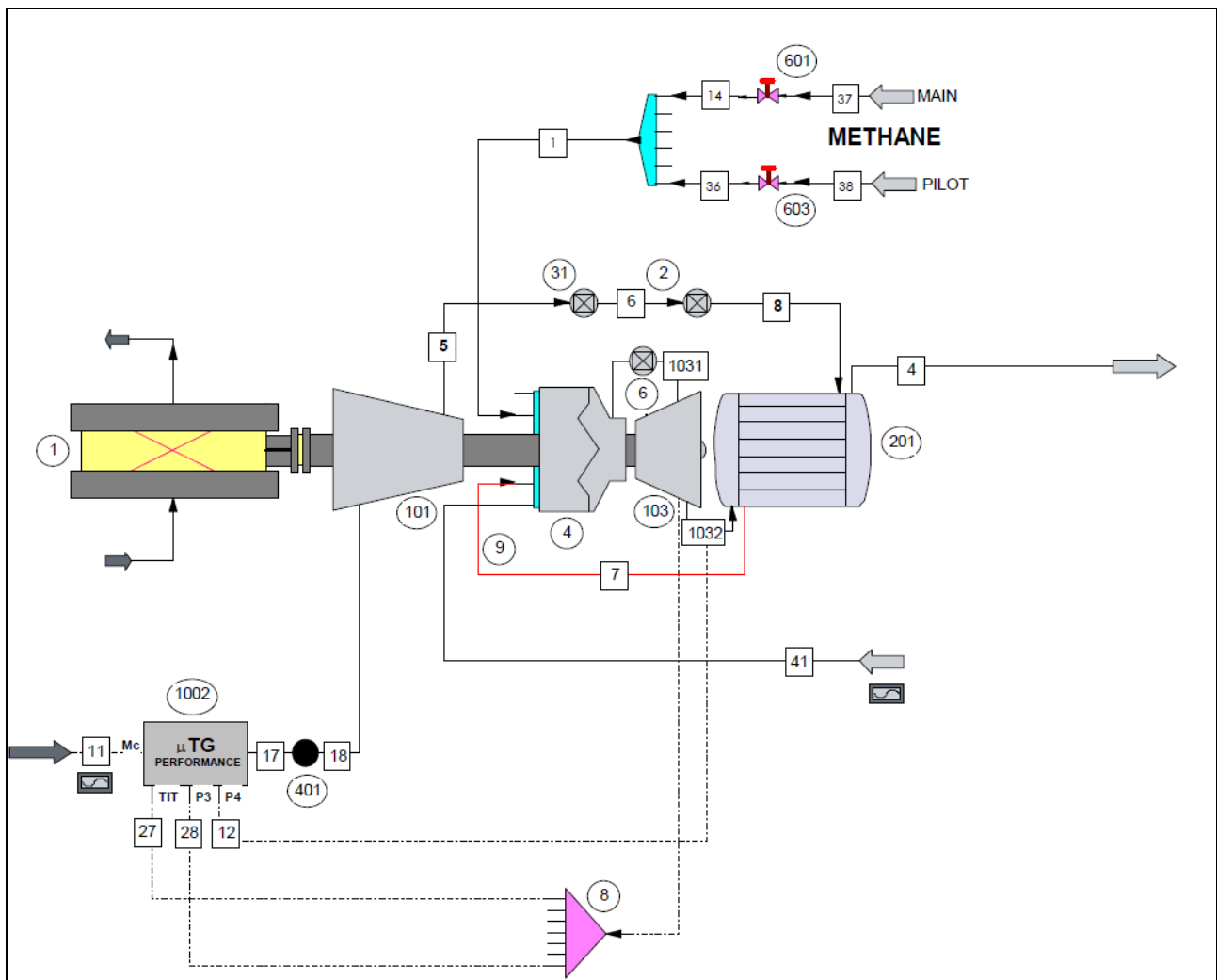


Figura 1. Modello della micro-turbina a gas Turbocor T100 realizzato in ambiente ChemCAD.

Per quanto attiene ai cicli a CO₂ supercritica con ossi-combustione, l'attività in oggetto si innesta in due differenti rami di ricerca mirati rispettivamente allo studio della strategia di start-up del sistema, ed alla comprensione di base del fenomeno della combustione in atmosfera sintetica composta prevalentemente

da anidride carbonica e ossigeno. Con riferimento alle strategie di start-up dei sistemi di conversione a S-CO₂, una delle ipotesi accreditate è l'avviamento ad aria del turbogas e la progressiva transizione verso un'atmosfera sintetica CO₂/O₂ mediante ricircolo degli esausti, con accensione e ramp-up che avvengono pertanto in condizioni sub-critiche.

Con quanto sopra si spiegano le molteplici ricadute connesse con l'implementazione di un impianto sperimentale basato su un turbogas convenzionale, opportunamente configurato riprodurre delle condizioni di funzionamento utili alla comprensione delle fenomenologie legate ai temi descritti.

Il laboratorio COMSO è impegnato nel perseguimento degli obiettivi di medio e lungo termine sopra citati, che assumono concretezza con la progressiva realizzazione della facility AGATUR, di cui la micro-turbina a gas (μ GT) Turbec T100 rappresenta il cuore.

La modellazione termodinamica connessa con l'attività in oggetto è finalizzata alla caratterizzazione del sistema, con l'obiettivo primario di ottenere uno strumento in grado di fornire previsioni di performance utili alla progettazione della facility in corso di completamento e alla definizione preliminare delle prove sperimentali. Il modello realizzato nelle precedenti annualità è stato validato con i dati ottenuti dalle acquisizioni effettuate nel corso di alcune prove appositamente realizzate. Nello specifico, una volta effettuato warm-up, la T100 è stata sottoposta ad una serie di variazioni di carico a gradini di ampiezza costante, in salita fino alla massima potenza e, in discesa, dalla massima potenza fino alla minima potenza stabile. Ad ogni variazione di potenza è seguito un intervallo temporale a potenza costante, utile alla stabilizzazione di tutte le grandezze rilevate, nei limiti della variabilità naturale delle stesse con la macchina a regime.

I dati così ottenuti sono stati utilizzati per effettuare la taratura statica e dinamica del modello della μ GT realizzato nella precedente annualità.

Alla fase di taratura è seguita una prima serie di simulazioni volte alla previsione del comportamento della μ GT quando viene sottoposta alla variazione continua del fluido di lavoro, ottenendo una prima valutazione delle variabili di riferimento per il controllo del processo.

2 Attività di costruzione e manutenzione dell'impianto AGATUR

In questa sezione verranno descritte le attività di carattere impiantistico svolte sull'impianto AGATUR, finalizzate alla chiusura del loop di rigenerazione della macchina, che hanno previsto l'installazione delle tubazioni, dei relativi supporti, dei giunti di espansione e della coibentazione.

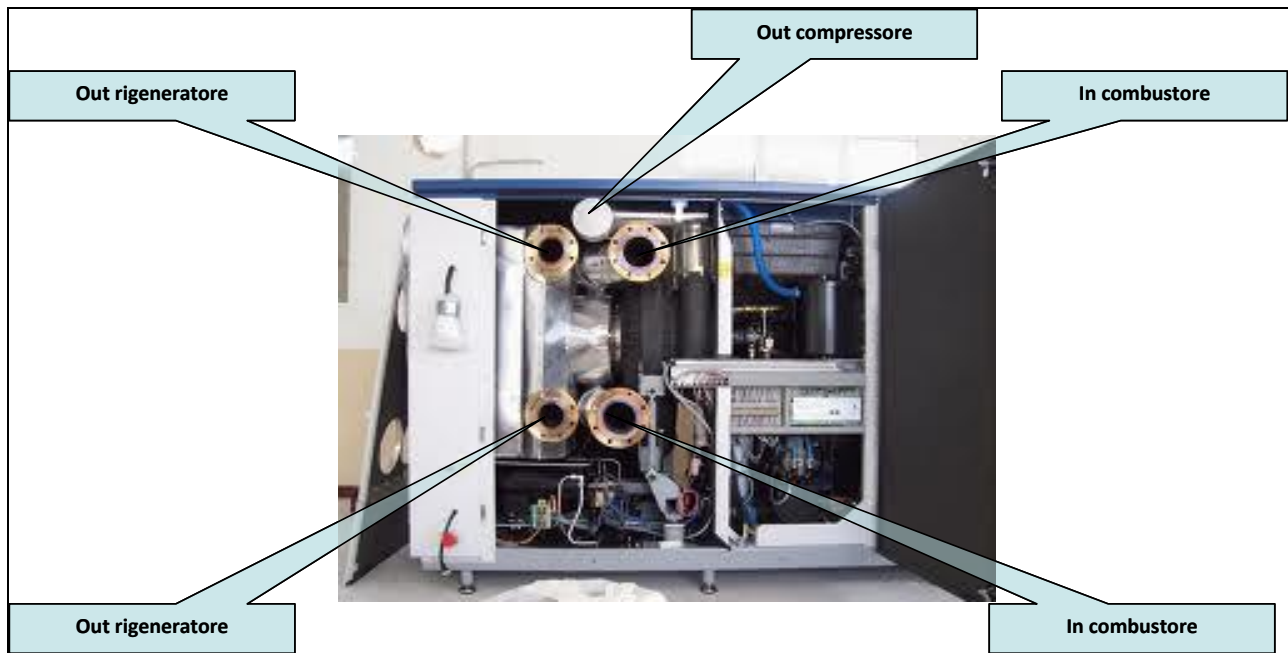


Figura 2. Vista delle flange di connessione della mGT dell'impianto AGATUR. Le interfacce consentono la connessione fluidodinamica della macchina ad un vessel di oltre 40 m³, progettato per sopportare la massima pressione di lavoro della mGT, con temperature di oltre 650 °C.

La mGT dell'impianto AGATUR è stata modificata nel gas-path per consentire l'interfacciamento della macchina con il vessel. L'interfacciamento mGT-Vessel può essere effettuato mediante due distinti percorsi che prevedono una prima interfaccia tra la mandata compressore e il vessel, mentre la seconda interfaccia consente la connessione, mediante condotti binati, rispettivamente tra l'uscita "lato freddo" del rigeneratore e il vessel e tra il vessel e l'ingresso combustore della mGT.

Nella presente annualità sono state realizzate e montate in opera tutte le tubazioni, inclusive ove previsto, di supporti e giunti di espansione.

Alle attività di installazione del piping si sono succedute le lavorazioni di coibentazione, secondo specifica emessa dallo stesso laboratorio COMSO. La specifica (ALLEGATO1) è il risultato delle attività di calcolo dei flussi termici, scelta del materiale coibente e dimensionamento degli spessori. Tutti gli spessori del materiale coibente sono stati calcolati secondo il criterio "protezione uomo", ovvero per temperature di superficie non superiori a 60 °C. Considerate le diverse temperature di esercizio dei tratti di piping in oggetto, in alcuni casi fino a 650 °C, il dimensionamento del sistema coibente è stato effettuato nell'ottica del miglior compromesso costo-prestazione, adottando soluzioni diversificate in termini di spessori e materiali impiegati. Con il medesimo intento si è evitato l'utilizzo di coppelle pre-formate, scegliendo materiale coibente di alta qualità da sagomare in opera, avendo cura di impostare l'ordinativo scegliendo un unico spessore per l'intero lotto. La prestazione richiesta al sistema coibente è garantita dalla specifica combinazione di uno o più strati dello stesso materiale o da più strati di materiale diverso, tipicamente, uno o più strati di composito lana di roccia/vetro o uno o più strati di fibra ceramica o uno strato di fibra ceramica a contatto col metallo avvolto da uno strato di composito lana di roccia/vetro. Tutti i giunti di espansione e le valvole sono state dotate di coperture rimovibili per effettuare la manutenzione e l'ispezione senza danneggiare il materiale coibente, limitando al minimo l'utilizzo di materassini rimovibili



Figura 3. Chiusura del loop di rigenerazione della μ GT. Il sistema di tubazioni consente di esercire la macchina in configurazione “stand alone” o connessa fluidodinamicamente al vessel.

con conseguente riduzione dei costi. Per concludere, particolare cura è stata posta nella scelta del materiale ceramico, associando la prestazione tecnica richiesta con il materiale meno impattante sulla salute degli operatori coinvolti nella posa in opera. Diverse ore di esercizio della μ GT hanno confermato positivamente la performance richiesta al sistema di isolamento termico installato. Alle opere di realizzazione sopra citate, si sono affiancate alcune attività di manutenzione straordinaria della μ GT, rese necessarie dopo aver riscontrato diversi episodi consecutivi di mancata accensione della macchina durante la fase di start-up. Dopo aver effettuato una serie di verifiche ordinarie, secondo i protocolli indicati dal Costruttore, si è deciso di verificare lo stato di efficienza del blocco valvole di alimentazione della turbina. L'operazione, peraltro non banale per la delicatezza del componente oggetto di revisione, è stata eseguita dai Tecnici COMSO che hanno provveduto preliminarmente al disassemblaggio del blocco valvole dal corpo macchina e successivamente ad una accurata verifica in officina. Il blocco valvole è stato completamente

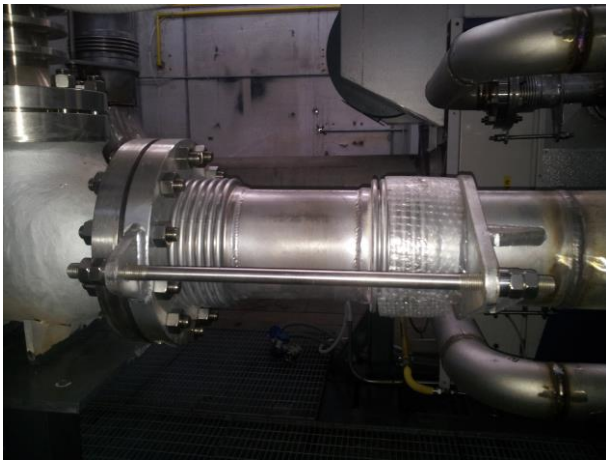


Figura 4 . alcune viste di dettaglio dei componenti di piping installati: giunto di espansione (in alto a sinistra), condotto binato “verso turbina” (in alto a destra), piping di interfacciamento vessel – turbina – vent (in basso a destra) e turbina – vessel –vent (in basso a destra).

smontato per effettuare la pulizia dall’eventuale particolato, la cui presenza si era ipotizzata a causa del comportamento anomalo della macchina. Eseguita la pulizia le valvole sono state testate singolarmente mediante un alimentatore da banco e quindi assemblate nuovamente nel blocco valvole e, quindi, nel corpo macchina. Per attenuare ulteriormente l’accumulo di particolato nel blocco valvole è stata predisposta l’installazione di un ulteriore organo di filtrazione immediatamente a monte del sistema di alimentazione della mGT. L’avviamento effettuato a valle della revisione sopra descritta ha confermato il completo ripristino sia dell’affidabilità che della performance della macchina.

All’attività di manutenzione è seguita ed è tuttora in corso, l’ampliamento della strumentazione a corredo della macchina, con l’obiettivo di accrescere i punti di misura e caratterizzare con maggiore dettaglio le grandezze più significative del ciclo termodinamico.



Figura 5. Alcune fasi delle lavorazioni di coibentazione del piping e dei componenti connessi. Si può notare la posa dei diversi strati di coibente: fibra ceramica avvolta da lana di roccia nei condotti ad alta temperatura.



Figura 6. Tratto binato di piping in cui coesistono le coperture semirigide rimovibili e i materassini per i tratti in cui ingombri e/o geometrie sono particolarmente problematici.



Figura 7. Il corpo valvole di alimentazione della μ GT durante le fasi di smontaggio e pulizia.

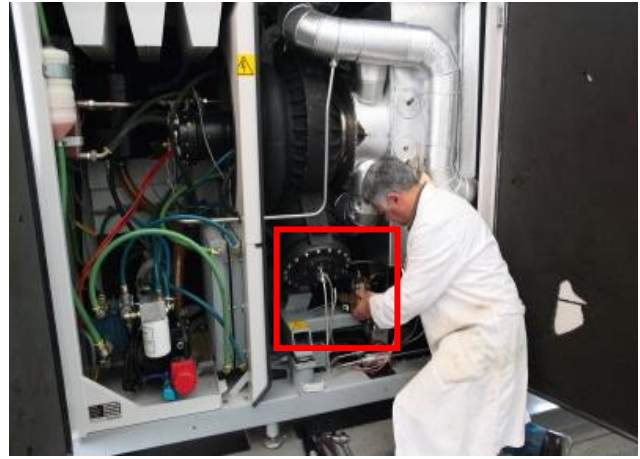
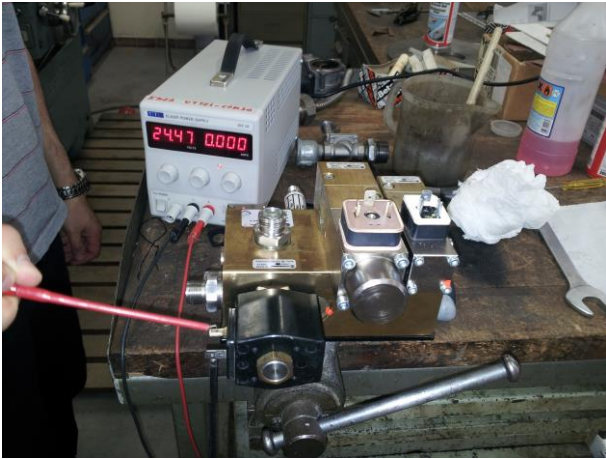


Figura 8. Il corpo valvole revisionato durante il test preliminare al banco (sinistra) e durante l'installazione a bordo macchina (destra).



Figura 9. Sinistra: il filtro installato a protezione del sistema di alimentazione della μ GT, a valle del dispositivo già esistente sulla rampa gas. Destra: installazione a bordo macchina di alcuni sensori di pressione e temperatura.

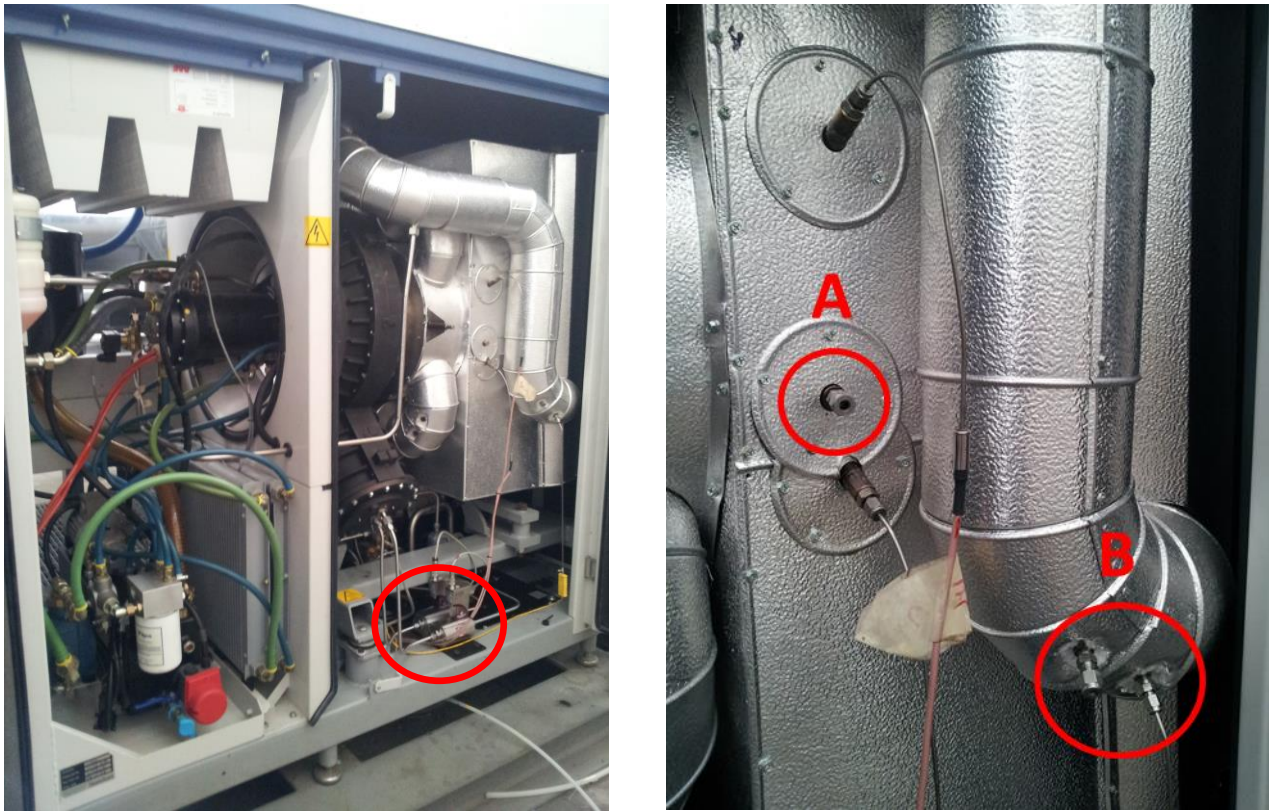


Figura 10. Sinistra: mass flow meters inseriti nel sistema di alimentazione della μ GT per il rilevamento differenziato della portata massica di combustibile al pilota ed al main. Destra: realizzazione di bocchelli di misura allo scarico turbina (A), alla mandata compressore (B).

3 Validazione del modello dinamico della μ GT Turbec T100

Il modello dinamico della μ GT, implementato nella precedente annualità, è stato costruito in maniera da poter trattare fluidi di lavoro diversi dall'aria. A tal fine le curve di performance di compressore ed espansore, disponibili come correlazioni tra gruppi "quasi-dimensionless" (1), sono state computate nel formato "full-dimensionless" (2) per valutare gli effetti dovuti alla composizione, costante o variabile nel tempo, del fluido elaborato dalla macchina. Nello specifico, prese come riferimento per la trasformazione delle curve quasi-dimensionless, le variabili termodinamiche e la composizione standard dell'aria secca a 15 °C, il calcolo è stato effettuato correlando il rapporto di compressione (PR) e l'efficienza isoentropica (ETA) rispetto ai gruppi full-dimensionless calcolati nelle stesse condizioni termodinamiche e rispetto alla medesima composizione di riferimento, assumendo come lunghezza caratteristica della macchina il diametro della ruota del compressore.

$$(PR, ETA) = f\left(\frac{\dot{m} \cdot \sqrt{T_1}}{p_1}, \frac{N}{\sqrt{T_1}}\right) \quad (1)$$

$$(PR, ETA) = f\left(\frac{\dot{m} \cdot \sqrt{T_1 \cdot R'}}{D^2 \cdot p_1 \cdot \sqrt{k}}, \frac{N \cdot D}{\sqrt{k \cdot R' T_1}}\right) \quad (2)$$

<i>PR</i>	<i>rapporto di compressione</i>
<i>ETA</i>	<i>efficienza isoentropica</i>
<i>\dot{m}</i>	<i>portata massica (Kg/s)</i>
<i>T_1</i>	<i>temperatura ingresso compressore (K)</i>
<i>p_1</i>	<i>pressione ingresso compressore (Pa)</i>
<i>R'</i>	<i>costante del gas (J/KgK)</i>
<i>k</i>	<i>rapporto tra i calori specifici</i>
<i>D</i>	<i>diametro caratteristico della macchina (m).</i>

Il modello utilizza come motore di calcolo la suite commerciale ChemCAD®, all'interno della quale sono state implementate numerose routines finalizzate alla modellazione in condizioni tempo-varianti dell'accoppiamento fluidodinamico di compressore ed espansore, utilizzando la "termodinamica" e la "chimica" della suite commerciale. ChemCAD è in grado di modellare il comportamento di una estesissima gamma di specie chimiche, esponendo le proprietà calcolate ed il database per l'integrazione con oggetti specifici programmati dall'utente per lavorare nell'ambiente di calcolo Chemstations.

La calibrazione del modello è stata effettuata servendosi dei dati sperimentali ottenuti dai rilievi effettuati durante l'esercizio della μ GT, utilizzando come dati in ingresso al modello la temperatura di aspirazione e il set-point di potenza della macchina ed effettuando il confronto sulle uscite più significative riscontrabili con i rilievi sperimentali. Più in dettaglio, sono state confrontate al variare del tempo e delle condizioni del test, la velocità angolare dell'albero della macchina (RPM), la temperatura di scarico turbina (TOT), la potenza elettrica (POW), il rapporto di compressione (PR).

Per quanto riguarda le grandezze in ingresso, è stata implementata un'apposita procedura che consente al modello di elaborare i dati sperimentali tal quali come rilevati: in particolare la procedura in parola è stata utilizzata per importare i rilievi sulla temperatura ambiente ed utilizzarli tal quali per "alimentare" la simulazione. Si ritiene di poter utilizzare questa metodologia per ulteriori calibrazioni e/o integrazioni del modello mediante interfacciamento dello stesso con un numero maggiore di grandezze rilevate sul campo. L'attività di calibrazione ha comportato principalmente la taratura dei PID del sistema di controllo, attività peraltro suscettibile di ulteriori perfezionamenti raggiungibili durante le prossime annualità, contando sulla disponibilità di un maggiore bagaglio informativo correlato con ulteriori sessioni di esercizio sperimentale della macchina e sulla maggior disponibilità di ore/uomo dedicate.

L'assoluta mancanza di informazioni sulla strategia di controllo implementata sulla macchina, dovuta alla comprensibile esigenza di riservatezza del Costruttore, ha richiesto un corposo investimento in termini di tempo che ha condotto alla realizzazione di un modello di controllo che potremmo definire "interpretativo", in quanto ottenuto principalmente osservando la risposta della macchina ad opportune variazioni delle condizioni al contorno.

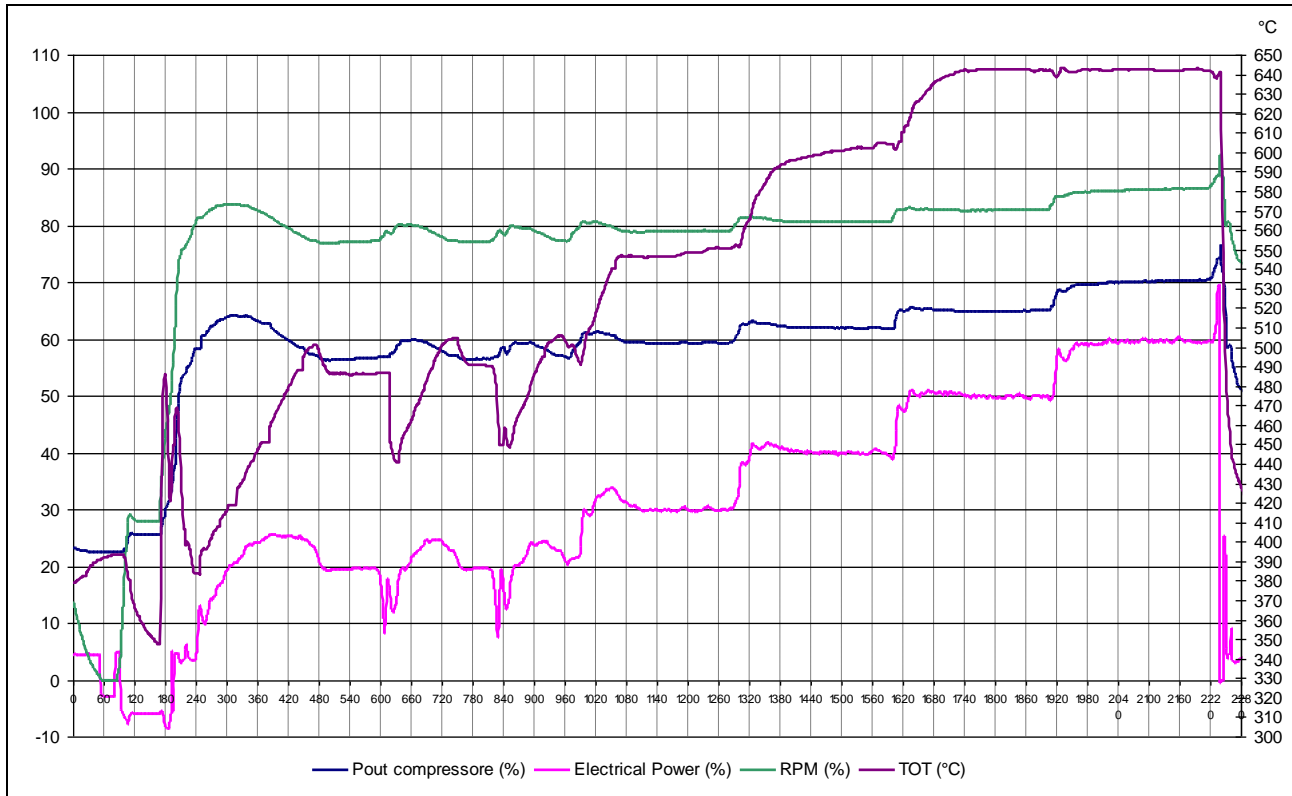


Figura 11. Estratto parziale dei rilievi di alcune delle grandezze monitorate durante l'esercizio sperimentale della μ GT dell'impianto AGATUR. I dati ottenuti sono stati utilizzati per la validazione del modello dinamico della μ GT.

I risultati della validazione vengono esposti nei grafici successivi, dai quali si può evincere l'entità dello scostamento percentuale tra i valori rilevati e i valori calcolati. Lo scostamento viene calcolato come rapporto percentuale, con a numeratore la differenza dei valori rispettivamente rilevato e calcolato e al denominatore il valore rilevato:

$$Err = \frac{G_r - G_c}{G_r} \cdot 100 \quad . \quad (3)$$

I risultati esposti consentono di effettuare una prima valutazione dell'aderenza del modello che, in ogni caso, è senz'altro suscettibile di ulteriori affinamenti sia di carattere numerico sia mediante incremento della qualità del contenuto informativo ottenibile dalla strumentazione aggiuntiva in corso di installazione sull'impianto. In ogni caso, già allo stato attuale l'andamento dell'errore è stabile e in generale accettabile, con picchi di maggiore ampiezza limitati solo alle zone a regime marcatamente transitorio.

Un ulteriore contributo all'affinamento dei risultati è potenzialmente ottenibile con una modellazione del sistema e/o della strategia di controllo maggiormente accurata.

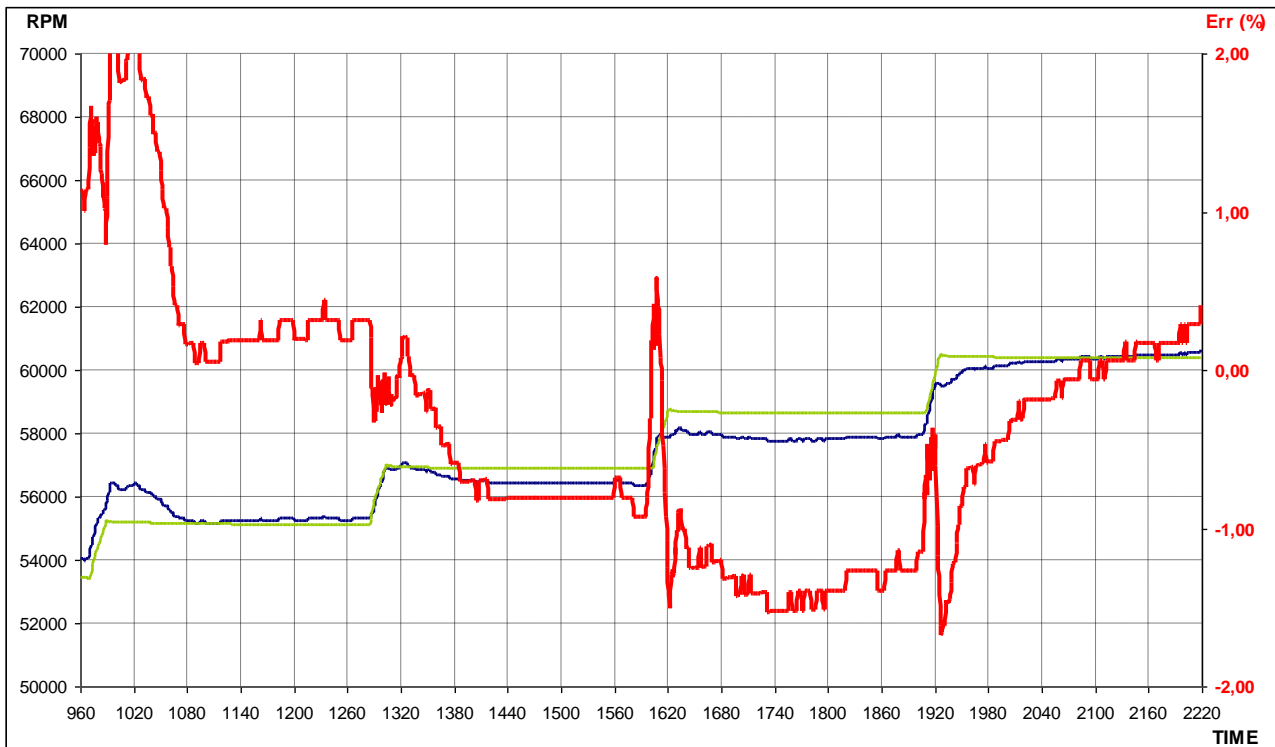


Figura 12. Confronto tra i valori rilevati della velocità angolare (RPM) della μ GT (curva blu) e i dati calcolati dal modello (curva verde). La curva rossa indica lo scostamento % tra i valori rilevati e i valori calcolati.

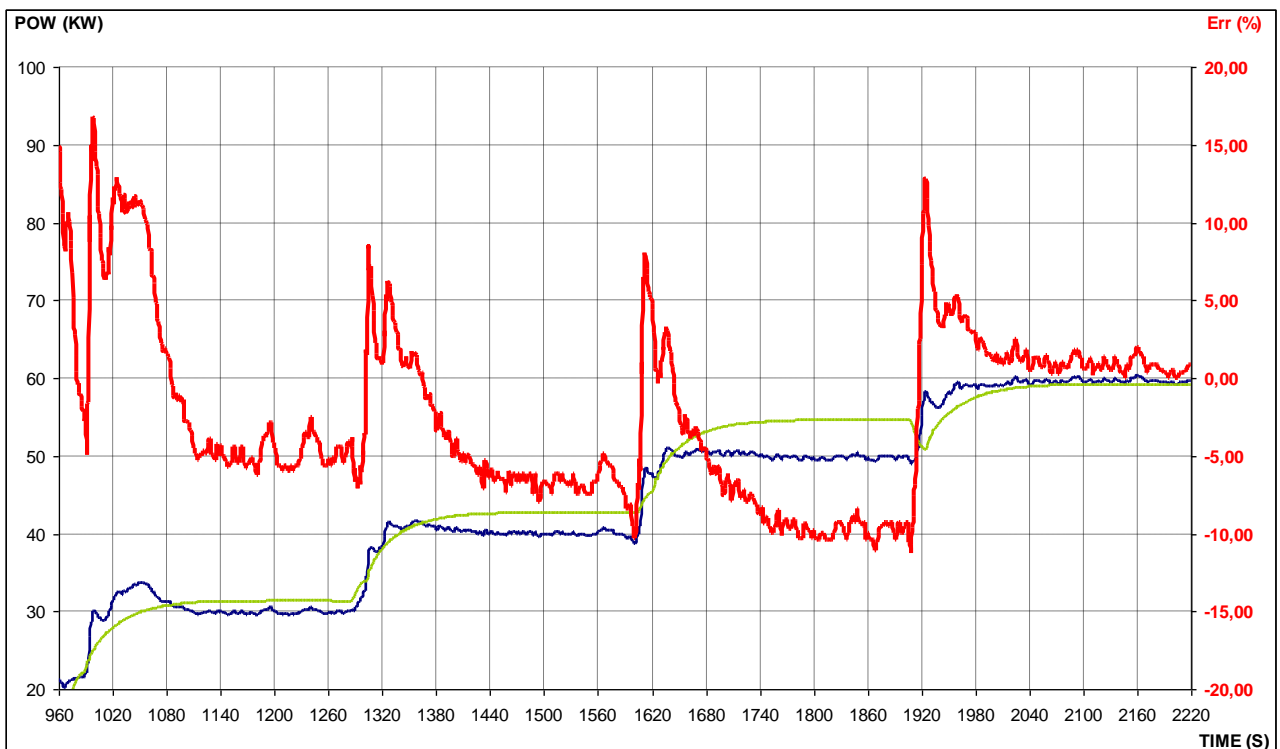


Figura 13. Confronto tra i valori rilevati della potenza elettrica generata (POW, curva blu) e i dati calcolati dal modello (curva verde). La curva rossa indica lo scostamento % tra i valori rilevati e i valori calcolati.

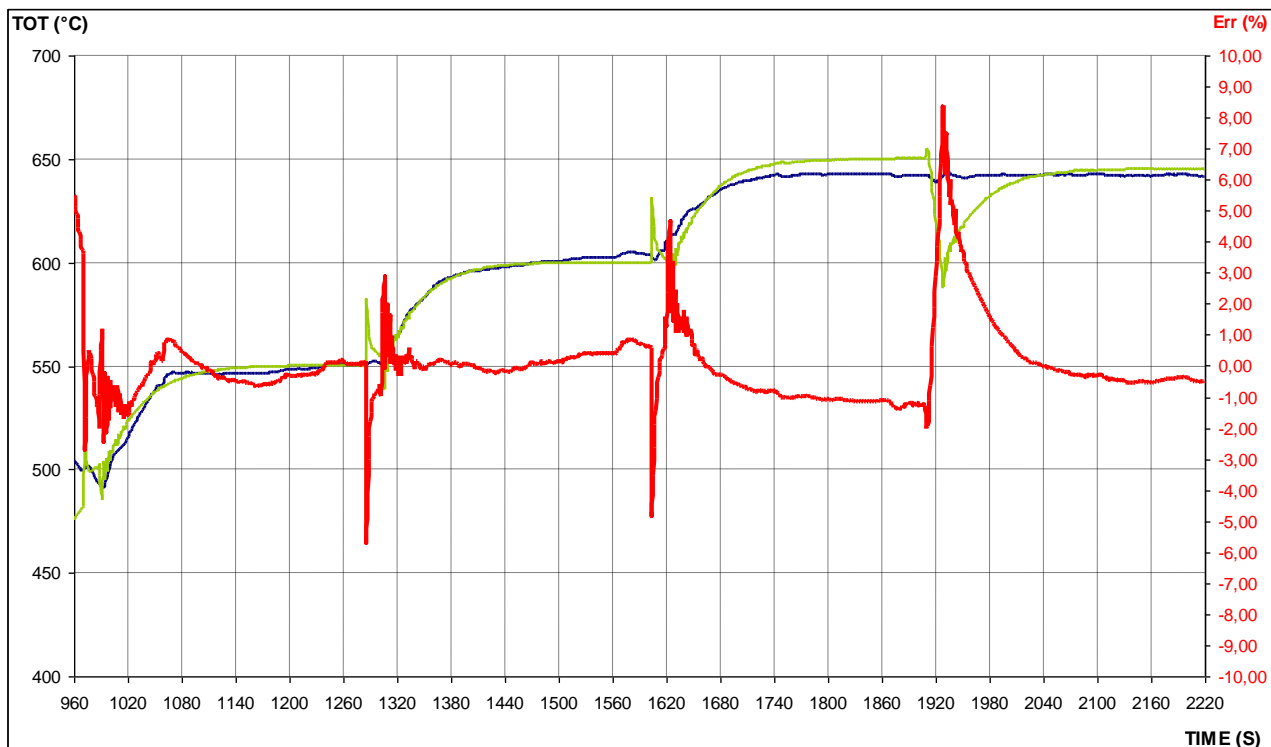


Figura 14. Confronto tra i valori rilevati della temperatura di uscita turbina (TOT, curva blu) e i dati calcolati dal modello (curva verde). La curva rossa indica lo scostamento % tra i valori rilevati e i valori calcolati.

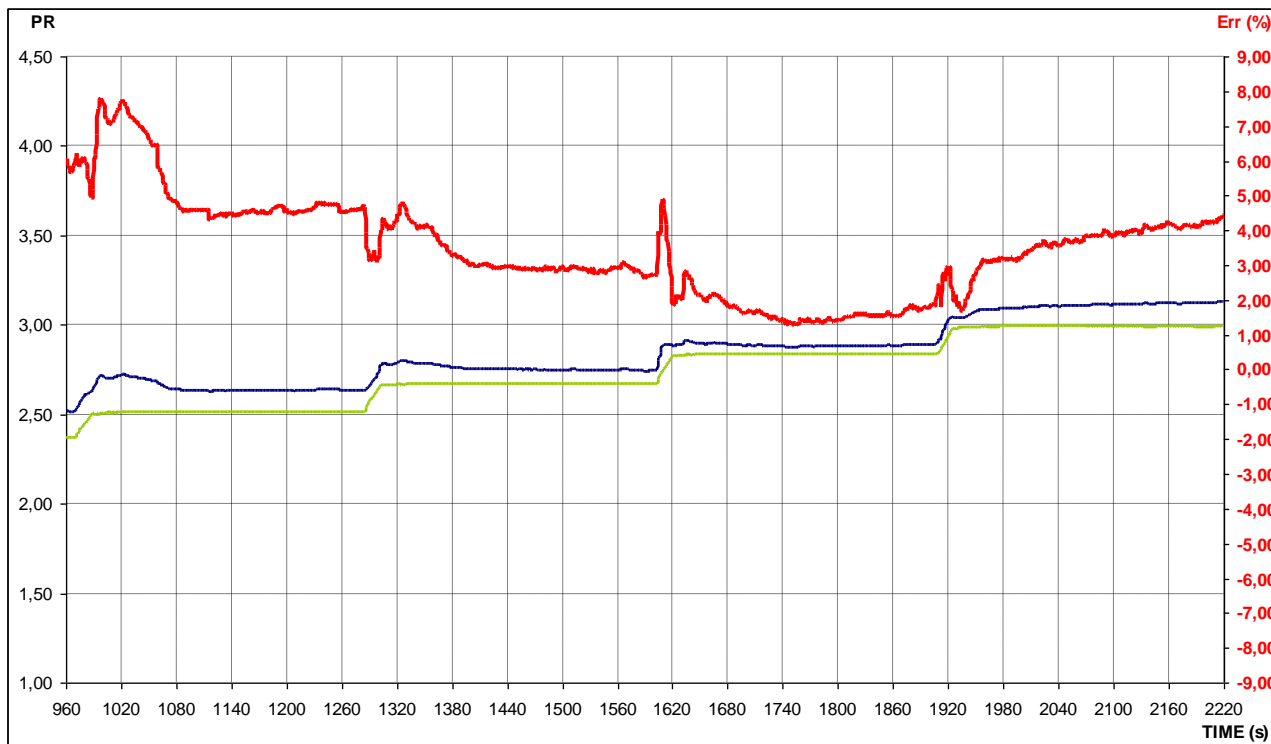


Figura 15. Confronto tra i valori rilevati del rapporto di compressione (PR, curva blu) e i dati calcolati dal modello (curva verde). La curva rossa indica lo scostamento % tra i valori rilevati e i valori calcolati.

4 Simulazione della μ GT Turbec T100 con variazione continua della composizione del fluido di lavoro

In questa prima serie di simulazioni, si è ipotizzato un test di esercizio della macchina in cui, dopo un avviamento convenzionale fino alla potenza elettrica di 60 KW con successiva regimazione termica, si inizia a introdurre all'aspirazione una portata di CO₂ crescente con continuità. In particolare con una rampa della durata di 25 minuti la frazione massica di anidride carbonica all'aspirazione varia da 0 al 40%. Durante la simulazione, oltre alle grandezze caratteristiche descritte in precedenza, è stata monitorata la composizione degli esausti allo scarico della macchina.

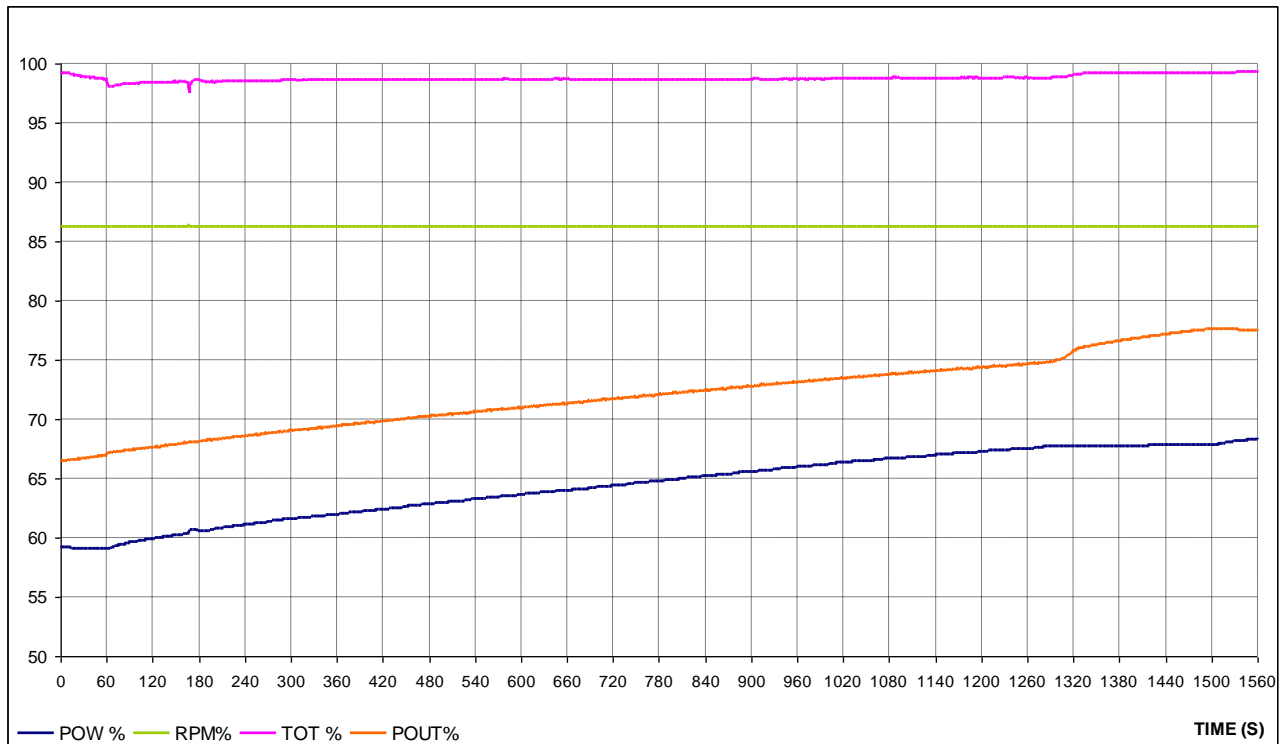


Figura 16. Evoluzione delle grandezze termodinamiche più significative della μ GT durante il test con variazione continua della CO₂ nel fluido di lavoro.

La simulazione, come consueto, è stata effettuata con intervalli di integrazione pari ad 1/10 di secondo, osservando la fase successiva all'esercizio convenzionale, essendo quest'ultima già nota dalle simulazioni descritte in precedenza. Si è scelto il 60% della potenza per non oltrepassare il dominio di funzionamento convenzionale, prevedendo un sensibile incremento sia del rapporto di compressione, sia della potenza prodotta, causati dall'aumento continuo della CO₂ nel fluido di lavoro. Si è ipotizzato di esercire la μ GT a RPM e TOT costanti, lasciando invariato il set-point di potenza.

Come ci si attendeva (Figura 13), l'introduzione graduale dell'anidride carbonica comporta un sensibile incremento sia della potenza prodotta, sia del rapporto di compressione che, comunque, rimangono entro i margini di esercizio convenzionali. In particolare, la simulazione evidenzia un incremento della potenza e del rapporto di compressione compreso tra il 5 e il 10%.

La composizione dei gas di scarico (Figura 14) evidenzia chiaramente l'incremento di CO₂ senza tuttavia alcun cenno nell'incremento del monossido di carbonio, atteso per le mutate condizioni del regime di combustione. Ciò è con tutta probabilità dovuto all'utilizzo di un reattore all'equilibrio per la simulazione del combustore.

In sintesi, l'esercizio della macchina nelle condizioni della simulazione sembra sostenibile senza oltrepassare il dominio di funzionamento convenzionale. Il modello non fornisce risposte attendibili in

merito sostenibilità del regime di funzionamento descritto senza l'ausilio di ossigeno tecnico che rimane, pertanto, da verificare sperimentalmente.

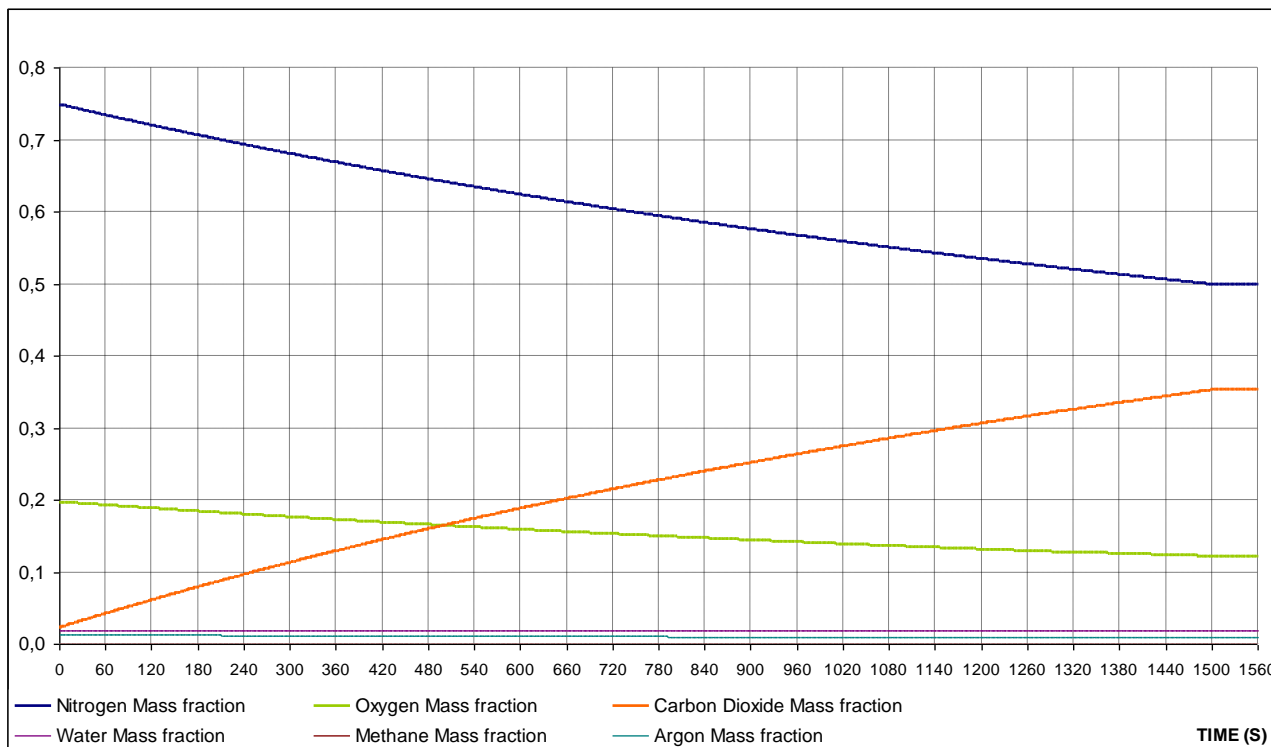


Figura 17. Evoluzione della composizione degli esausti della μ GT durante il test con variazione continua della CO_2 nel fluido di lavoro.


5 Conclusioni

Le attività svolte in questa annualità aggiungono alcune importanti tessere ad un mosaico ben più ampio, che tuttavia inizia a delinarsi. Durante il PAR 2013 si sono concluse importanti lavorazioni meccaniche che hanno consentito l'esercizio dell'impianto AGATUR in una configurazione sempre più prossima a quella definitiva. Le attività di manutenzione straordinaria, tutte effettuate con personale del laboratorio COMSO, dimostrano una continua acquisizione di competenze, di grande valore in generale e, particolarmente, quando si affrontano attività sperimentali con impianti della taglia di AGATUR.

Lo stesso può dirsi dell'attività connessa con l'emissione della specifica per la coibentazione del piping, il cui risultato, è il caso di dirlo, può "toccarsi con mano" (senza scottarsi), quale buon esempio di efficacia nella riduzione dei costi senza rinunciare ad una performance tecnica di qualità.

I risultati connessi con la modellazione numerica, senz'altro perfettibili, consentono di avvalersi già da questa annualità di un efficace strumento di calcolo a supporto delle attività sperimentali del laboratorio COMSO.

Allegato 1

				Pag. 1 di 95 Copia 1 di 1			
Unità UTTEI - COMSO		Classificazione UTTEI-COMSO COMSO/2013/002/EL		Distribuzione: Libera			
				Parole chiave - AGATUR - Turbine a gas - Cattura CO2 - Capture ready			
Attività D. Cicli energetici ad alta efficienza “capture ready”							
Titolo <p style="text-align: center;">Specifica tecnica per l’isolamento termico del piping dell’impianto AGATUR</p>							
Autori <p style="text-align: center;">G. Messina</p>							
Sommario <p>Il presente documento raccoglie le prescrizioni tecniche per la realizzazione e l’installazione del sistema di isolamento termico del piping dell’impianto AGATUR. Per ciascuna linea vengono definiti in dettaglio il tipo di materiale coibente, il numero di strati e lo spessore di ciascuno di essi. A tali risultati si è arrivati mediante una puntuale ricognizione dei dati dimensionali di ciascuna linea “as built”, della classe e del materiale della singola tubazione. I dati così ottenuti sono stati elaborati e resi disponibili come input al codice ChemCAD, attraverso il quale ogni linea è stata simulata secondo lo stato dimensionale di progetto. Le simulazioni hanno consentito di scegliere il materiale coibente da installare su ciascuna linea, dimensionare il numero di strati e lo spessore di ciascuno di essi. Il livello di dettaglio con cui è stata affrontata la compilazione delle schede tecniche di ciascuna linea di piping, rende il documento un utile strumento di pronta consultazione per la ricognizione delle informazioni più significative del sistema di tubazioni dell’impianto.</p>							
4							
3							
2							
1							
0		G. Messina	2013	G. Messina	2013	S. Giammartini	2013
Rev	Descrizione	Redazione	Data	Convalida	Data	Approvazione	Data

INDICE DEI CONTENUTI

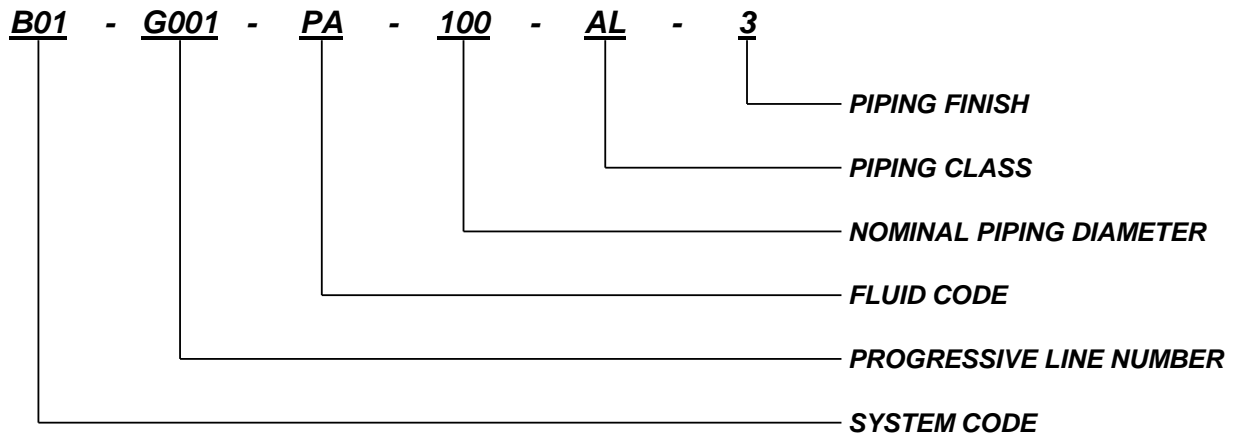
Scopo del documento e generalità	pag. 3
Materiali	pag. 4
Spessore dei materiali isolanti	pag. 5
Installazione	pag. 5
Tipici installazione coibentazione	pag. 6
Schede tecniche linee	pag. 12
Schede grafiche linee	pag. 62
Schede tecniche materiali isolanti	pag. 78

1.0 Scopo del documento e generalità

Il presente documento definisce i metodi e le procedure per la realizzazione e l'installazione dell'isolamento termico delle tubazioni dell'impianto AGATUR.

1.1 Identificazione tubazioni

Ogni tubazione è identificata da un codice alfanumerico univoco che ne definisce la numerazione progressiva, la tipologia del fluido trasportato, il diametro nominale, la classe della tubazione e la classe di isolamento termico, secondo lo schema seguente:



Nel presente documento la parte del codice alfanumerico di identificazione riguardante il system code non verrà utilizzata.

Es. **G001-NI-80-AL-3**

G001 numero progressivo linea
 NI fluido trasportato
 80 diametro nominale
 AL classe tubazione
 3 classe isolamento termico.

1.1.1 Progressive line number

Il numero progressivo linea è un codice alfanumerico composto dalla lettera "G" seguita da tre cifre numeriche.

1.1.2 Fluid code

Il codice fluido è un codice alfanumerico formato da due lettere che identificano il fluido trasportato dalla linea, secondo quanto riportato nella tabella seguente.

5.1.1.1.1 Codice fluido	5.1.1.1.2 Descrizione	5.1.1.1.3 Codice fluido	5.1.1.1.4 Descrizione
NI	Azoto	PA	Aria di Processo
CD	Anidride Carbonica	LS	Vapore BP
NG	Gas Naturale	MS	Vapore MP
IA	Aria Strumenti		
EX	Gas Esausti		

1.1.2 Nominal piping diameter

Il diametro nominale (DN) è composto da tre cifre che indicano il valore nominale del diametro della tubazione espresso in mm secondo la normativa ISO.

1.1.3 Piping class

La classe della tubazione è un codice composto da due lettere correlato con la pressione di progetto la temperatura di progetto ed il materiale, secondo la normativa ANSI. Nella tabella seguente, vengono indicate le classi di tubazioni impiegate nel sistema oggetto della presente specifica tecnica.

<i>Piping class</i>	<i>Rating</i>	<i>Material</i>
<i>AD</i>	<i>150 LB</i>	<i>Galvanized carbon steel</i>
<i>AG</i>	<i>150 LB</i>	<i>Stainless steel, (AISI 304)</i>
<i>AL</i>	<i>150 LB</i>	<i>Low carbon stainless steel, (AISI 316L)</i>
<i>AP</i>	<i>150 LB</i>	<i>Carbon steel</i>
<i>AV</i>	<i>150 LB</i>	<i>Stabilised stainless steel, (AISI 321)</i>
<i>BG</i>	<i>300 LB</i>	<i>Stainless steel, (AISI 304)</i>
<i>BL</i>	<i>300 LB</i>	<i>Stainless steel, (AISI 316)</i>
<i>BV</i>	<i>300 LB</i>	<i>Stabilised stainless steel, (AISI 321H)</i>

1.1.4 Piping finish

La finitura della linea è un codice composto da una cifra numerica che identifica il materiale di copertura della tubazione, secondo quanto riportato nella tabella seguente.

<i>Material code</i>	<i>Description</i>
<i>0</i>	<i>Without protection</i>
<i>1</i>	<i>Painting</i>
<i>2</i>	<i>Personal protection</i>
<i>3</i>	<i>Thermal insulation</i>
<i>4</i>	<i>Electrical tracing</i>

2.0 Materiali

I materiali coibenti, di cui si chiede espressamente l'utilizzo, vengono qui di seguito elencati:

<i>Nome commerciale</i>	<i>Produttore</i>	<i>Spessore</i>	<i>Densità</i>
<i>Materassino Insulfrax® S</i>	<i>UNIFRAX</i>	<i>25 mm</i>	<i>160 kg/m3</i>
<i>U Tech Wired Mat 6.0 N</i>	<i>ISOVER</i>	<i>50 mm</i>	<i>-</i>

Maggiori dettagli pertinenti l'installazione, gli spessori e la descrizione dei materiali coibenti di cui sopra, sono rispettivamente indicati negli Allegati 1, 2 e 4.

Per quanto attiene le coperture metalliche da installarsi a protezione del materiale coibente, queste devono essere realizzate in lamierino metallico di acciaio galvanizzato di spessore non inferiore a 0.8 mm.

Materiali diversi da quelli indicati, di caratteristiche tecniche, economiche e sanitarie equivalenti, possono essere utilizzati esclusivamente previa formale approvazione del Responsabile Tecnico del Committente.

Ogni altro materiale necessario alla realizzazione dell'isolamento termico, esclusi quelli fin qui indicati, deve essere scelto conformemente allo stato dell'arte.

3.0 Spessore dei materiali isolanti

La tipologia del materiale coibente, il numero di strati e lo spessore di ciascuno di essi deve essere conforme a quanto è stato definito nel dettaglio, per ciascuna linea, nell'Allegato 2. Le soluzioni per i casi "da definire in opera" già previsti e per quelli eventualmente insorgenti durante le lavorazioni in sito, dovranno essere preventivamente approvate dal Responsabile Tecnico del Committente.

4.0 Installazione

Di seguito le linee guida per la messa in opera dell'isolamento termico del piping. Quanto non espressamente indicato si intende realizzato conformemente allo stato dell'arte.

4.1 Generalità

1. I tipici di installazione raccolti nell'Allegato 1 sono da considerarsi parte integrante della presente specifica.
2. Il materiale coibente deve essere protetto dall'umidità in ogni momento.
3. L'organizzazione delle lavorazioni deve essere tale da installare nella stessa giornata tutte le partite di materiale coibente estratto dalla protezione di cui è provvisto in sede di fabbricazione.
4. Il materiale coibente che reca tracce di umidità o che risulta comunque compromesso nella funzionalità deve essere scartato.
5. Tutte le sezioni di materiale coibente che insistono nella stessa tubazione devono essere intestate e giuntate efficacemente. Nel caso del materasso sostenuto da rete metallica, il filo utilizzato per la giunzione deve essere dello stesso materiale della rete.
6. Lo stoccaggio del materiale coibente deve essere effettuato secondo le indicazioni del Produttore.

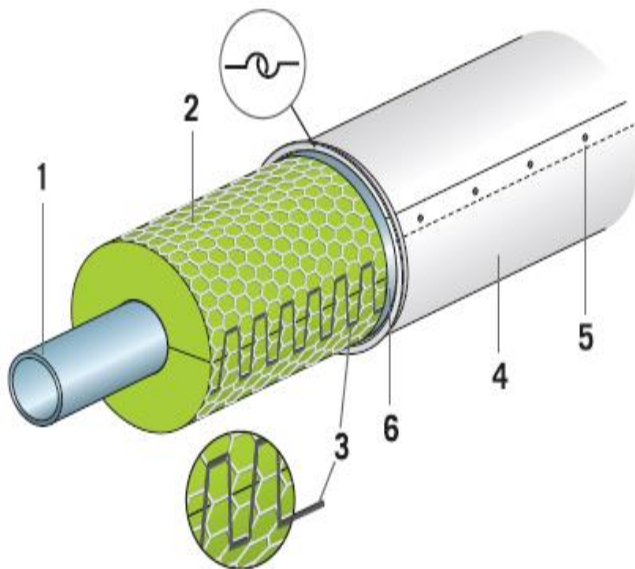
4.2 Valvole flange e raccordi

L'isolamento termico di valvole, flange e raccordi deve essere provvisto di coperture metalliche facilmente rimovibili, in maniera tale da rendere agevole l'ispezione senza danneggiare il materiale coibente.

4.2.1 Giunti di espansione

Tutti i giunti di espansione devono essere isolati mediante materassino rimovibile con copertura non metallica. Il materiale di copertura deve essere realizzato con tessuti tecnici adeguati alla temperatura di progetto del giunto di espansione. La formatura del materassino e gli elementi di fissaggio, da definire in opera, devono essere tali da consentire l'agevole rimozione del materassino come normale condizione di utilizzo.

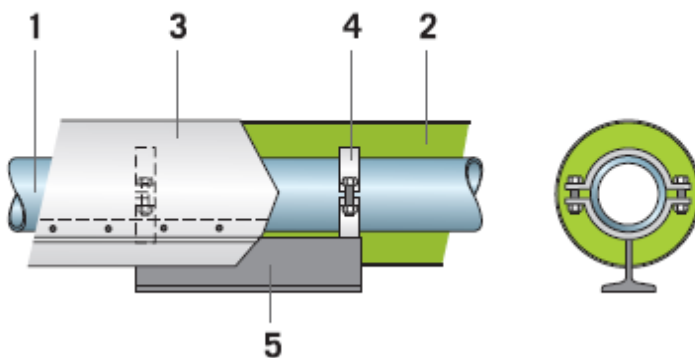
TIPICI INSTALLAZIONE COIBENTAZIONE



Tipico coibentazione piping

1. Tubazione
2. Materasso coibente
3. Cucitura bordo con filo metallico in acciaio inox
4. Copertura metallica
5. Viti o rivetti
6. Anello distanziatore (ove necessario)

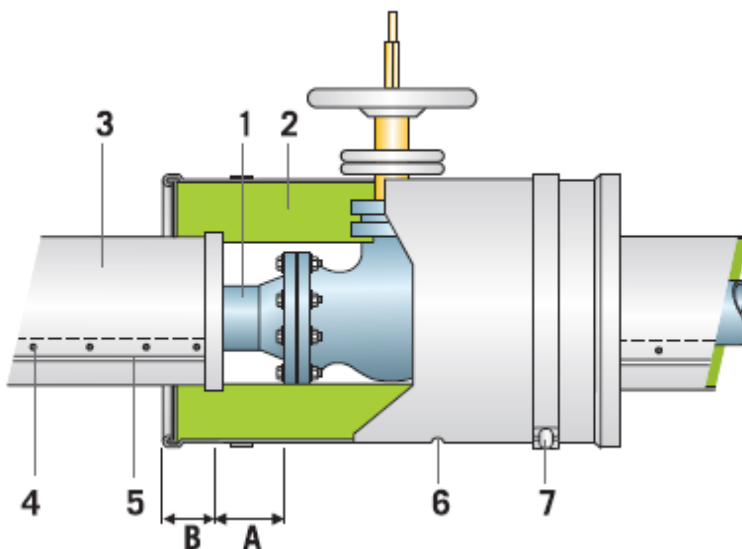
(Fonte Rockwool Process Manual)



Tipico coibentazione piping con supporto

1. Tubazione
2. Materasso coibente
3. Copertura metallica
4. Collare piping
5. Supporto piping

(Fonte Rockwool Process Manual)

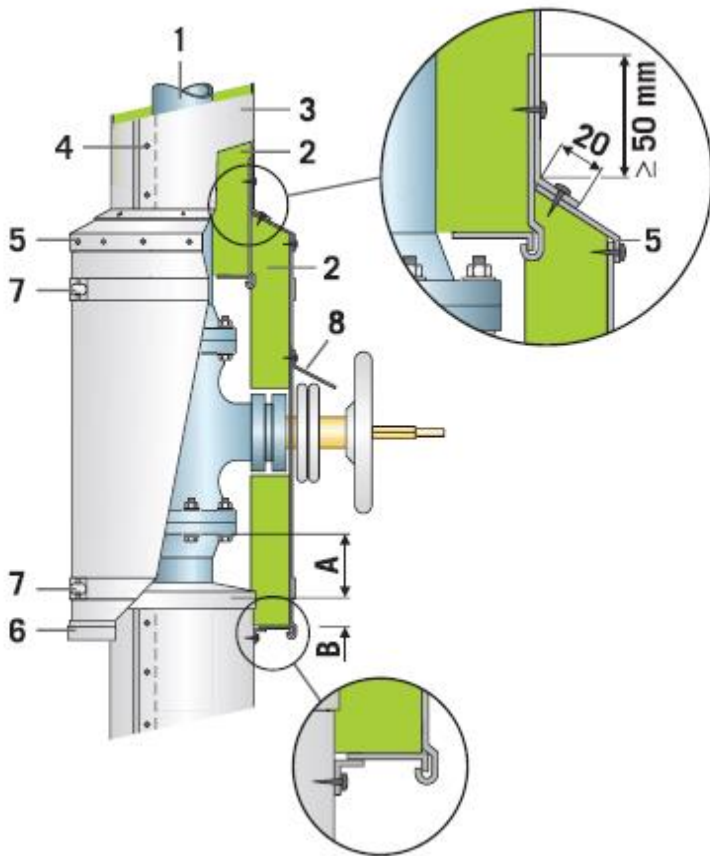


Tipico coibentazione valvola a sviluppo orizzontale

1. Tubazione
2. Materasso coibente
3. Copertura metallica
4. Viti o rivetti
5. Bordatura
6. Passaggio per drenaggio (ove necessario)
7. Cintura estraibile

$B \geq 50 \text{ mm}$ - $A = \text{lunghezza tiranti} + 30 \text{ mm}$

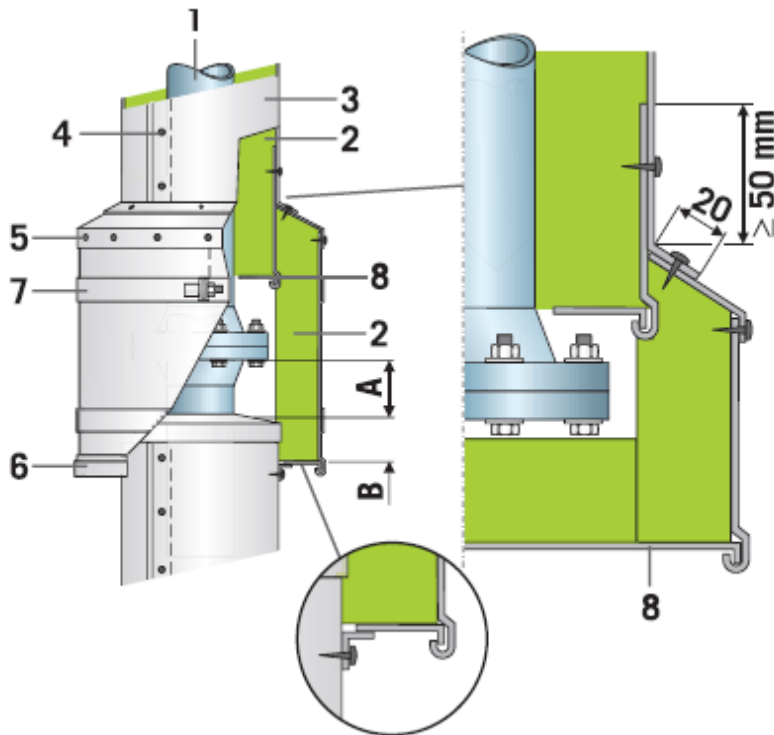
(Fonte Rockwool Process Manual)



Tipico coibentazione valvola a sviluppo verticale

- 1. Tubazione
 - 2. Materasso coibente
 - 3. Copertura metallica
 - 4. Viti o rivetti
 - 5. Deflettore umidità
 - 6. Fondello
 - 7. Cintura estraibile
 - 8. Deflettore umidità
- $B \geq 50 \text{ mm}$ - $A = \text{lunghezza tiranti} + 30 \text{ mm}$

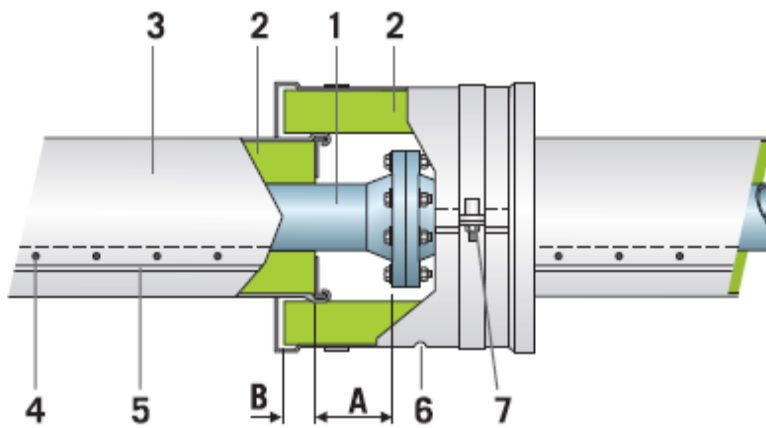
(Fonte Rockwool Process Manual)



Tipico coibentazione flangia su tubazione a sviluppo verticale

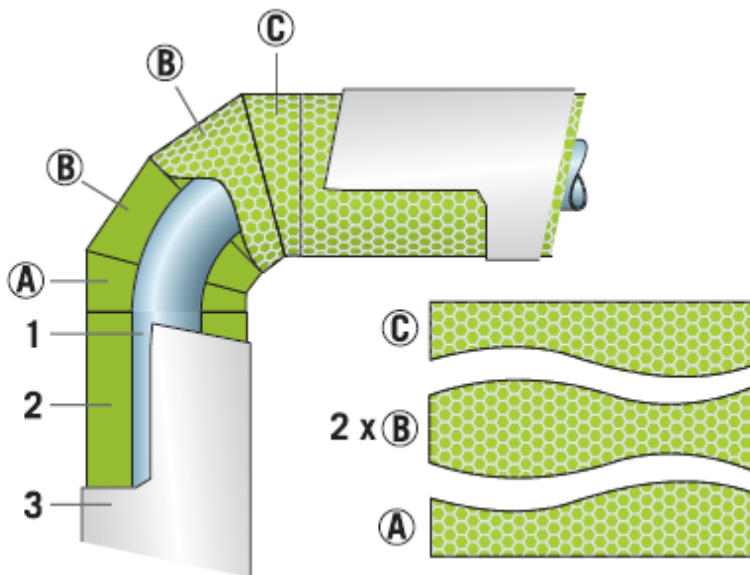
- 1. Tubazione
 - 2. Materasso coibente
 - 3. Copertura metallica
 - 4. Viti o rivetti
 - 5. Deflettore umidità
 - 6. Fondello
 - 7. Cintura estraibile
 - 8. Fondello
- $B \geq 50 \text{ mm}$ - $A = \text{lunghezza tiranti} + 30 \text{ mm}$

(Fonte Rockwool Process Manual)



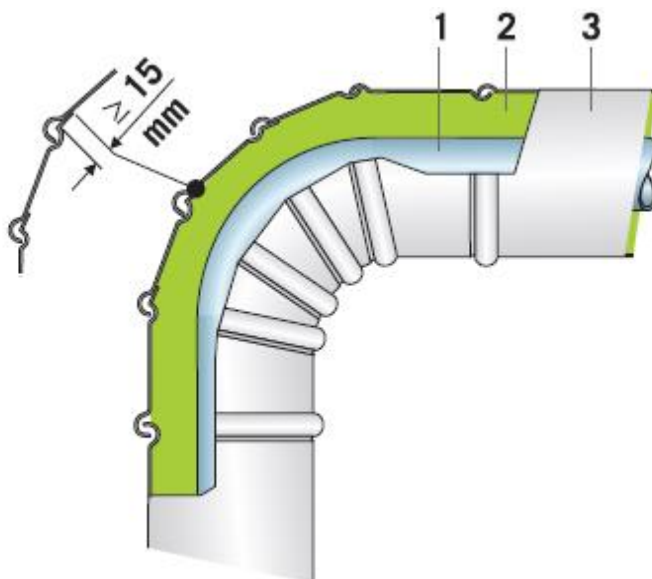
Tipico coibentazione flangia su tubazione a sviluppo orizzontale

1. Tubazione
 2. Materasso coibente
 3. Copertura metallica
 4. Viti o rivetti
 5. Bordatura
 6. Passaggio per drenaggio (ove necessario)
 7. Cintura estraibile
- $B \geq 50 \text{ mm}$ - $A = \text{lunghezza tiranti} + 30 \text{ mm}$
(Fonte Rockwool Process Manual)



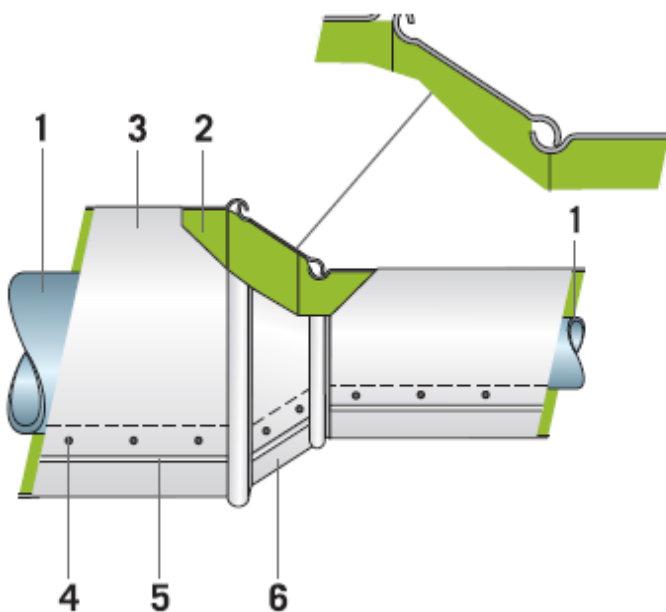
Tipico coibentazione curva

1. Tubazione
 2. Materasso coibente
 3. Copertura metallica
- A-C: segmenti materasso coibente
(Fonte Rockwool Process Manual)



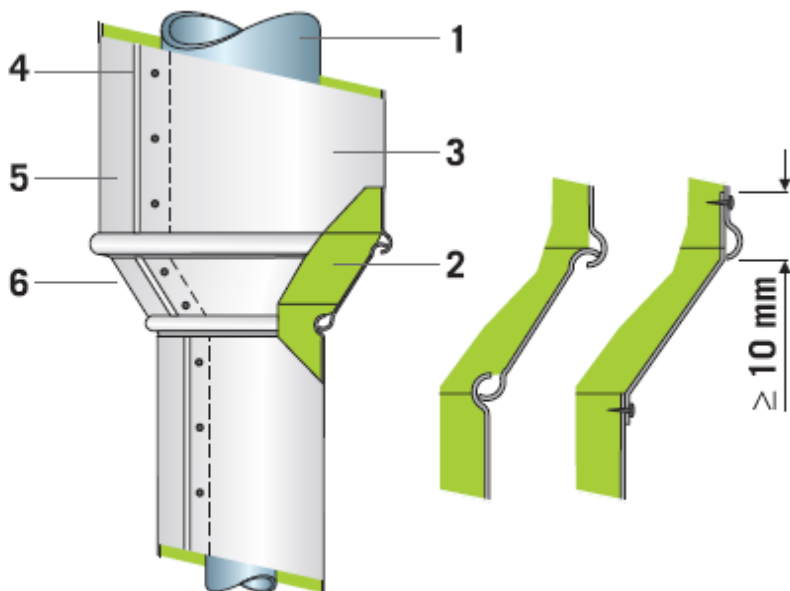
Tipico copertura metallica curva

1. Tubazione
 2. Materasso coibente
 3. Copertura metallica
- (Fonte Rockwool Process Manual)



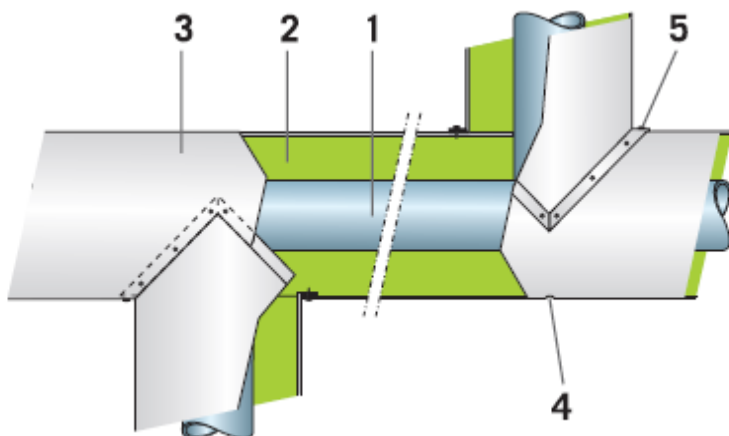
Tipico coibentazione riduttore su tubazione a sviluppo orizzontale

- 1. Tubazione
 - 2. Materasso coibente
 - 3. Copertura metallica
 - 4. Viti o rivetti
 - 5. Bordatura
 - 6. Riduzione
- (Fonte Rockwool Process Manual)



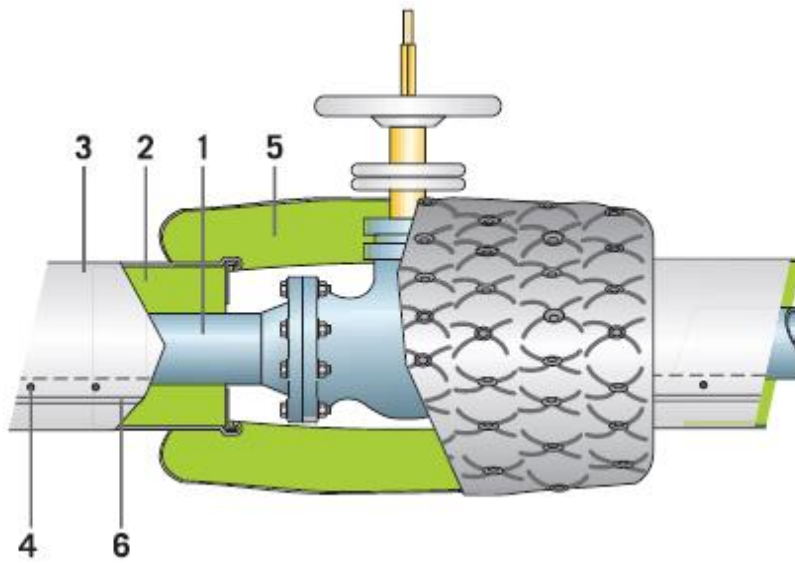
Tipico coibentazione riduttore su tubazione a sviluppo verticale

- 1. Tubazione
 - 2. Materasso coibente
 - 3. Copertura metallica
 - 4. Viti o rivetti
 - 5. Bordatura
 - 6. Riduzione
- (Fonte Rockwool Process Manual)



Tipico coibentazione TEE

- 1. Tubazione
 - 2. Materasso coibente
 - 3. Copertura metallica
 - 4. Passaggio per drenaggio (ove necessario)
 - 5. Sigillatura con collante
- (Fonte Rockwool Process Manual)



**Tipico coibentazione con
copertura rimovibile**

1. Tubazione
 2. Materasso coibente
 3. Copertura metallica
 4. Viti o rivetti
 5. Copertura rimovibile
 6. Bordatura
- (Fonte Rockwool Process Manual)

SCHEDE TECNICHE LINEE

Description	Generazione vapore a vessel	
Fluid item	LS	
Fluid	Low Steam	
Operating pressure [bar a]	6 [*]	
Max. operating pressure [bar a]	6 [*]	
Operating temperature [°C]	200	
Design pressure [bar a]	9 [*]	
Design temperature [°C]	250	
DN	50	
Piping class	AL	Low carbon stainless steel (AISI 316L)
Piping finish	3	Thermal insulation
Name	G009 LS 50 AL 3	
L [mm]	2886	As built
Elbow 90 R/D 1.5	2	As built
TEE 100%	0	As built
Valves	2	XV 164 - FV 106
Reducer	3	As built
Equip. No.	1	
Name	G009 WM	
Method	2	
Pipe diameter mm	54.76	
Pipe Length m	2.886	
Roughness factor m	4.57E-05	
Pressure drop bar	0.0393	
Reynolds # vap	127119.0078	
Fric factr vap	0.0212	
Avg density kg/m3	3.8379	
Calc. Velocity m/sec	11.0571	
DP friction bar	0.0393	
Output press. bar	8.9607	
Thermal Mode	2	
DP/100ft- psi	0.4034	
Gas Flow kg/s	0.1	
Gas Density kg/m3	3.8379	
Gas Viscosity N-s/m2	1.83E-05	
Ambient temp C	20	
EL. fittings m	40.1399	
Total ELength m	43.0259	
Glb seat flatBevelPlug	2	
Elbow 90 deg- R/D = 1.5	2	
Reducer	3	
Heat loss kJ/s	-0.1847	
Iteration mass rate (kg/s)	0.1	
Friction fac. model	1	
Incl. expansion fac.	1	

Pipe wall thickness (mm)	2.77
No of insul layer	1
Thk of Insul 1 mm	50
Pipe wall cond W/m-K	18.25
Cond of insul 1 W/m-K	0.05
Inner surf temp of 1st (C)	248
Outer surf temp of 1st (C)	48.7786
U of 1st segm W/m2-K	1.6174
Ambt resi of 1st (m2-K/W)	0.0774
Wall&insul resi of 1st (m2-K/W)	0.5355
Inner resi of 1st (m2-K/W)	0.0054

Materasso U Tech Wired mat 6.0 N 50 mm

Description	Vapore	
Fluid item	LS	
Fluid	Low Steam	
Operating pressure [bar a]	6 [*]	
Max. operating pressure [bar a]	6 [*]	
Operating temperature [°C]	200	
Design pressure [bar a]	9 [*]	
Design temperature [°C]	250	
DN	65	
Piping class	AL	Low carbon stainless steel (AISI 316L)
Piping finish	3	Thermal insulation
Name	G041 LS 65 AL 3	
L [mm]	2713	As built
Elbow 90 R/D 1.5	1	As built
TEE 100%	1	As built
Valves	1	V 167
Reducer	0	As built
Equip. No.	3	
Name	G041 WM	
Method	2	
Pipe diameter mm	66.9	
Pipe Length m	2.713	
Roughness factor m	4.57E-05	
Pressure drop bar	0.0146	
Reynolds # vap	104051.375	
Fric factr vap	0.0211	
Avg density kg/m3	3.8379	
Calc. Velocity m/sec	7.4082	
DP friction bar	0.0146	
Output press. bar	8.9854	
Thermal Mode	2	
DP/100ft- psi	0.1467	
Gas Flow kg/s	0.1	
Gas Density kg/m3	3.8379	
Gas Viscosity N-s/m2	1.83E-05	
Ambient temp C	20	
EL. fittings m	41.3389	
Total ELength m	44.0519	
Glb seat flatBevelPlug	1	
Elbow 90 deg- R/D = 1.5	1	
Tee 100% flow-thr run	1	
Heat loss kJ/s	-0.1947	
Iteration mass rate (kg/s)	0.1	

Friction fac. model	1
Incl. expansion fac.	1
Pipe wall thickness (mm)	3.05
No of insul layer	1
Thk of Insul 1 mm	50
Pipe wall cond W/m-K	18.25
Cond of insul 1 W/m-K	0.05
Inner surf temp of 1st (C)	247.3719
Outer surf temp of 1st (C)	50.1773
U of 1st segm W/m2-K	1.4849
Ambt resi of 1st (m2-K/W)	0.0884
Wall&insul resi of 1st (m2-K/W)	0.5774
Inner resi of 1st (m2-K/W)	0.0077

Materasso U Tech Wired mat 6.0 N 50 mm

Description	Vapore a vessel	
Fluid item	LS	
Fluid	Low Steam	
Operating pressure [bar a]	6	
Max. operating pressure [bar a]	6	
Operating temperature [°C]	250	
Design pressure [bar a]	9	
Design temperature [°C]	650	
DN	65	
Piping class	BV	Stabilised stainless steel (AISI 321H)
Piping finish	3	Thermal insulation
Name	G035 LS 65 BV 3	
L [mm]	2303	As built
Elbow 45 R/D 1.5	1	As built
TEE 100%	0	As built
Valves	1	167
Reducer	0	As built
Equip. No.	6	
Name	G035 WM	
Method	2	
Pipe diameter mm	66.9	
Pipe Length m	2.303	
Roughness factor m	4.57E-05	
Pressure drop bar	0.0018	
Reynolds # vap	55048.8281	
Fric factr vap	0.0229	
Avg density kg/m3	2.1192	
Calc. Velocity m/sec	13.4166	
DP friction bar	0.0018	
Output press. bar	8.9982	
Thermal Mode	2	
DP/100ft- psi	0.2883	
Gas Flow kg/s	0.1	
Gas Density kg/m3	2.1192	
Gas Viscosity N-s/m2	3.46E-05	
Ambient temp C	20	
EL. fittings m	0.5138	
Total ELength m	2.8168	
Elbow 45 deg- R/D = 1.5	1	
Heat loss kJ/s	-0.9532	
Iteration mass rate	0.1	

(kg/s)		
Friction fac. model	1	
Incl. expansion fac.	1	
Pipe wall thickness (mm)	3.05	
No of insul layer	1	
Thk of Insul 1 mm	50	Materasso U Tech Wired mat 6.0 N 50 mm
Pipe wall cond W/m-K	22.45	
Cond of insul 1 W/m-K	0.113	
Inner surf temp of 1st (C)	646.5314	
Outer surf temp of 1st (C)	143.2856	
U of 1st segm W/m2-K	3.1259	
Ambt resi of 1st (m2-K/W)	0.0626	
Wall&insul resi of 1st (m2-K/W)	0.2555	
Inner resi of 1st (m2-K/W)	0.0018	
Inner resi of 1st (m2-K/W)	0.0079	

Description	Vent vapore	
Fluid item	LS	
Fluid	Low Steam	
Operating pressure [bar a]	6 [*]	
Max. operating pressure [bar a]	6 [*]	
Operating temperature [°C]	200	
Design pressure [bar a]	9 [*]	
Design temperature [°C]	250	
DN	25	
Piping class	AL	Low carbon stainless steel (AISI 316L)
Piping finish	2	Personal protection
Name	G030 LS 25 AL 2	
L [mm]	x	Da definire in opera
Elbow 45 R/D 1.5	x	Da definire in opera
TEE 100%	x	Da definire in opera
Valves	x	Da definire in opera
Reducer	x	Da definire in opera
Equip. No.	7	
Name	G030 WM	
Method	2	
Pipe diameter mm	27.86	
Pipe Length m	1	
Roughness factor m	4.57E-05	
Pressure drop bar	0.0294	
Reynolds # vap	249857.7344	
Fric factr vap	0.0232	
Avg density kg/m3	3.8379	
Calc. Velocity m/sec	42.7175	
DP friction bar	0.0294	
Output press. bar	8.9706	
Thermal Mode	2	
DP/100ft- psi	13.0155	
Gas Flow kg/s	0.1	
Gas Density kg/m3	3.8379	
Gas Viscosity N-s/m2	1.83E-05	
Ambient temp C	20	
Total ELength m	1	
Heat loss kJ/s	-0.0464	

Iteration mass rate (kg/s)	0.1
Friction fac. model	1
Incl. expansion fac.	1
Pipe wall thickness (mm)	2.77
No of insul layer	1
Thk of Insul 1 mm	50
Pipe wall cond W/m-K	18.25
Cond of insul 1 W/m-K	0.05
Inner surf temp of 1st (C)	249.1545
Outer surf temp of 1st (C)	44.7284
U of 1st segm W/m2-K	2.3029
Ambt resi of 1st (m2-K/W)	0.0467
Wall&insul resi of 1st (m2-K/W)	0.3859
Inner resi of 1st (m2-K/W)	0.0016

Materasso U Tech Wired mat 6.0 N 50 mm

Description	Vent vapore	
Fluid item	LS	
Fluid	Low Steam	
Operating pressure [bar a]	1	
Max. operating pressure [bar a]	1	
Operating temperature [°C]	200	
Design pressure [bar a]	1.5	
Design temperature [°C]	250	
DN	25	
Piping class	AL	Low carbon stainless steel (AISI 316L)
Piping finish	2	Personal protection
Name	G046 LS 25 AL 2	
L [mm]	x	Da definire in opera
Elbow 45 R/D 1.5	x	Da definire in opera
TEE 100%	x	Da definire in opera
Valves	x	Da definire in opera
Reducer	x	Da definire in opera
Equip. No.	8	
Name	G046 WM	
Method	2	
Pipe diameter mm	27.86	
Pipe Length m	1	
Roughness factor m	4.57E-05	
Pressure drop bar	0.3124	
Reynolds # vap	249857.7344	
Fric factr vap	0.0232	
Avg density kg/m3	0.6243	
Calc. Velocity m/sec	262.6216	
DP friction bar	0.3124	
Output press. bar	1.1876	
Thermal Mode	2	
DP/100ft- psi	138.0976	
Gas Flow kg/s	0.1	
Gas Density kg/m3	0.6243	
Gas Viscosity N-s/m2	1.83E-05	

Ambient temp C	20
Total ELength m	1
Heat loss kJ/s	-0.0463
Iteration mass rate (kg/s)	0.1
Friction fac. model	1
Incl. expansion fac.	1
Pipe wall thickness (mm)	2.77
No of insul layer	1
Thk of Insul 1 mm	50
Pipe wall cond W/m-K	18.25
Cond of insul 1 W/m-K	0.05
Inner surf temp of 1st (C)	249.1058
Outer surf temp of 1st (C)	44.724
U of 1st segm W/m2-K	2.3024
Ambt resi of 1st (m2-K/W)	0.0467
Wall&insul resi of 1st (m2-K/W)	0.3859
Inner resi of 1st (m2-K/W)	0.0017

Materasso U Tech Wired mat 6.0 N 50 mm

Description	Uscita vessel verso MTB DN 200	
Fluid item	EX	
Fluid	Exhaust	
Operating pressure [bar a]	4	
Max. operating pressure [bar a]	4	
Operating temperature [°C]	650	
Design pressure [bar a]	6	
Design temperature [°C]	680	
DN	200	
Piping class	BV	Stabilised stainless steel (AISI 321H) Modificato da thermal insulation a personal protection
Piping finish	2	
Name	G021 EX 200 BV 3	
L [mm]	1955	As built
Elbow 90 R/D 1.5	1	As built
Elbow 45 R/D 1.5	0	As built
TEE 100%	0	As built
Expansion Joints	0	As built
Reducer	0	As built
Equip. No.	9	
Name	G021-1 WM	
Method	2	
Pipe diameter mm	202.74	
Pipe Length m	1.955	
Roughness factor m	4.57E-05	
Pressure drop bar	0.0006	
Reynolds # vap	119855	
Fric factr vap	0.0186	
Avg density kg/m3	2.1893	
Calc. Velocity m/sec	11.3125	
DP friction bar	0.0006	
Output press. bar	5.9994	

Thermal Mode	2	
DP/100ft- psi	0.0567	
Gas Flow kg/s	0.8	
Gas Density kg/m3	2.1893	
Gas Viscosity N-s/m2	4.19E-05	
Ambient temp C	20	
EL. fittings m	2.4329	
Total ELength m	4.3879	
Elbow 90 deg- R/D = 1.5	1	
Elbow 45 deg- R/D = 1.5	0	
Tee 100% flow-in branch	0	
Reducer	0	
Heat loss kJ/s	-0.6249	
Iteration mass rate (kg/s)	0.8	
Friction fac. model	1	
Incl. expansion fac.	1	
Pipe wall thickness (mm)	8.18	
No of insul layer	2	
Thk of Insul 1 mm	25	Materasso Insulfrax S 160 kg/m3 25 mm
Thk of Insul 2 mm	50	Materasso U Tech Wired mat 6.0 N 50 mm
Pipe wall cond W/m-K	24.9	
Cond of insul 1 W/m-K	0.087	
Cond of insul 2 W/m-K	0.038	
Ambt conductivity (W/m-K)	0.039	
Inner surf temp of 1st (C)	672.5881	
Outer surf temp of 1st (C)	83.9287	
U of 1st segm W/m2-K	0.7604	
Ambt resi of 1st (m2-K/W)	0.1274	
Wall&insul resi of 1st (m2-K/W)	1.1729	
Inner resi of 1st (m2-K/W)	0.0148	
Description	Ramo A - Biforcazione verso MTB DN 200	
Fluid item	EX	
Fluid	Exhaust	
Operating pressure [bar a]	4	
Max. operating pressure [bar a]	4	
Operating temperature [°C]	650	
Design pressure [bar a]	6	
Design temperature [°C]	680	
DN	200	
Piping class	BV	Stabilised stainless steel (AISI 321H)
Piping finish	2	Modificato da thermal insulation a personal protection
Name	G021 EX 200 BV 3	

L [mm]	947	As built
Elbow 90 R/D 1.5	1	As built
Elbow 45 R/D 1.5	0	As built
TEE 100%	1	Condiviso con ramo B
Expansion Joints	0	As built
Reducer	1	As built
Equip. No.	11	
Name	G021-2A WM	
Method	2	
Pipe diameter mm	202.74	
Pipe Length m	0.947	
Roughness factor m	0.00004572	
Pressure drop bar	0.0007	
Reynolds # vap	59956.1133	
Fric factr vap	0.0209	
Avg density kg/m3	2.1907	
Calc. Velocity m/sec	5.6527	
DP friction bar	0.0007	
Output press. bar	5.9988	
Thermal Mode	2	
DP/100ft- psi	0.016	
Gas Flow kg/s	0.4	
Gas Density kg/m3	2.1907	
Gas Viscosity N-s/m2	0.000041898	
Ambient temp C	20	
EL. fittings m	17.2734	
Total ELength m	18.2204	
Elbow 90 deg- R/D = 1.5	1	
Elbow 45 deg- R/D = 1.5	0	
Tee 100% flow-in branch	1	
Reducer	1	
Heat loss kJ/s	-0.2999	
Iteration mass rate (kg/s)	0.4	
Friction fac. model	1	
Incl. expansion fac.	1	
Pipe wall thickness (mm)	8.18	
No of insul layer	2	
Thk of Insul 1 mm	25	Materasso Insulfrax S 160 kg/m3 25 mm
Thk of Insul 2 mm	50	Materasso U Tech Wired mat 6.0 N 50 mm
Pipe wall cond W/m-K	24.9	
Cond of insul 1 W/m-K	0.087	
Cond of insul 2 W/m-K	0.038	
Ambt conductivity (W/m-K)		
Inner surf temp of 1st (C)	666.5692	
Outer surf temp of 1st (C)	83.4461	
U of 1st segm W/m2-K	0.7541	

Ambt resi of 1st (m2-K/W)	0.1276	
Wall&insul resi of 1st (m2-K/W)	1.1729	
Inner resi of 1st (m2-K/W)	0.0256	
Description	Ramo B - Biforcazione verso MTB DN 200	
Fluid item	EX	
Fluid	Exhaust	
Operating pressure [bar a]	4	
Max. operating pressure [bar a]	4	
Operating temperature [°C]	650	
Design pressure [bar a]	6	
Design temperature [°C]	680	
DN	200	
Piping class	BV	Stabilised stainless steel (AISI 321H)
		Modificato da thermal insulation a personal protection
Piping finish	2	
Name	G021 EX 200 BV 3	
L [mm]	947	As built
Elbow 90 R/D 1.5	1	As built
Elbow 45 R/D 1.5	0	As built
TEE 100%	1	Condiviso con ramo A
Expansion Joints	0	As built
Reducer	1	As built
Equip. No.	13	
Name	G021-2B WM	
Method	2	
Pipe diameter mm	202.74	
Pipe Length m	0.947	
Roughness factor m	0.00004572	
Pressure drop bar	0.0007	
Reynolds # vap	59956.1133	
Fric factr vap	0.0209	
Avg density kg/m3	2.1907	
Calc. Velocity m/sec	5.6527	
DP friction bar	0.0007	
Output press. bar	5.9988	
Thermal Mode	2	
DP/100ft- psi	0.016	
Gas Flow kg/s	0.4	
Gas Density kg/m3	2.1907	
Gas Viscosity N-s/m2	0.000041898	
Ambient temp C	20	
EL. fittings m	17.2734	
Total ELength m	18.2204	
Elbow 90 deg- R/D = 1.5	1	
Elbow 45 deg- R/D = 1.5	0	
Tee 100% flow-in branch	1	
Reducer	1	
Heat loss kJ/s	-0.2999	

Iteration mass rate (kg/s)	0.4	
Friction fac. model	1	
Incl. expansion fac.	1	
Pipe wall thickness (mm)	8.18	
No of insul layer	2	
Thk of Insul 1 mm	25	Materasso Insulfrax S 160 kg/m3 25 mm
Thk of Insul 2 mm	50	Materasso U Tech Wired mat 6.0 N 50 mm
Pipe wall cond W/m-K	24.9	
Cond of insul 1 W/m-K	0.087	
Cond of insul 2 W/m-K	0.038	
Ambt conductivity (W/m-K)		
Inner surf temp of 1st (C)	666.5692	
Outer surf temp of 1st (C)	83.4461	
U of 1st segm W/m2-K	0.7541	
Ambt resi of 1st (m2-K/W)	0.1276	
Wall&insul resi of 1st (m2-K/W)	1.1729	
Inner resi of 1st (m2-K/W)	0.0256	
Description	Ramo A - Biforcazione verso MTB DN 125	
Fluid item	EX	
Fluid	Exhaust	
Operating pressure [bar a]	4	
Max. operating pressure [bar a]	4	
Operating temperature [°C]	650	
Design pressure [bar a]	6	
Design temperature [°C]	680	
DN	200	
Piping class	BV	Stabilised stainless steel (AISI 321H)
		Modificato da thermal insulation a personal protection
Piping finish	2	
Name	G021 EX 200 BV 3	
L [mm]	2058	As built
Elbow 90 R/D 1.5	1	As built
Elbow 45 R/D 1.5	2	As built
TEE 100%	0	As built
Expansion Joints	2	J003 - J004
Reducer	0	As built
Equip. No.	12	
Name	G021-3A WM	
Method	2	
Pipe diameter mm	128.2	
Pipe Length m	2.058	
Roughness factor m	0.00004572	
Pressure drop bar	0.0019	

Reynolds # vap	94860.1875	
Fric factr vap	0.0199	
Avg density kg/m3	2.192	
Calc. Velocity m/sec	14.1288	
DP friction bar	0.0019	
Output press. bar	5.9969	
Thermal Mode	2	
DP/100ft- psi	0.1505	
Gas Flow kg/s	0.4	
Gas Density kg/m3	2.192	
Gas Viscosity N-s/m2	0.000041879	
Ambient temp C	20	
EL. fittings m	3.5076	
Total ELength m	5.5656	
Elbow 90 deg- R/D = 1.5	1	
Elbow 45 deg- R/D = 1.5	2	
Tee 100% flow-in branch	0	
Reducer	0	
Heat loss kJ/s	-0.4739	
Iteration mass rate (kg/s)	0.4	
Friction fac. model	1	
Incl. expansion fac.	1	
Pipe wall thickness (mm)	6.55	
No of insul layer	2	
Thk of Insul 1 mm	25	Materasso Insulfrax S 160 kg/m3 25 mm
Thk of Insul 2 mm	50	Materasso U Tech Wired mat 6.0 N 50 mm
Pipe wall cond W/m-K	24.9	
Cond of insul 1 W/m-K	0.087	
Cond of insul 2 W/m-K	0.038	
Ambt conductivity (W/m-K)	0.039	
Inner surf temp of 1st (C)	672.1562	
Outer surf temp of 1st (C)	76.5567	
U of 1st segm W/m2-K	0.8681	
Ambt resi of 1st (m2-K/W)	0.0989	
Wall&insul resi of 1st (m2-K/W)	1.0417	
Inner resi of 1st (m2-K/W)	0.0113	
Description	Ramo B - Biforcazione verso MTB DN 125	
Fluid item	EX	
Fluid	Exhaust	
Operating pressure [bar a]	4	
Max. operating pressure [bar a]	4	
Operating temperature [°C]	650	
Design pressure [bar a]	6	

Design temperature [°C]	680	
DN	200	
Piping class	BV	Stabilised stainless steel (AISI 321H)
Piping finish	2	Modificato da thermal insulation a personal protection
Name	G021 EX 200 BV 3	
L [mm]	2058	As built
Elbow 90 R/D 1.5	1	As built
Elbow 45 R/D 1.5	2	As built
TEE 100%	0	As built
Expansion Joints	2	J005 - J006
Reducer	0	As built
Equip. No.	14	
Name	G021-3B WM	
Method	2	
Pipe diameter mm	128.2	
Pipe Length m	2.058	
Roughness factor m	0.00004572	
Pressure drop bar	0.0019	
Reynolds # vap	94860.1875	
Fric factr vap	0.0199	
Avg density kg/m3	2.192	
Calc. Velocity m/sec	14.1288	
DP friction bar	0.0019	
Output press. bar	5.9969	
Thermal Mode	2	
DP/100ft- psi	0.1505	
Gas Flow kg/s	0.4	
Gas Density kg/m3	2.192	
Gas Viscosity N-s/m2	0.000041879	
Ambient temp C	20	
EL. fittings m	3.5076	
Total ELength m	5.5656	
Elbow 90 deg- R/D = 1.5	1	
Elbow 45 deg- R/D = 1.5	2	
Tee 100% flow-in branch	0	
Reducer	0	
Heat loss kJ/s	-0.4739	
Iteration mass rate (kg/s)	0.4	
Friction fac. model	1	
Incl. expansion fac.	1	
Pipe wall thickness (mm)	6.55	
No of insul layer	2	
Thk of Insul 1 mm	25	Materasso Insulfrax S 160 kg/m3 25 mm
Thk of Insul 2 mm	50	Materasso U Tech Wired mat 6.0 N 50 mm
Pipe wall cond W/m-K	24.9	
Cond of insul 1 W/m-K	0.087	
Cond of insul 2 W/m-K	0.038	
Ambt conductivity	0.039	

(W/m-K)	
Inner surf temp of 1st (C)	672.1562
Outer surf temp of 1st (C)	76.5567
U of 1st segm W/m2-K	0.8681
Ambt resi of 1st (m2-K/W)	0.0989
Wall&insul resi of 1st (m2-K/W)	1.0417
Inner resi of 1st (m2-K/W)	0.0113

Description	Uscita vessel verso MTB DN 250	
Fluid item	EX	
Fluid	Exhaust	
Operating pressure [bar a]	4	
Max. operating pressure [bar a]	6	
Operating temperature [°C]	650	
Design pressure [bar a]	9	
Design temperature [°C]	680	
DN	250	
Piping class	BV	Stabilised stainless steel (AISI 321H)
		Modificato da thermal insulation a personal protection
Piping finish	2	
Name	G013 EX 250 BV 3	
L [mm]	4281	As built
Elbow 90 R/D 1.5	0	As built
Elbow 45 R/D 1.5	0	As built
TEE 100%	1	Condiviso con G014
Expansion Joints	1	J014
Reducer	1	As built
Valve	1	XV 172
Equip. No.	15	
Name	G013-1 WM	
Method	2	
Pipe diameter mm	254.46	

Pipe Length m	4.281	
Roughness factor m	4.57E-05	
Pressure drop bar	0.0009	
Reynolds # vap	95493.9922	
Fric factr vap	0.019	
Avg density kg/m3	3.2808	
Calc. Velocity m/sec	4.7921	
DP friction bar	0.0009	
Output press. bar	8.9991	
Thermal Mode	2	
DP/100ft- psi	0.0125	
Gas Flow kg/s	0.8	
Gas Density kg/m3	3.2808	
Gas Viscosity N-s/m2	4.19E-05	
Ambient temp C	20	
EL. fittings m	27.4817	
Total ELength m	31.7627	
Butterfly 10-14 inches	1	
Tee 100% flow-in branch	1	
Reducer	1	
Heat loss kJ/s	-1.6202	
Iteration mass rate (kg/s)	0.8	
Friction fac. model	1	
Incl. expansion fac.	1	
Pipe wall thickness (mm)	9.27	
No of insul layer	2	
Thk of Insul 1 mm	25	Materasso Insulfrax S 160 kg/m3 25 mm
Thk of Insul 2 mm	50	Materasso U Tech Wired mat 6.0 N 50 mm
Pipe wall cond W/m-K	24.9	
Cond of insul 1 W/m-K	0.087	
Cond of insul 2 W/m-K	0.038	
Ambt conductivity (W/m-K)	0.039	
Inner surf temp of 1st (C)	669.4802	
Outer surf temp of 1st (C)	87.4959	
U of 1st segm W/m2-K	0.7173	
Ambt resi of 1st (m2-K/W)	0.1426	
Wall&insul resi of 1st (m2-K/W)	1.2293	
Inner resi of 1st (m2-K/W)	0.0222	
Description	Uscita vessel verso MTB DN 200	
Fluid item	EX	
Fluid	Exhaust	
Operating pressure [bar a]	4	
Max. operating pressure [bar a]	6	

Operating temperature [°C]	650	
Design pressure [bar a]	9	
Design temperature [°C]	680	
DN	250	
Piping class	BV	Stabilised stainless steel (AISI 321H)
Piping finish	2	Modificato da thermal insulation a personal protection
Name	G013 EX 250 BV 3	
L [mm]	3065	As built
Elbow 90 R/D 1.5	2	As built
Elbow 45 R/D 1.5	0	As built
TEE 100%	0	As built
Expansion Joints	1	J013
Reducer	0	As built
Valve	0	As built
Equip. No.	18	
Name	G013-2 WM	
Method	2	
Pipe diameter mm	202.74	
Pipe Length m	3.065	
Roughness factor m	4.57E-05	
Pressure drop bar	0.0007	
Reynolds # vap	119964.75	
Fric factr vap	0.0186	
Avg density kg/m3	3.285	
Calc. Velocity m/sec	7.5393	
DP friction bar	0.0007	
Output press. bar	8.9985	
Thermal Mode	2	
DP/100ft- psi	0.0379	
Gas Flow kg/s	0.8	
Gas Density kg/m3	3.285	
Gas Viscosity N-s/m2	4.19E-05	
Ambient temp C	20	
EL. fittings m	4.8658	
Total ELength m	7.9308	
Butterfly 10-14 inches	0	
Elbow 90 deg- R/D = 1.5	2	
Tee 100% flow-in branch	0	
Reducer	0	
Heat loss kJ/s	-0.9877	
Iteration mass rate (kg/s)	0.8	
Friction fac. model	1	
Incl. expansion fac.	1	
Pipe wall thickness (mm)	8.18	
No of insul layer	2	
Thk of Insul 1 mm	25	Materasso Insulfrax S 160 kg/m3 25 mm
Thk of Insul 2 mm	50	Materasso U Tech Wired mat 6.0 N 50 mm
Pipe wall cond W/m-K	24.9	

Cond of insul 1 W/m-K	0.087
Cond of insul 2 W/m-K	0.038
Ambt conductivity (W/m-K)	0.039
Inner surf temp of 1st (C)	677.7864
Outer surf temp of 1st (C)	84.3447
U of 1st segm W/m2-K	0.7682
Ambt resi of 1st (m2-K/W)	0.1272
Wall&insul resi of 1st (m2-K/W)	1.1729
Inner resi of 1st (m2-K/W)	0.0018

Description	Vent dopo uscita vessel	
Fluid item	EX	
Fluid	Exhaust	
Operating pressure [bar a]	4	
Max. operating pressure [bar a]	6	
Operating temperature [°C]	650	
Design pressure [bar a]	9	
Design temperature [°C]	680	
DN	100	
Piping class	BV	Stabilised stainless steel (AISI 321H) Modificato da thermal insulation a personal protection
Piping finish	2	
Name	G014 EX 100 BV 3	
L [mm]	4238	As built
Elbow 90 R/D 1.5	2	As built
Elbow 45 R/D 1.5	0	As built
TEE 100%	1	Condiviso con G013
Expansion Joints	0	As built
Reducer	3	As built
Valves	2	XV 108 - PV 108
Equip. No.	16	

Name	G014 WM	
Method	2	
Pipe diameter mm	102.26	
Pipe Length m	4.238	
Roughness factor m	4.57E-05	
Pressure drop bar	0.1865	
Reynolds # vap	237623.7188	
Fric factr vap	0.0183	
Avg density kg/m3	3.2808	
Calc. Velocity m/sec	29.6726	
DP friction bar	0.1865	
Output press. bar	8.8135	
Thermal Mode	2	
DP/100ft- psi	1.1615	
Gas Flow kg/s	0.8	
Gas Density kg/m3	3.2808	
Gas Viscosity N-s/m2	4.19E-05	
Ambient temp C	20	
EL. fittings m	66.7553	
Total ELength m	70.9933	
Glb wing/pin GuidedDisc	1	
Butterfly 2-8 inches	1	
Elbow 90 deg- R/D = 1.5	2	
Tee 100% flow-in branch	1	
Reducer	3	
Heat loss kJ/s	-0.8482	
Iteration mass rate (kg/s)	0.8	
Friction fac. model	1	
Incl. expansion fac.	1	
Pipe wall thickness (mm)	6.02	
No of insul layer	2	
Thk of Insul 1 mm	25	Materasso Insulfrax S 160 kg/m3 25 mm
Thk of Insul 2 mm	50	Materasso U Tech Wired mat 6.0 N 50 mm
Pipe wall cond W/m-K	24.9	
Cond of insul 1 W/m-K	0.087	
Cond of insul 2 W/m-K	0.038	
Ambt conductivity (W/m-K)	0.039	
Inner surf temp of 1st (C)	677.3082	
Outer surf temp of 1st (C)	73.5353	
U of 1st segm W/m2-K	0.9439	
Ambt resi of 1st (m2-K/W)	0.0859	
Wall&insul resi of 1st (m2-K/W)	0.9692	
Inner resi of 1st (m2-K/W)	0.0043	

Description	Esausti a vent	
Fluid item	EX	
Fluid	Exhaust	
Operating pressure [bar a]	1	
Max. operating pressure [bar a]	1	
Operating temperature [°C]	550	
Design pressure [bar a]	2	
Design temperature [°C]	600	
DN	150	
Piping class	AV	Stabilised stainless steel (AISI 321H)
Piping finish	2	Personal protection
Name	G033 EX 150 AV 2	
L [mm]	12475	As built
Elbow 90 R/D 1.5	4	As built
Elbow 45 R/D 1.5	0	As built
TEE 100%	0	As built
Expansion Joints	0	As built
Reducer	0	As built

Valves	0	XV 108 - PV 108
Equip. No.	16	
Name	G014 WM	
Method	2	
Pipe diameter mm	162.76	
Pipe Length m	12.475	
Roughness factor m	4.57E-05	
Pressure drop bar	0.0213	
Reynolds # vap	158215.1406	
Fric factr vap	0.0182	
Avg density kg/m3	0.7976	
Calc. Velocity m/sec	48.1786	
DP friction bar	0.0213	
Output press. bar	1.9787	
Thermal Mode	2	
DP/100ft- psi	0.4638	
Gas Flow kg/s	0.8	
Gas Density kg/m3	0.7976	
Gas Viscosity N-s/m2	3.96E-05	
Ambient temp C	20	
EL. fittings m	7.8125	
Total ELength m	20.2875	
Elbow 90 deg- R/D = 1.5	4	
Heat loss kJ/s	-2.607	
Iteration mass rate (kg/s)	0.8	
Friction fac. model	1	
Incl. expansion fac.	1	
Pipe wall thickness (mm)	2.77	
No of insul layer	2	
Thk of Insul 1 mm	50	Materasso U Tech Wired mat 6.0 N 50 mm
Thk of Insul 2 mm	50	Materasso U Tech Wired mat 6.0 N 50 mm
Pipe wall cond W/m-K	24.9	
Cond of insul 1 W/m-K	0.106	
Cond of insul 2 W/m-K	0.036	
Ambt conductivity (W/m-K)	0.039	
Inner surf temp of 1st (C)	595.8231	
Outer surf temp of 1st (C)	65.5216	
U of 1st segm W/m2-K	0.7046	
Ambt resi of 1st (m2-K/W)	0.1114	
Wall&insul resi of 1st (m2-K/W)	1.2975	
Inner resi of 1st (m2-K/W)	0.0102	
Wall&insul resi of 1st (m2-K/W)	0.9692	

Inner resi of 1st
(m2-K/W) 0.0043

Description	Scarico fumi DN 300	
Fluid item	EX	
Fluid	Exhaust	
Operating pressure [bar a]	1	
Max. operating pressure [bar a]	1	
Operating temperature [°C]	270	Modificato da 550 a 270
Design pressure [bar a]	2	
Design temperature [°C]	350	Modificato da 650 a 350
DN	300	
Piping class	AV	Stabilised stainless steel (AISI 321)
Piping finish	2	Personal protection
Name	G022 EX 300 AV 2	
L [mm]	5673	As built
Elbow 90 R/D 1.5	2	As built
Elbow 45 R/D 1.5	0	As built

TEE 100%	0	As built
Expansion Joints	1	J016
Reducer	0	As built
Valves	0	As built
Equip. No.	17	
Name	G022-1 WM	
Method	2	
Pipe diameter mm	315.88	
Pipe Length m	5.673	
Roughness factor m	4.57E-05	
Pressure drop bar	0.0004	
Reynolds # vap	102446.4141	
Fric factr vap	0.0186	
Avg density kg/m3	1.1174	
Calc. Velocity m/sec	9.1302	
DP friction bar	0.0004	
Output press. bar	1.9996	
Thermal Mode	2	
DP/100ft- psi	0.0122	
Gas Flow kg/s	0.8	
Gas Density kg/m3	1.1174	
Gas Viscosity N-s/m2	3.15E-05	
Ambient temp C	20	
EL. fittings m	7.5811	
Total ELength m	13.2541	
Elbow 90 deg- R/D = 1.5	2	
Reducer	0	
Heat loss kJ/s	-0.9754	
Iteration mass rate (kg/s)	0.8	
Friction fac. model	1	
Incl. expansion fac.	1	
Pipe wall thickness (mm)	3.96	
No of insul layer	2	
Thk of Insul 1 mm	50	Materasso U Tech Wired mat 6.0 N 50 mm
Thk of Insul 2 mm	50	Materasso U Tech Wired mat 6.0 N 50 mm
Pipe wall cond W/m-K	24.9	
Cond of insul 1 W/m-K	0.062	
Cond of insul 2 W/m-K	0.036	
Ambt conductivity (W/m-K)	0.039	
Inner surf temp of 1st (C)	349.6949	
Outer surf temp of 1st (C)	51.5766	
U of 1st segm W/m2-K	0.525	
Ambt resi of 1st (m2-K/W)	0.1822	
Wall&insul resi of 1st (m2-K/W)	1.7206	

Inner resi of 1st (m2-K/W)	0.0018	
Description	Scarico fumi DN 500	
Fluid item	EX	
Fluid	Exhaust	
Operating pressure [bar a]	1	
Max. operating pressure [bar a]	1	
Operating temperature [°C]	270	Modificato da 550 a 270
Design pressure [bar a]	2	
Design temperature [°C]	350	Modificato da 650 a 350
DN	300	
Piping class	AV	Stabilised stainless steel (AISI 321H)
Piping finish	2	Personal protection
Name	G022 EX 300 AV 2	
L [mm]	1980	As built
Elbow 90 R/D 1.5	0	As built
Elbow 45 R/D 1.5	0	As built
TEE 100%	0	As built
Expansion Joints	0	As built
Reducer	2	As built
Valves	0	As built
Equip. No.	19	
Name	G022-2 WM	
Method	2	
Pipe diameter mm	498.44	
Pipe Length m	1.98	
Roughness factor m	4.57E-05	
Pressure drop bar	0.000095474	
Reynolds # vap	65007.332	
Fric factr vap	0.02	
Avg density kg/m3	1.1193	
Calc. Velocity m/sec	3.6608	
DP friction bar	0.000095474	
Output press. bar	1.9995	
Thermal Mode	2	
DP/100ft- psi	0.0013	
Gas Flow kg/s	0.8	
Gas Density kg/m3	1.1193	
Gas Viscosity N-s/m2	3.14E-05	
Ambient temp C	20	
EL. fittings m	29.9064	
Total ELength m	31.8864	
Elbow 90 deg- R/D = 1.5	0	
Reducer	2	
Heat loss kJ/s	-0.4709	
Iteration mass rate (kg/s)	0.8	
Friction fac. model	1	
Incl. expansion fac.	1	
Pipe wall thickness (mm)	4.78	

No of insul layer	2	
Thk of Insul 1 mm	50	Materasso U Tech Wired mat 6.0 N 50 mm
Thk of Insul 2 mm	50	Materasso U Tech Wired mat 6.0 N 50 mm
Pipe wall cond W/m-K	24.9	
Cond of insul 1 W/m-K	0.062	
Cond of insul 2 W/m-K	0.036	
Ambt conductivity (W/m-K)	0.039	
Inner surf temp of 1st (C)	336.1207	
Outer surf temp of 1st (C)	54.2231	
U of 1st segm W/m2-K	0.4618	
Ambt resi of 1st (m2-K/W)	0.2254	
Wall&insul resi of 1st (m2-K/W)	1.8562	
Inner resi of 1st (m2-K/W)	0.0838	

Description	Esausti PSV 132	
Fluid item	EX	
Fluid	Exhaust	
Operating pressure [bar a]	1	
Max. operating pressure [bar a]	1	
Operating temperature [°C]	500	
Design pressure [bar a]	1.5	
Design temperature [°C]	550	
DN	150	
Piping class	AV	Stabilised stainless steel (AISI 321H)
Piping finish	2	Personal protection

Name	G039 EX 150 AV 2	
L [mm]	11478	As built
Elbow 90 R/D 1.5	3	As built
Elbow 45 R/D 1.5	1	As built
TEE 100%	0	As built
Expansion Joints	1	J015
Reducer	1	As built
Valves	1	PSV 132
Equip. No.	20	
Name	G039 WM	
Method	2	
Pipe diameter mm	162.76	
Pipe Length m	11.478	
Roughness factor m	4.57E-05	
Pressure drop bar	0.0632	
Reynolds # vap	164560.2344	
Fric factr vap	0.0181	
Avg density kg/m3	0.6346	
Calc. Velocity m/sec	60.5506	
DP friction bar	0.0632	
Output press. bar	1.4368	
Thermal Mode	2	
DP/100ft- psi	0.5934	
Gas Flow kg/s	0.8	
Gas Density kg/m3	0.6346	
Gas Viscosity N-s/m2	3.80E-05	
Ambient temp C	20	
EL. fittings m	35.6249	
Total ELength m	47.1029	
Ang- no obstruction	1	
Elbow 90 deg- R/D = 1.5	3	
Elbow 45 deg- R/D = 1.5	1	
Reducer	1	
Heat loss kJ/s	-2.1553	
Iteration mass rate (kg/s)	0.8	
Friction fac. model	1	
Incl. expansion fac.	1	
Pipe wall thickness (mm)	2.77	
No of insul layer	2	
Thk of Insul 1 mm	50	Materasso U Tech Wired mat 6.0 N 50 mm
Thk of Insul 2 mm	50	Materasso U Tech Wired mat 6.0 N 50 mm
Pipe wall cond W/m-K	24.9	
Cond of insul 1 W/m-K	0.106	
Cond of insul 2 W/m-K	0.035	
Ambt conductivity (W/m-K)	0.039	
Inner surf temp of 1st (C)	549.3533	
Outer surf temp of 1st	61.7795	

(C)	
U of 1st segm W/m ² -K	0.6929
Ambt resi of 1st (m ² -K/W)	0.1138
Wall&insul resi of 1st (m ² -K/W)	1.3277
Inner resi of 1st (m ² -K/W)	0.0018

Description	Ingresso vessel
Fluid item	PA
Fluid	Process Air
Operating pressure [bar a]	4
Max. operating pressure [bar a]	6
Operating temperature [°C]	600
Design pressure [bar a]	9
Design temperature [°C]	660

DN	200	
Piping class	BV	Stabilised stainless steel (AISI 321H)
Piping finish	2	Modificato a personal protection
Name	G015 PA 200 BV 3	
L [mm]	3530	As built
Elbow 90 R/D 1.5	1	As built
Elbow 45 R/D 1.5	0	As built
TEE 100%	1	As built
Expansion Joints	2	J011 - J012
Reducer	0	As built
Valves	1	XV 171
Equip. No.	21	
Name	G015 WM	
Method	2	
Pipe diameter mm	202.74	
Pipe Length m	3.53	
Roughness factor m	4.57E-05	
Pressure drop bar	0.0045	
Reynolds # vap	121543.6641	
Fric factr vap	0.0185	
Avg density kg/m3	1.4918	
Calc. Velocity m/sec	16.6025	
DP friction bar	0.0045	
Output press. bar	3.9955	
Thermal Mode	2	
DP/100ft- psi	0.0833	
Gas Flow kg/s	0.8	
Gas Density kg/m3	1.4918	
Gas Viscosity N-s/m2	4.13E-05	
Ambient temp C	20	
EL. fittings m	20.4362	
Total ELength m	23.9662	
Butterfly 2-8 inches	1	
Elbow 90 deg- R/D = 1.5	1	
Tee 100% flow-in branch	1	
Heat loss kJ/s	-1.0901	
Iteration mass rate (kg/s)	0.8	
Friction fac. model	1	
Incl. expansion fac.	1	
Pipe wall thickness (mm)	8.18	
No of insul layer	2	
Thk of Insul 1 mm	25	Materasso Insulfrax S 160 kg/m3 25 mm
Thk of Insul 2 mm	50	Materasso U Tech Wired mat 6.0 N 50 mm
Pipe wall cond W/m-K	24.9	
Cond of insul 1 W/m-K	0.085	
Cond of insul 2 W/m-K	0.038	
Ambt conductivity (W/m-K)	0.039	
Inner surf temp of 1st	652.7939	

(C)		
Outer surf temp of 1st		82.1825
(C)		
U of 1st segm W/m ² -K		0.7576
Ambt resi of 1st		0.1283
(m ² -K/W)		
Wall&insul resi of 1st		1.1769
(m ² -K/W)		
Inner resi of 1st		0.0149
(m ² -K/W)		

Description	Vent aria
Fluid item	PA
Fluid	Process Air
Operating pressure [bar a]	4
Max. operating pressure [bar a]	6

Operating temperature [°C]	200	
Design pressure [bar a]	9	
Design temperature [°C]	660	
DN	125	
Piping class	BV	Stabilised stainless steel (AISI 321H)
Piping finish	2	Modificato a personal protection
Name	G016 PA 125 BV 3	
L [mm]	2345	As built
Elbow 90 R/D 1.5	2	As built
Elbow 45 R/D 1.5	0	As built
TEE 100%	0	As built
Expansion Joints	0	As built
Reducer	1	As built
Valves	1	XV 107
Equip. No.	22	
Name	G016 WM	
Method	2	
Pipe diameter mm	128.2	
Pipe Length m	2.345	
Roughness factor m	4.57E-05	
Pressure drop bar	0.0123	
Reynolds # vap	192213.4375	
Fric factr vap	0.0182	
Avg density kg/m3	3.3509	
Calc. Velocity m/sec	18.4844	
DP friction bar	0.0123	
Output press. bar	8.9877	
Thermal Mode	2	
DP/100ft- psi	0.3599	
Gas Flow kg/s	0.8	
Gas Density kg/m3	3.3509	
Gas Viscosity N-s/m2	4.13E-05	
Ambient temp C	20	
EL. fittings m	12.7687	
Total ELength m	15.1137	
Butterfly 2-8 inches	1	
Elbow 90 deg- R/D = 1.5	2	
Reducer	1	
Heat loss kJ/s	-0.5252	
Iteration mass rate (kg/s)	0.8	
Friction fac. model	1	
Incl. expansion fac.	1	
Pipe wall thickness (mm)	6.55	
No of insul layer	2	
Thk of Insul 1 mm	25	Materasso Insulfrax S 160 kg/m3 25 mm
Thk of Insul 2 mm	50	Materasso U Tech Wired mat 6.0 N 50 mm
Pipe wall cond W/m-K	24.9	
Cond of insul 1 W/m-K	0.085	
Cond of insul 2 W/m-K	0.038	

Ambt conductivity (W/m-K)	0.039
Inner surf temp of 1st (C)	656.3732
Outer surf temp of 1st (C)	75.3077
U of 1st segm W/m2-K	0.8688
Ambt resi of 1st (m2-K/W)	0.0995
Wall&insul resi of 1st (m2-K/W)	1.045
Inner resi of 1st (m2-K/W)	0.0065

Description
Fluid item

Aria da compressore
PA

Fluid	Process Air	
Operating pressure [bar a]	4	
Max. operating pressure [bar a]	4	
Operating temperature [°C]	200	
Design pressure [bar a]	6	
Design temperature [°C]	220	
DN	125	
Piping class	AV	Stabilised stainless steel (AISI 321H)
Piping finish	2	Modificato a personal protection
Name	G017 PA 125 AV 3	
L [mm]	5164	As built
Elbow 90 R/D 1.5	3	As built
Elbow 45 R/D 1.5	0	As built
TEE 100%	0	As built
Expansion Joints	2	J009 - J010
Reducer	3	As built
Valves	1	FV 103
Equip. No.	23	
Name	G017 WM	
Method	2	
Pipe diameter mm	135.76	
Pipe Length m	5.164	
Roughness factor m	4.57E-05	
Pressure drop bar	0.0299	
Reynolds # vap	280928.375	
Fric factr vap	0.0174	
Avg density kg/m3	4.2288	
Calc. Velocity m/sec	13.0614	
DP friction bar	0.0299	
Output press. bar	5.9701	
Thermal Mode	2	
DP/100ft- psi	0.2052	
Gas Flow kg/s	0.8	
Gas Density kg/m3	4.2288	
Gas Viscosity N-s/m2	2.67E-05	
Ambient temp C	20	
EL fittings m	59.2891	
Total ELength m	64.4531	
Glb seat flatBevelPlug	1	
Elbow 90 deg- R/D = 1.5	3	
Reducer	3	
Heat loss kJ/s	-0.4815	
Iteration mass rate (kg/s)	0.8	
Friction fac. model	1	
Incl. expansion fac.	1	
Pipe wall thickness (mm)	2.77	
No of insul layer	1	
Thk of Insul 1 mm	50	Materasso U Tech Wired mat 6.0 N 50 mm
Pipe wall cond W/m-K	24.9	

Cond of insul 1 W/m-K	0.047
Ambt conductivity (W/m-K)	0.039
Inner surf temp of 1st (C)	219.6143
Outer surf temp of 1st (C)	50.6048
U of 1st segm W/m2-K	1.0932
Ambt resi of 1st (m2-K/W)	0.14
Wall&insul resi of 1st (m2-K/W)	0.773
Inner resi of 1st (m2-K/W)	0.0018
Inner resi of 1st (m2-K/W)	0.0018

Description	Aria da compressore	
Fluid item	PA	
Fluid	Process Air	
Operating pressure [bar a]	4	
Max. operating pressure [bar a]	4	
Operating temperature [°C]	600	
Design pressure [bar a]	6	
Design temperature [°C]	660	
DN	150	
Piping class	BV	Stabilised stainless steel (AISI 321H)
Piping finish	2	Modificato a personal protection
Name	G018 PA 150 BV 3	
L [mm]	4731	As built
Elbow 90 R/D 1.5	1	As built
Elbow 45 R/D 1.5	0	As built
TEE 100%	1	Condiviso con G019
Expansion Joints	1	J008
Reducer	2	As built
Valves	1	FV 102
Equip. No.	24	
Name	G018 WM	
Method	2	
Pipe diameter mm	154.08	
Pipe Length m	4.731	
Roughness factor m	4.57E-05	
Pressure drop bar	0.0328	
Reynolds # vap	159928.375	
Fric factr vap	0.0182	
Avg density kg/m3	2.2362	
Calc. Velocity m/sec	19.1758	
DP friction bar	0.0328	
Output press. bar	5.9672	
Thermal Mode	2	
DP/100ft- psi	0.2161	
Gas Flow kg/s	0.8	
Gas Density kg/m3	2.2362	
Gas Viscosity N-s/m2	4.13E-05	
Ambient temp C	20	
EL. fittings m	62.299	
Total ELength m	67.03	
Glb seat flatBevelPlug	1	
Elbow 90 deg- R/D = 1.5	1	
Tee 100% flow-in branch	1	
Reducer	2	
Heat loss kJ/s	-1.1472	
Iteration mass rate (kg/s)	0.8	
Friction fac. model	1	
Incl. expansion fac.	1	
Pipe wall thickness	7.11	

(mm)		
No of insul layer	2	
Thk of Insul 1 mm	25	Materasso Insulfrax S 160 kg/m³ 25 mm
Thk of Insul 2 mm	50	Materasso U Tech Wired mat 6.0 N 50 mm
Pipe wall cond W/m-K	24.9	
Cond of insul 1 W/m-K	0.083	
Cond of insul 2 W/m-K	0.036	
Ambt conductivity (W/m-K)	0.039	
Inner surf temp of 1st (C)	655.4525	
Outer surf temp of 1st (C)	75.9289	
U of 1st segm W/m ² -K	0.7827	
Ambt resi of 1st (m ² -K/W)	0.1117	
Wall&insul resi of 1st (m ² -K/W)	1.1569	
Inner resi of 1st (m ² -K/W)	0.0091	

Description	Ramo A - Uscita da rigeneratore MTB DN 100	
Fluid item	PA	
Fluid	Process Air	
Operating pressure [bar a]	4	
Max. operating pressure [bar a]	4	
Operating temperature [°C]	600	
Design pressure [bar a]	6	
Design temperature [°C]	650	
DN	100	
Piping class	BV	Stabilised stainless steel (AISI 321H)
Piping finish	2	Modificato a personal protection
Name	G019 PA 150 BV 3	
L [mm]	2558	As built
Elbow 90 R/D 1.5	3	As built
Elbow 90 R/D 1.0	1	As built
TEE 100%	1	Condiviso con Ramo B
Expansion Joints	1	J002
Reducer	0	As built
Valves	0	As built
Equip. No.	29	
Name	G019-1A	
Method	2	
Pipe diameter mm	102.26	
Pipe Length m	2.558	
Roughness factor m	4.57E-05	
Pressure drop bar	0.0126	
Reynolds # vap	121346.6797	
Fric factr vap	0.0197	
Avg density kg/m3	2.2603	
Calc. Velocity m/sec	21.5344	
DP friction bar	0.0126	
Output press. bar	5.9874	
Thermal Mode	2	
DP/100ft- psi	0.4471	
Gas Flow kg/s	0.4	
Gas Density kg/m3	2.2603	
Gas Viscosity N-s/m2	4.10E-05	
Ambient temp C	20	
EL. fittings m	9.9397	
Total ELength m	12.4977	
Elbow 90 deg- R/D = 1.0	1	
Elbow 90 deg- R/D = 1.5	3	
Tee 100% flow-in branch	1	
Heat loss kJ/s	-0.4658	
Iteration mass rate (kg/s)	0.4	
Friction fac. model	1	

Incl. expansion fac.	1	
Pipe wall thickness (mm)	6.02	
No of insul layer	2	
Thk of Insul 1 mm	25	Materasso Insulfrax S 160 kg/m3 25 mm
Thk of Insul 2 mm	50	Materasso U Tech Wired mat 6.0 N 50 mm
Pipe wall cond W/m-K	24.9	
Cond of insul 1 W/m-K	0.083	
Cond of insul 2 W/m-K	0.036	
Inner surf temp of 1st (C)	649.0019	
Outer surf temp of 1st (C)	69.6287	
U of 1st segm W/m2-K	0.8997	
Ambt resi of 1st (m2-K/W)	0.0876	
Wall&insul resi of 1st (m2-K/W)	1.0221	
Inner resi of 1st (m2-K/W)	0.0018	
Description	Ramo B - Uscita da rigeneratore MTB DN 100	
Fluid item	PA	
Fluid	Process Air	
Operating pressure [bar a]	4	
Max. operating pressure [bar a]	4	
Operating temperature [°C]	600	
Design pressure [bar a]	6	
Design temperature [°C]	650	
DN	100	
Piping class	BV	Stabilised stainless steel (AISI 321H)
Piping finish	2	Modificato a personal protection
Name	G019 PA 150 BV 3	
L [mm]	2558	As built
Elbow 90 R/D 1.5	3	As built
Elbow 90 R/D 1.0	1	As built
TEE 100%	1	Condiviso con Ramo A
Expansion Joints	1	J001
Reducer	0	As built
Valves	0	As built
Equip. No.	27	
Name	G019-1B	
Method	2	
Pipe diameter mm	102.26	
Pipe Length m	2.558	
Roughness factor m	4.57E-05	
Pressure drop bar	0.0126	
Reynolds # vap	121346.6797	
Fric factr vap	0.0197	
Avg density kg/m3	2.2603	
Calc. Velocity m/sec	21.5344	
DP friction bar	0.0126	

Output press. bar	5.9874	
Thermal Mode	2	
DP/100ft- psi	0.4471	
Gas Flow kg/s	0.4	
Gas Density kg/m ³	2.2603	
Gas Viscosity N-s/m ²	4.10E-05	
Ambient temp C	20	
EL fittings m	9.9397	
Total ELength m	12.4977	
Elbow 90 deg- R/D = 1.0	1	
Elbow 90 deg- R/D = 1.5	3	
Tee 100% flow-in branch	1	
Heat loss kJ/s	-0.4778	
Iteration mass rate (kg/s)	0.4	
Friction fac. model	1	
Incl. expansion fac.	1	
Pipe wall thickness (mm)	8.18	
No of insul layer	2	
Thk of Insul 1 mm	25	Materasso Insulfrax S 160 kg/m³ 25 mm
Thk of Insul 2 mm	50	Materasso U Tech Wired mat 6.0 N 50 mm
Pipe wall cond W/m-K	24.9	
Cond of insul 1 W/m-K	0.083	
Cond of insul 2 W/m-K	0.036	
Inner surf temp of 1st (C)	648.9779	
Outer surf temp of 1st (C)	70.1655	
U of 1st segm W/m ² -K	0.9229	
Ambt resi of 1st (m ² -K/W)	0.0863	
Wall&insul resi of 1st (m ² -K/W)	0.9956	
Inner resi of 1st (m ² -K/W)	0.0018	
Description	Uscita da rigeneratore MTB DN 200	
Fluid item	PA	
Fluid	Process Air	
Operating pressure [bar a]	4	
Max. operating pressure [bar a]	4	
Operating temperature [°C]	600	
Design pressure [bar a]	6	
Design temperature [°C]	650	
DN	200	
Piping class	BV	Stabilised stainless steel (AISI 321H)
Piping finish	2	Modificato a personal protection
Name	G019 PA 150 BV 3	
L [mm]	356	As built
Elbow 90 R/D 1.5	0	As built
Elbow 45 R/D 1.5	0	As built

TEE 100%	2	As built
Expansion Joints	0	As built
Reducer	0	As built
Valves	0	As built
Equip. No.	25	
Name	G019-2	
Method	2	
Pipe diameter mm	202.74	
Pipe Length m	0.356	
Roughness factor m	4.57E-05	
Pressure drop bar	0.0017	
Reynolds # vap	122503.9375	
Fric factr vap	0.0185	
Avg density kg/m3	2.2581	
Calc. Velocity m/sec	10.9678	
DP friction bar	0.0017	
Output press. bar	5.9856	
Thermal Mode	2	
DP/100ft- psi	0.0548	
Gas Flow kg/s	0.8	
Gas Density kg/m3	2.2581	
Gas Viscosity N-s/m2	4.10E-05	
Ambient temp C	20	
EL. fittings m	13.4538	
Total ELength m	13.8098	
Tee 100% flow-thr run	1	
Tee 100% FlowOut branch	1	
Heat loss kJ/s	-0.1042	
Iteration mass rate (kg/s)	0.8	
Friction fac. model	1	
Incl. expansion fac.	1	
Pipe wall thickness (mm)	8.18	
No of insul layer	2	
Thk of Insul 1 mm	25	Materasso Insulfrax S 160 kg/m3 25 mm
Thk of Insul 2 mm	50	Materasso U Tech Wired mat 6.0 N 50 mm
Pipe wall cond W/m-K	24.9	
Cond of insul 1 W/m-K	0.083	
Cond of insul 2 W/m-K	0.036	
Ambt conductivity (W/m-K)	0.039	
Inner surf temp of 1st (C)	648.1443	
Outer surf temp of 1st (C)	79.5834	
U of 1st segm W/m2-K	0.7309	
Ambt resi of 1st (m2-K/W)	0.1296	
Wall&insul resi of 1st (m2-K/W)	1.2368	

Inner resi of 1st (m2-K/W)	0.0018	
Description	Uscita da rigeneratore MTB DN 150	
Fluid item	PA	
Fluid	Process Air	
Operating pressure [bar a]	4	
Max. operating pressure [bar a]	4	
Operating temperature [°C]	600	
Design pressure [bar a]	6	
Design temperature [°C]	650	
DN	150	
Piping class	BV	Stabilised stainless steel (AISI 321H)
Piping finish	2	Modificato a personal protection
Name	G019 PA 150 BV 3	
L [mm]	2837	As built
Elbow 90 R/D 1.5	2	As built
Elbow 45 R/D 1.5	0	As built
TEE 100%	1	Condiviso con G018
Expansion Joints	1	J007
Reducer	1	As built
Valves	1	FV 101
Equip. No.	28	
Name	G019-3	
Method	2	
Pipe diameter mm	154.08	
Pipe Length m	2.837	
Roughness factor m	4.57E-05	
Pressure drop bar	0.0302	
Reynolds # vap	161205.2813	
Fric factr vap	0.0182	
Avg density kg/m3	2.2578	
Calc. Velocity m/sec	18.9921	
DP friction bar	0.0302	
Output press. bar	5.9555	
Thermal Mode	2	
DP/100ft- psi	0.2138	
Gas Flow kg/s	0.8	
Gas Density kg/m3	2.2578	
Gas Viscosity N-s/m2	4.10E-05	
Ambient temp C	20	
EL. fittings m	59.5695	
Total ELength m	62.4065	
Glb seat flatBevelPlug	1	
Elbow 90 deg- R/D = 1.5	2	
Tee 100% flow-in branch	1	
Reducer	1	
Heat loss kJ/s	-0.6757	
Iteration mass rate (kg/s)	0.8	
Friction fac. model	1	
Incl. expansion fac.	1	

Pipe wall thickness (mm)	7.11	
No of insul layer	2	
Thk of Insul 1 mm	25	Materasso Insulfrax S 160 kg/m3 25 mm
Thk of Insul 2 mm	50	Materasso U Tech Wired mat 6.0 N 50 mm
Pipe wall cond W/m-K	24.9	
Cond of insul 1 W/m-K	0.083	
Cond of insul 2 W/m-K	0.036	
Ambt conductivity (W/m-K)	0.039	
Inner surf temp of 1st (C)	644.3538	
Outer surf temp of 1st (C)	75.1301	
U of 1st segm W/m2-K	0.7824	
Ambt resi of 1st (m2-K/W)	0.112	
Wall&insul resi of 1st (m2-K/W)	1.1569	
Inner resi of 1st (m2-K/W)	0.0091	

Description	Vent aria	
Fluid item	PA	
Fluid	Process Air	
Operating pressure [bar a]	4	
Max. operating pressure [bar a]	6	
Operating temperature [°C]	200	
Design pressure [bar a]	9	
Design temperature [°C]	660	
DN	125	
Piping class	BV	Stabilised stainless steel (AISI 321H)
Piping finish	2	Personal protection
Name	G038 PA 125 BV 2	
L [mm]	2210	As built
Elbow 90 R/D 1.5	0	As built
Elbow 45 R/D 1.5	0	As built
TEE 100%	0	As built
Expansion Joints	0	As built
Reducer	2	As built
Valves	1	FV 107
Equip. No.	31	
Name	G038 WM	
Method	2	
Pipe diameter mm	202.74	
Pipe Length m	2.21	
Roughness factor m	4.57E-05	
Pressure drop bar	0.0058	
Reynolds # vap	121543.6641	
Fric factr vap	0.0185	
Avg density kg/m3	3.3509	
Calc. Velocity m/sec	7.391	
DP friction bar	0.0058	
Output press. bar	8.9942	
Thermal Mode	2	
DP/100ft- psi	0.037	
Gas Flow kg/s	0.8	
Gas Density kg/m3	3.3509	
Gas Viscosity N-s/m2	4.13E-05	
Ambient temp C	20	
EL. fittings m	66.7971	
Total ELength m	69.0071	

Glb seat flatBevelPlug	1	
Reducer	2	
Heat loss kJ/s	-0.6523	
Iteration mass rate (kg/s)	0.8	
Friction fac. model	1	
Incl. expansion fac.	1	
Pipe wall thickness (mm)	8.18	
No of insul layer	2	
Thk of Insul 1 mm	25	Materasso Insulfrax S 160 kg/m3 25 mm
Thk of Insul 2 mm	50	Materasso U Tech Wired mat 6.0 N 50 mm
Pipe wall cond W/m-K	24.9	
Cond of insul 1 W/m-K	0.083	
Cond of insul 2 W/m-K	0.036	
Ambt conductivity (W/m-K)	0.039	
Inner surf temp of 1st (C)	653.1237	
Outer surf temp of 1st (C)	79.9691	
U of 1st segm W/m2-K	0.7241	
Ambt resi of 1st (m2-K/W)	0.1294	
Wall&insul resi of 1st (m2-K/W)	1.2368	
Inner resi of 1st (m2-K/W)	0.0149	

Description	Ramo A - Cross Piping DN 100	
Fluid item	PA	
Fluid	Process Air	
Operating pressure [bar a]	4	
Max. operating pressure [bar a]	4	
Operating temperature [°C]	600	
Design pressure [bar a]	6	
Design temperature [°C]	650	
DN	100	
Piping class	BV	Stabilised stainless steel (AISI 321H)
Piping finish	2	Modificato a personal protection
Name	Ramo A - Cross Piping DN 100	
L [mm]	1235	As built
Elbow 90 R/D 1.5	2	As built
Elbow 90 R/D 1.0	0	As built
TEE 100%	1	As built
Expansion Joints	0	As built
Reducer	0	As built
Valves	0	As built
Equip. No.	33	
Name	CROSS A	
Method	2	
Pipe diameter mm	102.26	
Pipe Length m	1.235	
Roughness factor m	4.57E-05	
Pressure drop bar	0.0077	
Reynolds # vap	121346.6797	
Fric factr vap	0.0197	
Avg density kg/m3	2.2603	
Calc. Velocity m/sec	21.5344	
DP friction bar	0.0077	
Output press. bar	5.9923	
Thermal Mode	2	
DP/100ft- psi	0.447	
Gas Flow kg/s	0.4	
Gas Density kg/m3	2.2603	
Gas Viscosity N-s/m2	4.10E-05	

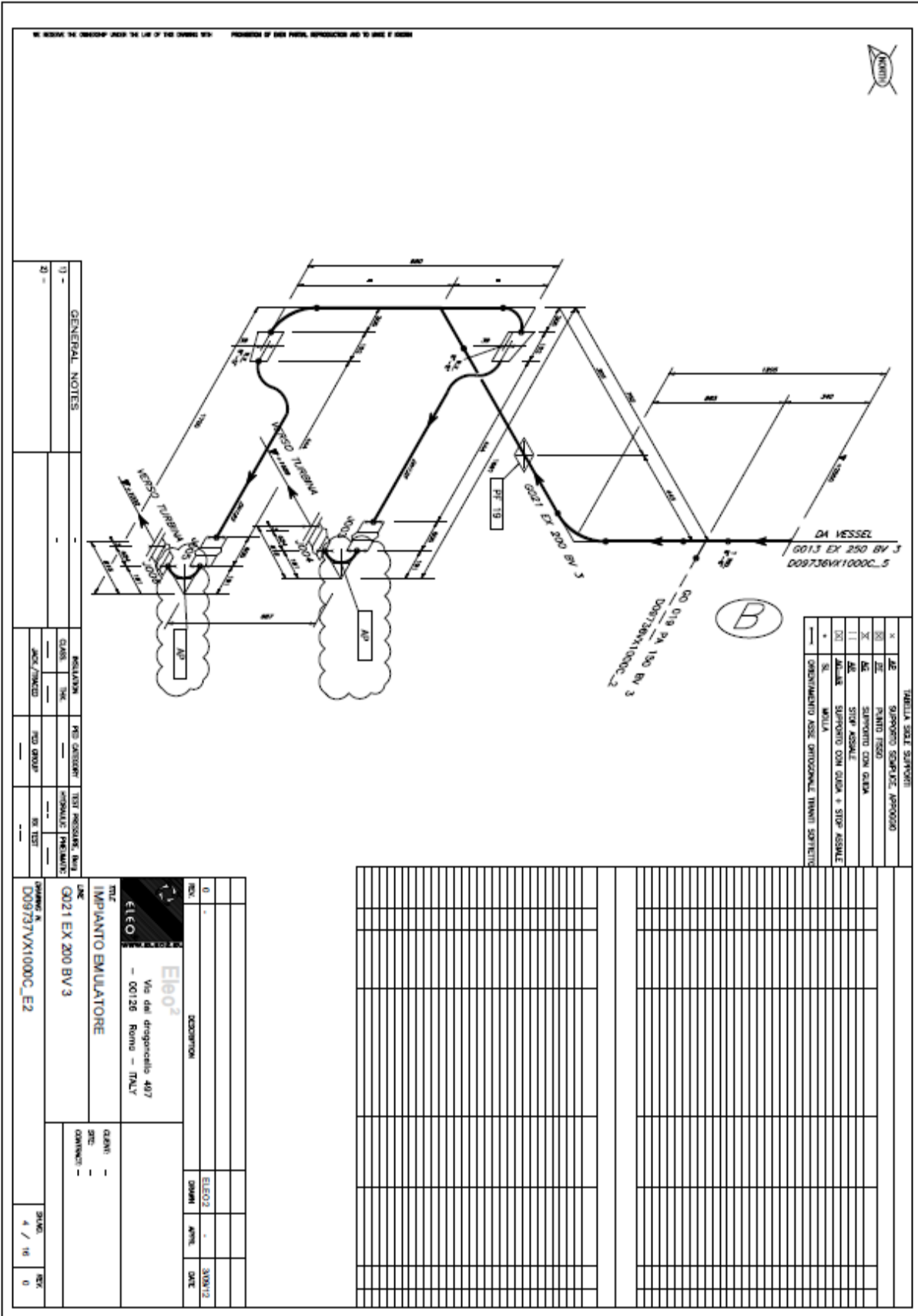
Ambient temp C	20	
EL. fittings m	6.381	
Total ELength m	7.616	
Elbow 90 deg- R/D = 1.5	2	
Tee 100% flow-thr run	1	
Reducer	1	
Heat loss kJ/s	-0.2003	
Iteration mass rate (kg/s)	0.4	
Friction fac. model	1	
Incl. expansion fac.	1	
Pipe wall thickness (mm)	6.02	
No of insul layer	2	
Thk of Insul 1 mm	25	Materasso Insulfrax S 160 kg/m3 25 mm
Thk of Insul 2 mm	25	Materasso Insulfrax S 160 kg/m3 25 mm
Pipe wall cond W/m-K	24.9	
Cond of insul 1 W/m-K	0.081	
Cond of insul 2 W/m-K	0.019	
Inner surf temp of 1st (C)	649.1107	
Outer surf temp of 1st (C)	71.2089	
U of 1st segm W/m2-K	0.8015	
Ambt resi of 1st (m2-K/W)	0.1014	
Wall&insul resi of 1st (m2-K/W)	1.1444	
Inner resi of 1st (m2-K/W)	0.0018	
Ramo B - Cross Piping DN 100		
Description	100	
Fluid item	PA	
Fluid	Process Air	
Operating pressure [bar a]	4	
Max. operating pressure [bar a]	4	
Operating temperature [°C]	600	
Design pressure [bar a]	6	
Design temperature [°C]	650	
DN	100	
Piping class	BV	Stabilised stainless steel (AISI 321H)
Piping finish	2	Modificato a personal protection
Name	Ramo B - Cross Piping DN 100	
L [mm]	1733	As built
Elbow 90 R/D 1.5	2	As built
Elbow 90 R/D 1.0	0	As built
TEE 100%	1	As built
Expansion Joints	0	As built
Reducer	0	As built
Valves	0	As built
Equip. No.	32	

Name	CROSS B
Method	2
Pipe diameter mm	102.26
Pipe Length m	1.733
Roughness factor m	4.57E-05
Pressure drop bar	0.0051
Reynolds # vap	121346.6797
Fric factr vap	0.0197
Avg density kg/m3	2.2603
Calc. Velocity m/sec	21.5344
DP friction bar	0.0051
Output press. bar	5.9949
Thermal Mode	2
DP/100ft- psi	0.447
Gas Flow kg/s	0.4
Gas Density kg/m3	2.2603
Gas Viscosity N-s/m2	4.10E-05
Ambient temp C	20
EL. fittings m	3.3132
Total ELength m	5.0462
Elbow 90 deg- R/D = 1.0	2
Elbow 90 deg- R/D = 1.5	1
Tee 100% flow-in branch	0
Heat loss kJ/s	-0.2811
Iteration mass rate (kg/s)	0.4
Friction fac. model	1
Incl. expansion fac.	1
Pipe wall thickness (mm)	6.02
No of insul layer	2
Thk of Insul 1 mm	25
Thk of Insul 2 mm	25
Pipe wall cond W/m-K	24.9
Cond of insul 1 W/m-K	0.081
Cond of insul 2 W/m-K	0.019
Inner surf temp of 1st (C)	649.1107
Outer surf temp of 1st (C)	71.2089
U of 1st segm W/m2-K	0.8015
Ambt resi of 1st (m2-K/W)	0.1014
Wall&insul resi of 1st (m2-K/W)	1.1444
Inner resi of 1st (m2-K/W)	0.0018

Materasso Insulfrax S 160 kg/m3 25 mm
Materasso Insulfrax S 160 kg/m3 25 mm

Description	Scarico fumi gen. vapore	
Fluid item	EX	
Fluid	Exhaust	
Operating pressure [bar a]	1	
Max. operating pressure [bar a]	1	
Operating temperature [°C]	200	
Design pressure [bar a]	1	
Design temperature [°C]	250	
DN	250	
Piping class	x	
Piping finish	3	Thermal insulation
Name	x	
L [mm]	8400	As built
Elbow 90 R/D 1.5	1	As built
Elbow 45 R/D 1.5	3	As built
Valves	0	As built
Reducer	0	As built
Equip. No.	x	
Name	x	
Method	x	
Pipe diameter mm	x	Da definire in opera
Pipe Length m	8.4	
Thk of Insul 1 mm	50	Materasso U Tech Wired mat 6.0 N 50 mm

SCHEDE GRAFICHE LINEE



GENERAL NOTES

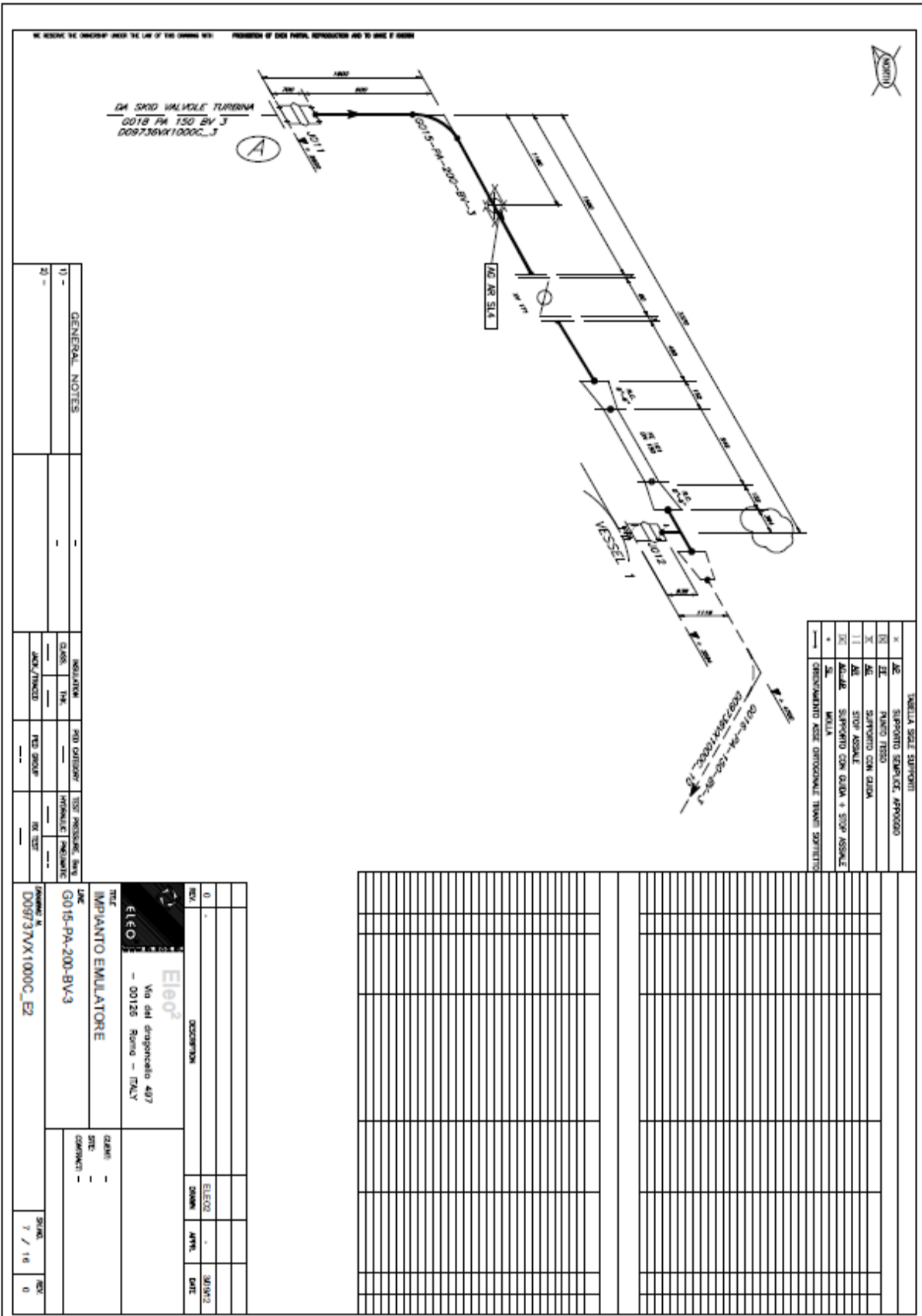
1) -	INSTALLAZIONE	PER CATEGORIA	TEST PRESSURIZ. 100%
2) -	CLASSE	500	IPERSONALE PRESURIZ.
3) -	ACC./FINCANTO	NO	SI TEST

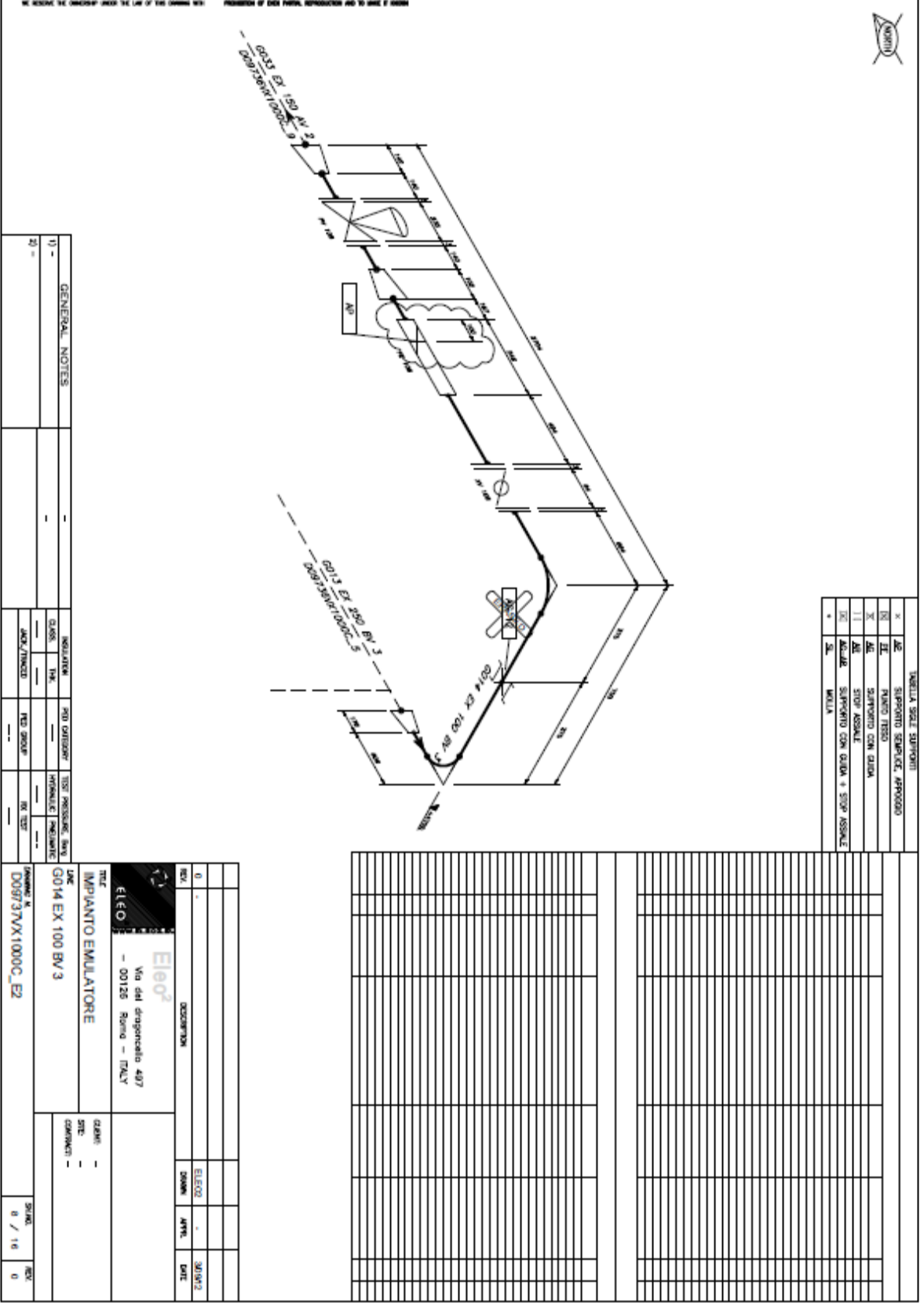
TABELLA SELE. SCOPERTI

X	JA	SUPPLEMENTO SCOPERTI	0000000
X	SE	PIANTO FISSO	
X	AG	SUPPLEMENTO CON CABA	
X	AL	STOP ASSIEME	
X	AA	SUPPLEMENTO CON CABA + STOP ASSIEME	
X	SA	MANICA	

0	DESCRIPTION	ELE02	APPL	DATE
1	DESCRIPTION	0201	APPL	DATE
2	DESCRIPTION	0202	APPL	DATE
3	DESCRIPTION	0203	APPL	DATE
4	DESCRIPTION	0204	APPL	DATE
5	DESCRIPTION	0205	APPL	DATE
6	DESCRIPTION	0206	APPL	DATE
7	DESCRIPTION	0207	APPL	DATE
8	DESCRIPTION	0208	APPL	DATE
9	DESCRIPTION	0209	APPL	DATE
10	DESCRIPTION	0210	APPL	DATE

Eleo2
 Via del drogoncello 407
 - 00126 Roma - ITALY
Eleo2
 IMPIANTO EMULATORE
 Q021 EX 200 BV 3
 CANTIERE N. D09737VX1000C_E2
 SCALE 4 / 16
 REV 0





GENERAL NOTES

1 -	INSULATION	500 kV/CLASS	TEST PRESSURE SWG
2 -	CLASS	10k	HYPERBOLIC PRESURIZED
	APPL/THICK	FEI GROUP	IN TEST

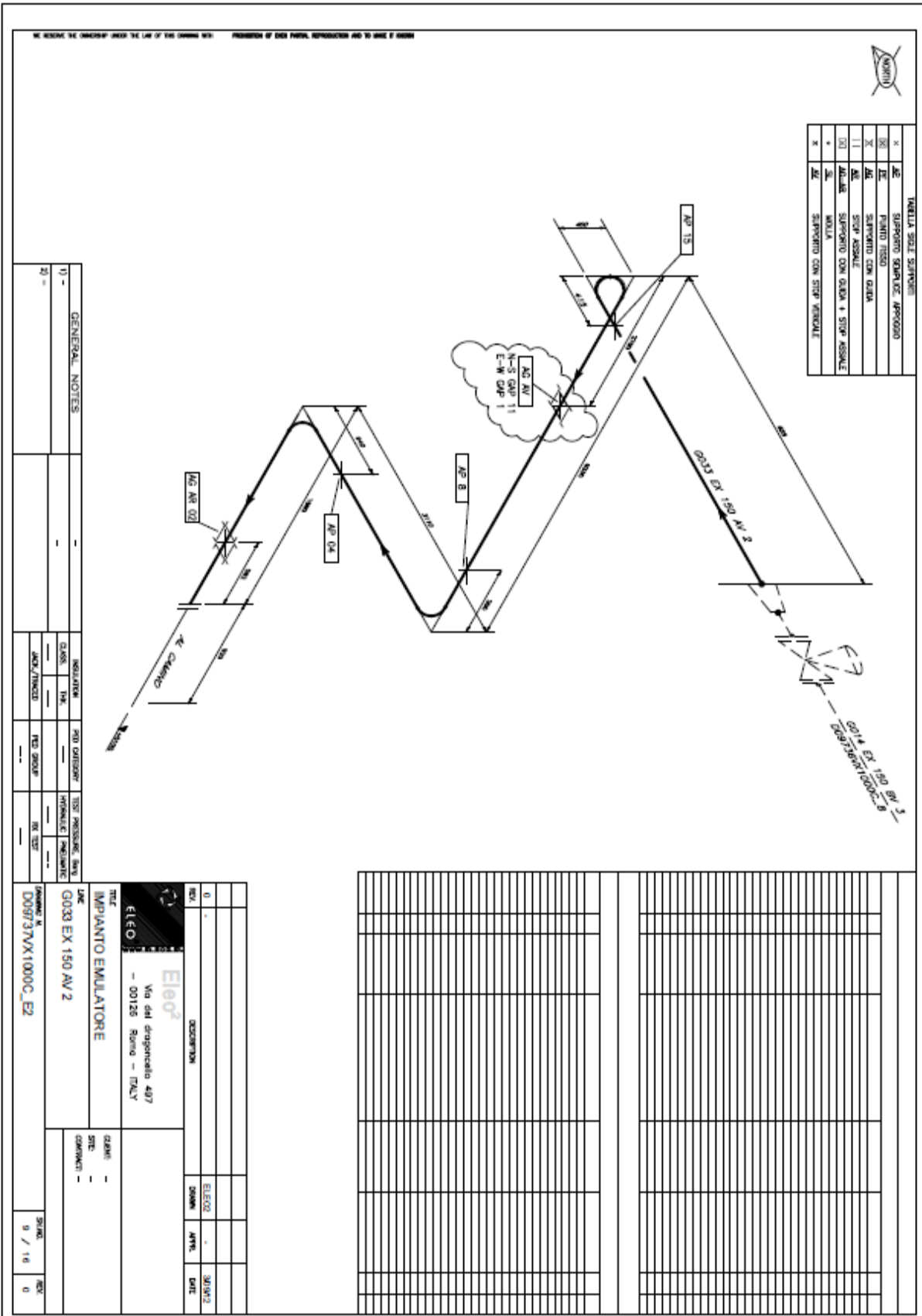
REV	0	DESCRIPTION	ELECO	DATE	30/09/2
REV	1	DESCRIPTION	SHAW	DATE	
REV	2	DESCRIPTION	APPL	DATE	
REV	3	DESCRIPTION		DATE	
REV	4	DESCRIPTION		DATE	
REV	5	DESCRIPTION		DATE	
REV	6	DESCRIPTION		DATE	
REV	7	DESCRIPTION		DATE	
REV	8	DESCRIPTION		DATE	
REV	9	DESCRIPTION		DATE	
REV	10	DESCRIPTION		DATE	
REV	11	DESCRIPTION		DATE	
REV	12	DESCRIPTION		DATE	
REV	13	DESCRIPTION		DATE	
REV	14	DESCRIPTION		DATE	
REV	15	DESCRIPTION		DATE	
REV	16	DESCRIPTION		DATE	
REV	17	DESCRIPTION		DATE	
REV	18	DESCRIPTION		DATE	
REV	19	DESCRIPTION		DATE	
REV	20	DESCRIPTION		DATE	

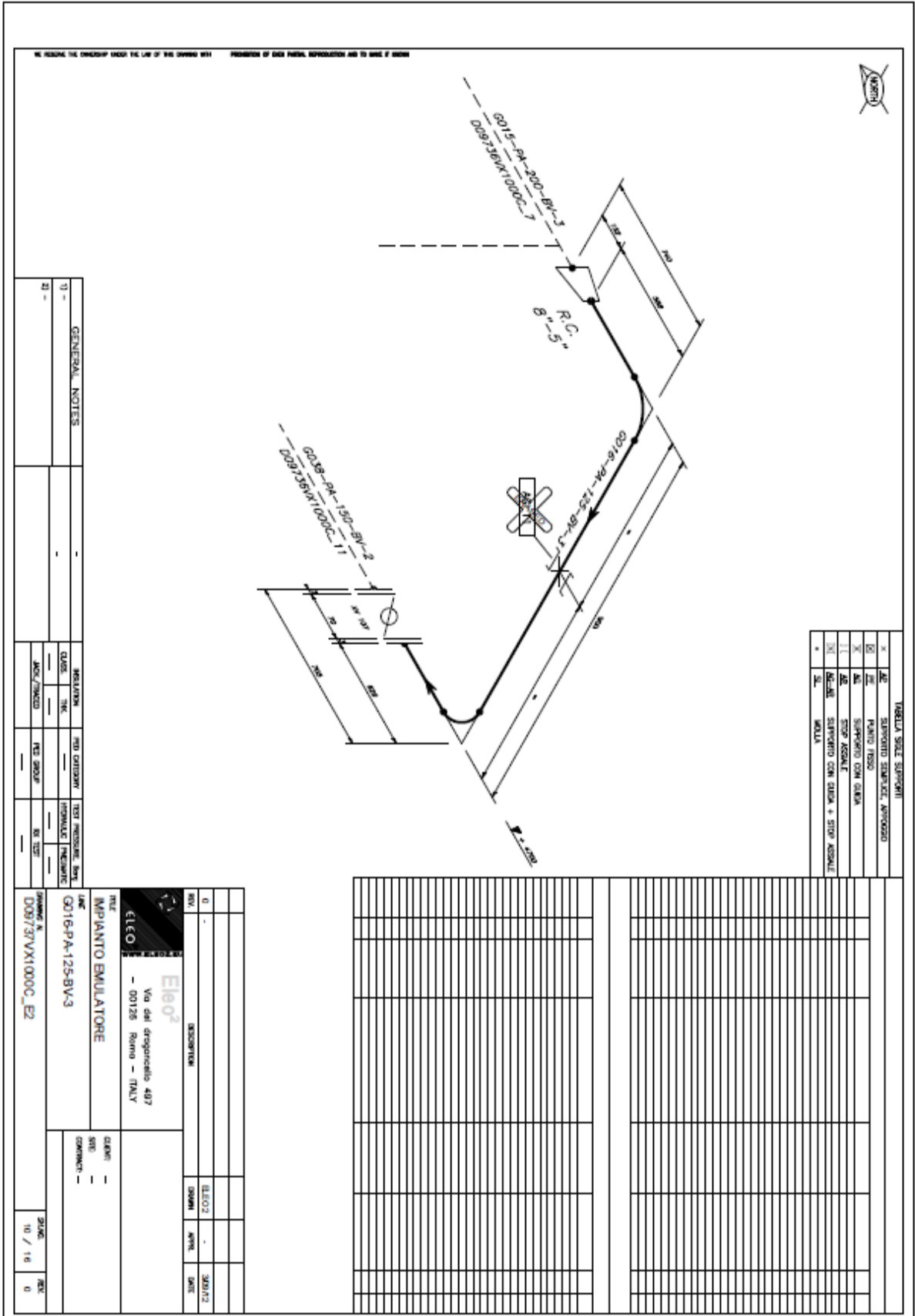
TITLE: IMPIANTO EMULATORE
 LINE: G014 EX 100 BY 3
 DRAWING N: D0873VX1000C_E2
 SCALE: 0 / 16
 REV: 0

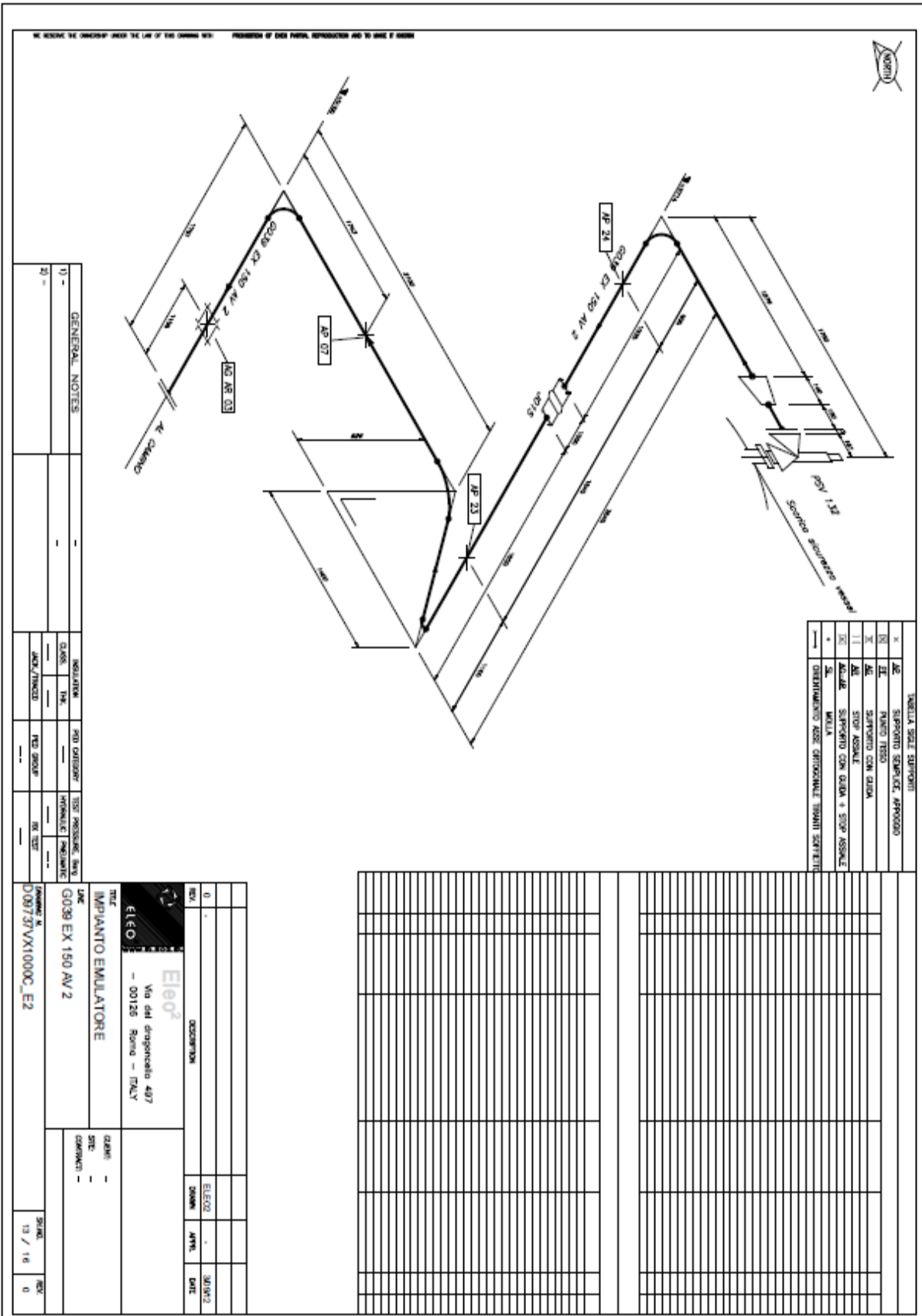
Eleco²
 Via del dragonecello 497
 - 00125 Roma - ITALY

TABELLA SEGLI SUPPORTI

x	SE	SUPPORTO SENZA CEE APPROVATO
1	SE	PUNTO TESTO
1	SE	SUPPORTO CON GUAIA
1	SE	SUP ASSAL
1	SE	SUPPORTO CON GUAIA + SUP ASSAL
1	SE	MOULI







GENERAL NOTES

1 -

2 -

INSULATION	RED COATING	TEST PRESSURE (kPa)
CLASS. 10k		HYDRAULIC RESISTANCE
APC/THICK	RED GROUP	IN TEST

TABELLA SELE. SUPPORTI

x	AP	SUPPORTO SENSIBILE APPROCCIO
IN	II	PIANO FISSO
x	AP	SUPPORTO CON GUIDA
IN	II	SUP. ASSUEL.
IN	AP	SUPPORTO CON GUIDA + SUP. ASSUEL.
x	AP	VALIGIA
x	AP	ORIGINESE CON SUPPORTI TRAMINI SOTTILI

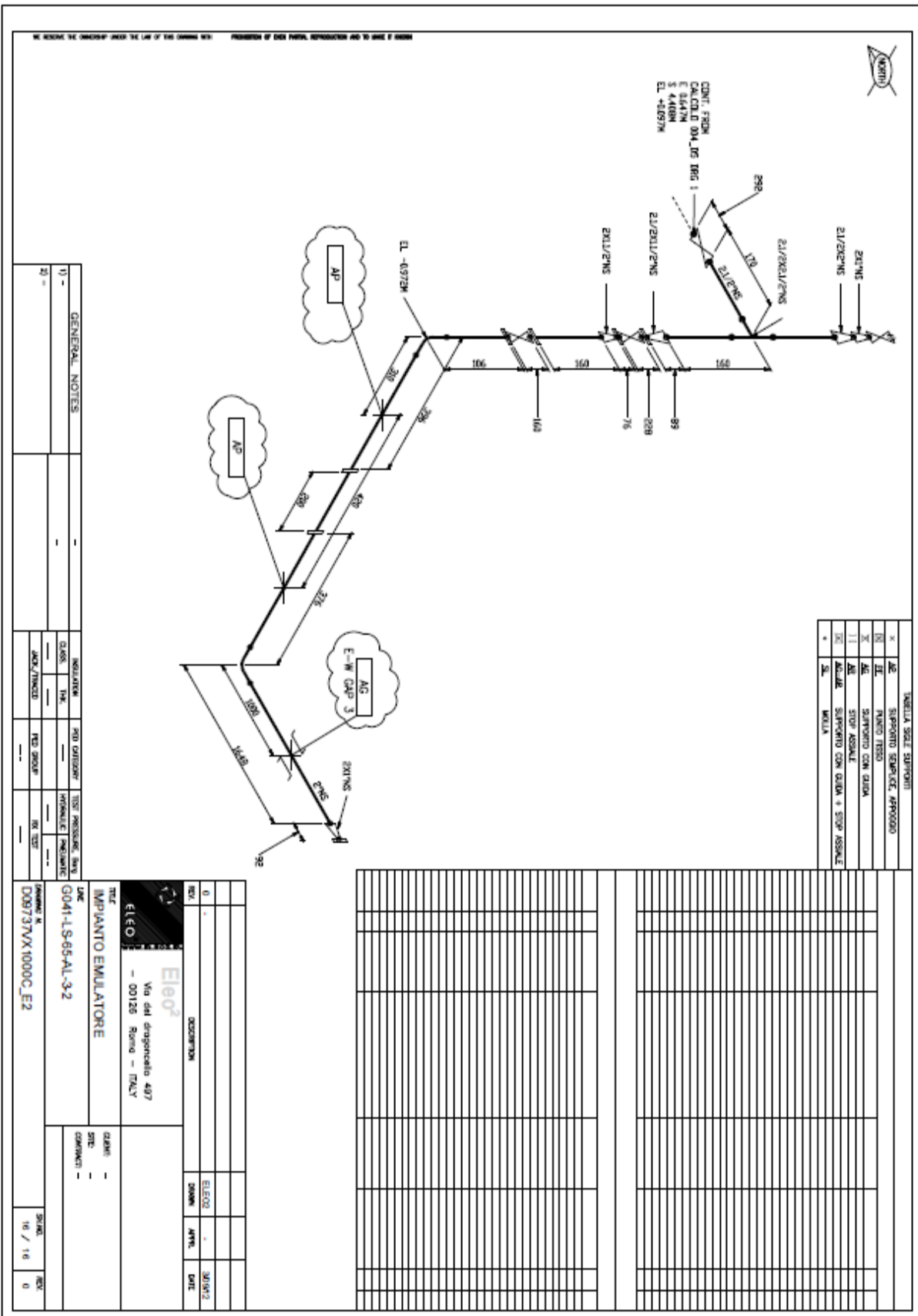
REV	0	DESCRIPTION	DATE
REV	1	DESCRIPTION	DATE
REV	2	DESCRIPTION	DATE
REV	3	DESCRIPTION	DATE
REV	4	DESCRIPTION	DATE
REV	5	DESCRIPTION	DATE
REV	6	DESCRIPTION	DATE
REV	7	DESCRIPTION	DATE
REV	8	DESCRIPTION	DATE
REV	9	DESCRIPTION	DATE
REV	10	DESCRIPTION	DATE
REV	11	DESCRIPTION	DATE
REV	12	DESCRIPTION	DATE
REV	13	DESCRIPTION	DATE
REV	14	DESCRIPTION	DATE
REV	15	DESCRIPTION	DATE
REV	16	DESCRIPTION	DATE
REV	17	DESCRIPTION	DATE
REV	18	DESCRIPTION	DATE
REV	19	DESCRIPTION	DATE
REV	20	DESCRIPTION	DATE

Eleco²
 Via del dragonecchio 497
 - 00125 Roma - ITALY
 ELECO

IMPIANTO EMULATORE
 LINEE
 G0399 EX 150 AV 2
 D0973VX1000C_E2

DRAWING N.
 D0973VX1000C_E2

SCALE: 13 / 16
 REV: 0



GENERAL NOTES

1 -	INSULATION	900 OUTDOOR	100% PRESSURE SWG
2 -	CLASS	10k	HYDRAULIC PRESURIZED
	APPL./THICK	TRD GROUP	IN TRD

TABELLA SEGL. SUPPORTI

X	SE	SUPPORTO SENSIBILE APPROVATO
X	SE	PIANO TERZO
X	AG	SUPPORTO CON QUADRO
X	AG	SUPP. ASSIEME
X	AG	SUPPORTO CON QUADRO + SUPP. ASSIEME
X	SE	MOULI

IMPIANTO EMULATORE

Eleo²
Via del dragonecchio 497
- 00125 Roma - ITALY

REV.	DESCRIPTION	ELECO	DRAMA	APPL.	DATE
0					30/09/2

SCALE: 10 / 10

SCHEDE TECNICHE MATERIALI ISOLANTI



Scheda tecnico-commerciale

U TECH WIRED

MAT 6.0 N



Scheda tecnico commerciale Materasso U Tech Wired Mat 6.0 N



Materasso su rete metallica costituito da un'innovativa ed esclusiva lana minerale ULTIMATE.

APPLICAZIONE

Isolamento termico e acustico per applicazioni industriali, specialmente dove sono presenti alte temperature di esercizio e pesi contenuti.

VANTAGGI

- Isolamento termico e acustico
- Euroclasse al fuoco A1
- Leggerezza
- Temperatura di servizio elevata 650°C
- Comfort di utilizzo

INDICAZIONI DI STOCCAGGIO

Il prodotto deve essere immagazzinato al coperto, in ambienti ben ventilati e lontano da fonti di calore dirette.

Caratteristica	Valore	Unità di misura	Norma di riferimento
Classe di reazione al fuoco	A1	-	EN 13501-1
Temperatura massima di servizio	500Pa	620 °C	EN 14706
Temperatura massima di servizio	250Pa	650 °C	EN 14706
Resistività al flusso d'aria	70	kPa·s/m ³	EN 29053
Assorbimento acustico	1,00	αw	EN ISO 11654
Conduttività termica dichiarata ΔD	10°C	0,030 W/mK	EN 12667
Conduttività termica dichiarata ΔD	50°C	0,035 W/mK	EN 12667
Conduttività termica dichiarata ΔD	100°C	0,040 W/mK	EN 12667
Conduttività termica dichiarata ΔD	150°C	0,047 W/mK	EN 12667
Conduttività termica dichiarata ΔD	200°C	0,054 W/mK	EN 12667
Conduttività termica dichiarata ΔD	300°C	0,072 W/mK	EN 12667
Conduttività termica dichiarata ΔD	400°C	0,096 W/mK	EN 12667
Conduttività termica dichiarata ΔD	500°C	0,126 W/mK	EN 12667
Conduttività termica dichiarata ΔD	600°C	0,162 W/mK	EN 12667

I materassi ULTIMATE hanno una lunghezza standard di 1,2 m con taglio centrale a 0,8m

Spessore (mm)	Dimensioni (m)	m ² /pallet	Spessore (mm)	Dimensioni (m)	m ² /pallet
30	1,2 x 10	216	70	1,2 x 4,3	92,88
40	1,2 x 7,5	162	80	1,2 x 3,7	79,92
50	1,2 x 6,0	129,6	100	1,2 x 3,0	64,80
60	1,2 x 5,0	108	120	1,2 x 2,5	54,00

CODICE: STC 232
REVISIONE: 00
DATA: Marzo 2012

Prodotto commercializzato da Saint-Gobain PPC Italia S.p.A. - Attività Isover. Fabbricato da Saint-Gobain Lubz.
Il sistema qualità della Saint-Gobain PPC Italia è certificato secondo EN ISO 9001: 2008 - EN ISO 14001: 2004 - OHSAS 18001 : 2007
Per quanto riguarda la marcatura CE, questo prodotto isolante è conforme alla direttiva 89/106/CE, recepita dal DPR 246 del 21/4/1993 in base alle norme EN 14303 e EN 13172. I dati CE riportati in questa scheda tecnico-commerciale sono quelli richiesti per l'isolamento termico delle applicazioni industriali dalla norma EN 14303 e comuni a tutte le applicazioni. I dati indicati nella scheda, ad esclusione di quelli richiesti dalla marcatura CE, non sono tassativi e Saint-Gobain PPC Italia S.p.A. può, senza particolare segnalazione, modificarli.
L'effettuazione delle forniture è subordinata alle nostre possibilità di produzione. Saint-Gobain PPC Italia S.p.A. si riserva il diritto di apportare in ogni momento e senza preavviso modifiche di qualsivoglia natura, nonché di cessare la commercializzazione.



Saint-Gobain PPC Italia S.p.A. - Attività Isover
Sede Legale: Via Ettore Romagnoli, 6 - 20146 Milano Customer Service Isover Saint-Gobain Tel. + 39 0363 318 400 - Fax. + 39 0363 318 337
www.isoover.it

Materassini Insulfrax® S



**Iniziate subito a risparmiare energia.
Contattate il Vostro distributore locale.**

Unifrax Italia

T: +39 0296701808 F: +39 029625721

www.unifrax.com



U-210 IT
Rev: 1 Jul 10
Page 1 of 2

DESCRIZIONE

I materassini Insulfrax S sono prodotti agugliati di peso leggero realizzati da lane di silicati alcalino-terrosi Insulfrax che garantiscono soluzioni efficienti per una gamma di problemi legati all'isolamento termico. I materassini Insulfrax S sono completamente inorganici per assicurare resistenza, flessibilità e caratteristiche termiche in molti ambienti di lavoro, senza l'emissione di fumi o vapori. Disponibili in una vasta gamma di combinazioni di densità e spessori, i materassini Insulfrax S possono essere usati in una ampia gamma di applicazioni e sono adatte in modo particolare all'utilizzo in coperture ad alta temperatura e scudi termici.

CARATTERISTICHE GENERALI

I materassini Insulfrax S hanno le seguenti caratteristiche principali:

- Stabilità alle alte temperature (fino a 1200°C)
- Resistenza agli shock termici
- Buona resistenza alla manipolazione
- Eccellente flessibilità
- Buon assorbimento acustico

APPLICAZIONI PRINCIPALI

- Rivestimenti per condutture di impianti di produzione e cogenerazione energetica
- Protezione passiva dal fuoco
- Isolamento tubazioni, condutture e carniri
- Scudi termici
- Isolamento rivestimento stampi

Qualsiasi uso nuovo allo spedale di questi prodotti, elettrico o meno tra le nostre applicazioni, deve essere sottoposto al nostro reparto tecnico per una previa approvazione scritta.



PARAMETRI DI PRODOTTO PRINCIPALI

Materassini Insulfrax S	
Analisi Chimiche Pinncipali (% peso)	
SiO ₂	61.0 - 67.0
CaO	27.0 - 33.0
MgO	2.5 - 6.5
Al ₂ O ₃	<1.0
Fe ₂ O ₃	<0.6
Caratteristiche Fisiche	
Colore	Bianco
Classe Termica (°C) *	1200
Punto di Fusione (°C)	>1.330
Diametro Medio Delle Fibre (micron)	
1200 °C	3.0
Riduzione Lineare Permanente (% Stabile per 24 ore	
1200 °C	1.0
Densità (kg/m³)	
	64 96 128 160
Conduttività Termica (W/mK)	
Temperatura Media	
400 °C	0.12 0.11 0.10 0.09
600 °C	0.18 0.17 0.16 0.15
800 °C	0.27 0.26 0.23 0.21
1000 °C	0.43 0.36 0.31 0.29
Resistenza Alle Trazione (MPa)	
	30 50 70 90

* La classe termica non definisce il tipo operativo di questi prodotti, soprattutto quando è importante la stabilità fisica o dimensionale a lungo termine. In certe applicazioni la temperatura limite di impiego in continuo potrebbe essere considerevolmente ridotta. Per resistenza o deterioramento l'Ufficio Tecnico Insulfrax gli viene. Dove possibile le caratteristiche fisiche sono state misurate secondo la norma EN 3024-1.

Le informazioni contenute in questa scheda sono solo a scopo illustrativo e non originano alcun obbligo contrattuale. Ulteriori informazioni e consigli su dettagli specifici dei prodotti descritti devono essere ottenute per iscritto da una società della Insulfrax Corporation (Insulfrax España, Insulfrax France, Insulfrax GmbH, Insulfrax Italia, Insulfrax Limited, Insulfrax s.r.l.). Insulfrax si riserva il diritto di variare le descrizioni del prodotto senza alcun preavviso. Si prega quindi sempre di chiedere la responsabilità di assicurare che i materiali Insulfrax siano adatti allo scopo per cui vengono utilizzati. In modo analogo, nel caso il cliente usi materiali non prodotti nei nomi da Insulfrax, direttamente o al posto di materiali Insulfrax, dovrà assicurare che tutti i dati tecnici e le altre informazioni relative ai materiali siano stati ottenuti dal produttore o fornitore. Insulfrax non accetta alcuna responsabilità derivante dall'uso di tali materiali. Tutte le vendite fatte dalla Insulfrax Corporation sono soggette a termini e condizioni di vendita di base sociali, copie delle quali sono disponibili su richiesta.

DISPONIBILITÀ

Spessore (mm)	64	96	128	160	Lunghezza rotolo (m)
13	✓	✓	✓	✓	14.64
25	✓	✓	✓	✓	7.32
38	✓	✓	✓	✓	5.00
50	✓	✓	✓	✓	3.66

Le larghezze standard del rotolo è 610 mm o 1210 mm. Sono disponibili su richiesta altri spessori / dimensioni con un ordine minimo. Versioni con fogli di alluminio e altri rivestimenti sono disponibili su ordinazione.

INFORMAZIONI DI MANIPOLAZIONE

È stata realizzata una Scheda Tecnica di Sicurezza del Materiale che riporta caratteristiche sanitarie, ambientali e di sicurezza di questo prodotto, identificando potenziali pericoli e fornendo consigli sulle precauzioni da adottare durante la manipolazione e sulle procedure di emergenza. Deve essere consultata e compresa perfettamente prima di maneggiare, stoccare o usare il prodotto.

Fornito da:



SCHEDA TECNICA DI SICUREZZA DEI MATERIALI (STSM)
(EUROPEA)

STSM N. 2001 **Revisione 26** n conformità alle direttive (EC) N. 1907/2006 ed (EC) N. 1272/2008
Data di pubblicazione: 16 Aprile 1998 **Data ultima revisione: 14.10.2011**

1. IDENTIFICAZIONE DEI PRODOTTI E DEL PRODUTTORE

IDENTIFICAZIONE DEI PRODOTTI

MARCHIO DI FABBRICA: *Insulfrax* **DENOMINAZIONE:** LANE MINERALI (AES)

Fibre alcalino alcalinoterrose (Lane AES)

Il prodotto summenzionato contiene lane silico-alcalinoterrose (lane AES)

Numero di indice: 650-016-00-2 Allegato VI

Numero CAS: 436083-99-7

Numero di registrazione: 01-2119457644-32-xxxx

USO DEL PRODOTTO

Può essere utilizzato in applicazioni per l'isolamento termico, gli schermi termici, per il contenimento del calore, per guarnizioni e giunti di dilatazione in focolari industriali, altiforni, fomi, caldaie ed altre attrezzature di processo inoltre viene utilizzato nei settori aerospaziale, automobilistico e degli elettrodomestici, impianti di protezione antincendio ed estintori. (Per maggiori informazioni si prega far riferimento alla relativa scheda tecnica).

1.3 IDENTIFICAZIONE DEL PRODUTTORE/FORNITORE

GERMANIA Unifrax GmbH
Postfach 16 01 62
D-40564 Dusseldorf
Germania
Tel: + 49 (0) 211 9986 0
Fax: + 49 (0) 211 9986 164

REGNO UNITO Unifrax Limited
Mill Lane, Rainford
St Helens, Merseyside
WA11 8LP
Tel: + 44 (0) 1744 88 7600
Fax: + 44 (0) 1744 9916

FRANCIA Unifrax France
17, Rue Antoine Durafour
42420 Lorette, Francia
Tel: + 33 (0) 4-77737000
Fax: + 33 (0) 4-77733991

CONTATTI COMMERCIALI

SPAGNA Unifrax Spain
Cristobal Bordiu 20
Madrid 28003
Spagna
Tel: + 34 91 395 2279
Fax: + 34 91 395 2124

ITALIA Unifrax Italia Srl
Via Volonterio 19
Saronno (Va) 21047
Italia
Tel: + 39 02 967 01 808
Fax: + 39 02 962 5721

SDS.2001 Rev 26
Ultima Rev: 14.10.11

1di11



Numeri da contattare in caso d'emergenza

Igiene del lavoro e CARE: Tel: + 44 (0) 1744 887603. Fax: + 44 (0) 1744 886173
 E-mail: reachsds@unifrax.co.uk
 Lingua: inglese
 Orari d'apertura: solo disponibile durante gli orari d'ufficio

2. IDENTIFICAZIONE DEI PERICOLI

CLASSIFICAZIONE DELLA SOSTANZA / MISCELA
 Non applicabile

ELEMENTI DI ETICHETTATURA
 Non applicabile

ALTRI PERICOLI CHE NON RISULTANO NELLA CLASSIFICAZIONE

Le fibre **INSULFRAX** possono provocare una leggera irritazione meccanica alla pelle, agli occhi ed alle alte vie respiratorie. Tali effetti sono normalmente temporanei.
 Preesistenti malattie respiratorie e della pelle come dermatiti, asma o dei polmoni, possono aggravarsi con l'esposizione

3. COMPOSIZIONE / INFORMAZIONI SUGLI INGREDIENTI

COMPONENTI	NUMERO CAS	SIMBOLO	FRASE DI RISCHIO	
Fibre alcalino alcalinoterrose	436 083 99 7	-	-	

COMPOSIZIONE

INSULFRAX è una fibra silicato alcalino terrosa contenente (AES)* contenente (SiO₂) 60 – 70% e un (CaO + MgO) del 30 – 40%.

* Definizione di CAS: silicato terroso alcalino (AES) consistente di silice (50-82% in peso), ossidi di calcio e magnesio (18-43% in peso), ossidi di alluminio, di titanio e di zirconio (meno del 6 % in peso), e tracce di ossidi.

Nessuno dei componenti è radioattivo secondo i termini della Direttiva Europea Euratom 96/29.

DESCRIZIONE

*I prodotti **INSULFRAX** sono disponibili sotto forma di: fiocchi, materassini, carte, feltri, lastre, sagomati, moduli, cementi, rivestimenti, miscele e mastici. A seconda della forma del prodotto, potrebbero essere presenti altri ingredienti (vedere tabella che segue).*

Uso del prodotto

SDS.2001 Rev 26
 Ultima Rev: 14.10.11

2di11



Usato come isolante termico, riparo calore, contenimento di calore, guarnizioni e giunti d'espansione per temperature sino a 1200 °C in: fomi industriali, caldaie, impianti di processo, campo aerospaziale, automobilistico e industria elettrodomestica, antincendio passivo e tagliafuoco.

Non può essere venduto direttamente al pubblico è riservato al solo uso professionale.

4. MISURE DI PRONTO SOCCORSO

PELLE

La manipolazione di questo materiale può causare una leggera irritazione meccanica temporanea alla pelle. Se ciò si verifica, sciacquare accuratamente le parti interessate con acqua e lavarle delicatamente. Non strofinare o graffiare la pelle irritata.

OCCHI

In caso di contatto diretto con gli occhi sciacquare accuratamente le parti interessate, tenere a disposizione un bagno oculare. Non strofinare gli occhi.

NASO E GOLA

Se questi vengono irritati spostarsi in un'area aperta priva di polveri, bere acqua e soffiare abbondantemente il naso. Se i sintomi persistono rivolgersi al medico curante.

5. MISURE ANTINCENDIO

Prodotti non combustibili. Gli imballi possono essere combustibili.
Usare estintori adatti per imballi combustibili.

6. MISURE IN CASO DI FUORIUSCITA ACCIDENTALE

Dove si verificano anomale alte concentrazioni di polveri, dotare i lavoratori di adeguati dispositivi di protezione come descritto nella sezione 8.

Ripristinare la situazione di normalità nel più breve tempo possibile.
Prevenire la dispersione di ulteriori polveri umidificando ad esempio i materiali.
Raccogliere i pezzi di grande dimensione e utilizzare un aspirapolvere con filtro ad alta efficienza (HEPA).
Qualora si utilizzi una scopa, assicurarsi che l'area sia stata preventivamente bagnata.

Non usare aria compressa per la pulizia.
Non consentire colpi di vento.
Non gettare il prodotto nelle fogne.

Per lo smaltimento dei rifiuti consultare la sezione 13

7. MANIPOLAZIONE E STOCCAGGIO

MANIPOLAZIONE/ METODI PER RIDURRE L'EMISSIONE DI POLVERI DURANTE LE MANIPOLAZIONI

MANIPOLAZIONE

La manipolazione può essere all'origine di produzione di polveri.
Adottare metodologie lavorative che permettano di limitare le manipolazioni. Ogni volta che risulta possibile, le

SDS.2001 Rev 26
Ultima Rev: 14.10.11

3di11



manipolazioni dovranno essere effettuate in condizioni controllate (es: utilizzare sistemi di aspirazione).
In generale, la dispersione di polveri può essere facilmente ridotta in ambienti con buon livello di pulizia.

STOCCAGGIO

Mantenere il prodotto nel suo imballo originale in ambiente asciutto sino all'uso.
Usare sempre contenitori chiusi e recanti etichette visibili.
Evitare di danneggiare i contenitori.
Evitare emissione di polveri durante il disimballaggio.
I contenitori vuoti, che possono contenere residui, devono essere puliti prima dello smaltimento o del riciclaggio.

8. CONTROLLO DELL'ESPOSIZIONE / PROTEZIONE PERSONALE

Le norme d'igiene industriale e i limiti d'esposizione variano tra paesi e giurisdizioni locali. Controllare il livello di esposizione del vostro impianto e conformarsi alle normative locali. Qualora non vi siano norme d'igiene relative alle polveri o altre norme applicabili, un qualificato igienista industriale può esservi d'aiuto con una specifica valutazione del posto di lavoro suggerendo raccomandazioni per la protezione delle vie respiratorie. Di seguito sono riportati esempi di limiti di esposizione per lane minerali applicati (nel gennaio 2010) in paesi diversi:

CONTROLLI TECNICI

Rivedere le metodologie d'applicazione delle fibre considerando l'eventuale dispersione di polveri.

Ove possibile racchiudere le fonti di polveri e provvedere all'estrazione delle stesse.

Usare aspiratori che raccolgano le polveri alla fonte. Per esempio, tavole aspiranti, attrezzature per la manipolazione ed apparecchiature per il controllo delle emissioni.

Tenere pulito il posto di lavoro. Usare un aspirapolvere con filtro HEPA, evitare l'uso di aria compressa e di scope.

EQUIPAGGIAMENTI PROTETTIVI PERSONALI

PROTEZIONE DELLA PELLE

Indossare guanti ed indumenti non aderenti al collo ed ai polsi. Gli indumenti di lavoro vanno puliti prima di toglierseli (usare aspirapolveri e non aria compressa) al fine di rimuovere l'eccesso di fibre.

PROTEZIONE DEGLI OCCHI

Se necessario indossare maschere od occhiali muniti di coperture laterali.

PROTEZIONE DELLE VIE RESPIRATORIE

Per concentrazioni di polveri al di sotto dei limiti, maschere RPE non sono richieste, ma maschere FFP2 possono essere usate su base volontaria.

Per lavori di breve durata, quando le concentrazioni sono al di sotto di dieci volte il limite, usare maschere FFP2.

In caso di alte concentrazioni o quando la concentrazione non è nota, chiedere consiglio alla società e/o al fornitore.

INFORMAZIONI E FORMAZIONE DEI DIPENDENTI

I lavoratori devono essere addestrati alle buone regole di lavoro ed informati circa le regolamentazioni vigenti.

CONTROLLI AMBIENTALI ALLE ESPOSIZIONI

Fare riferimento agli standard locali, nazionali o europei per rilascio in aria, in acque, nel suolo.

Per i rifiuti fare riferimento alla sezione 13.



9. PROPRIETA' FISICO-CHIMICHE

ASPETTO	Fibra bianca	COEFFICIENTE DI RIPARTIZIONE	Non applicabile
PUNTO DI EBOLLIZIONE	Non applicabile	ODORE	None
PUNTO D'INFIAMMABILITÀ	Non applicabile	PUNTO DI FUSIONE DELLE FIBRE	> 1200° C
AUTOINFIAMMABILITÀ	Nessuna	INFIAMMABILITÀ	Non applicabile
PROPRIETÀ OSSIDANTI	Nessuna	PROPRIETÀ ESPLOSIVE	Nessuna
DENSITÀ RELATIVA	50-240 kg/m ³	PRESSIONE VAPORE	Non applicabile
SOLUBILITÀ	Inferiore a 1 mg/l	pH	Non applicabile
DIAMETRO MEDIO GEOMETRICO PONDERATO RISPETTO ALLA LUNGHEZZA DELLE FIBRE CONTENUTE NEL PRODOTTO		1,9 - 6 µm	

10. STABILITA' E REATTIVITA'

CONDIZIONI DA EVITARE: NON APPLICABILE

MATERIALI DA EVITARE: NON APPLICABILE

PRODOTTI DI DECOMPOSIZIONE

Dopo uso per periodi prolungati a temperature superiori ai 900 °C, in questi materiali amorfi, sulla matrice vitrea, possono formarsi varie fasi di cristallizzazione, compresa la cristallizzazione della silice. Per ulteriori informazioni fare riferimento alla sezione 16.

11. INFORMAZIONI TOSSICOLOGICHE

PROPRIETA' IRRITANTI

Testate, secondo metodi approvati (Direttiva 67/548/EC, appendice V, metodo B4), queste fibre danno risultati negativi. Tutte le fibre minerali sintetiche, come alcune fibre naturali, possono produrre una leggera irritazione che provoca prurito o, raramente in individui più sensibili, un lieve rossore. Diversamente da altre reazioni di irritazione non sono il risultato di un'allergia o di un danno chimico alla pelle, ma sono causate da effetti meccanici.

DATI RELATIVI AD ESPERIMENTI SU ANIMALI

Queste fibre sono state studiate per permettere una rapida clearance dei tessuti polmonari e la loro bassa biopersistenza è stata confermata in molti test usando il protocollo EU ECB/TM/27(rev.7) e il metodo tedesco specificato nel TEGS 905 del 1999. Se inalate, anche ad alte dosi, non si accumulano ad alcun livello capace di produrre seri effetti biologici. Nei test di emivita non sono stati riscontrati effetti diversi da quelli riscontrati nei test delle polveri inerti. Nei test subcronici, effettuati alle più alte concentrazioni possibili, alla peggio si è riscontrata una leggera e transitoria infiammazione. Fibre con la stessa capacità di penetrare nei tessuti polmonari non producono tumori quando iniettate nelle cavità peritoneali dei topi.



12. INFORMAZIONI ECOLOGICHE

Questi prodotti sono materiali inerti che rimangono stabili nel tempo.
Non si registrano effetti nocivi, provocati da questi prodotti, sull'ambiente.

13. DISCARICA

Le fibre AES sono da considerarsi come rifiuto speciale, che può essere conferito a discarica controllata. Fare riferimento alla lista europea (Decisione N° 2000/532/CE e sue modifiche) per identificare il numero appropriato ed assicurarsi che i regolamenti nazionali e/o regionali siano conformi.
Bisogna tenere in considerazione che durante l'uso vi possono essere delle contaminazioni, consultare degli esperti.
Questo rifiuto, a meno che non sia bagnato, è polveroso pertanto va conferito in contenitori sigillati ed etichettati.
In alcune discariche autorizzate, questi rifiuti vengono trattati in modo che, un immediato intervento, eviti la diffusione delle polveri in caso di forte vento. Controllare che i regolamenti nazionali e/o regionali siano in conformità.

14. TRASPORTO

Non classificati come materiali pericolosi dai regolamenti internazionali dei trasporti (ADR, RID, IATA, IMDG Vedi Sezione 16 "Definizioni").

Assicurarsi che le polveri non vengano disperse dal vento durante il trasporto.

15. REGOLAMENTAZIONI

1. DEFINIZIONE DEL TIPO DI FIBRA AI SENSI DELLA DIRETTIVA 67/548/CEE

Secondo la Direttiva 67/548/CEE, la fibra contenuta in questo prodotto è una lana minerale appartenente al gruppo delle "fibre sintetiche vetrose (silicati) con orientamento casuale con contenuto di ossido alcalino terroso ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{BaO}$) superiore al 18% in peso".

In base ai criteri elencati nella nota Q della Direttiva 67/548/CEE, le fibre contenute nei prodotti indicati nel titolo sono esonerate dalla classificazione di cancerogene in quanto la bio persistenza, misurata secondo i metodi specificati nella normativa tedesca e dell'Unione Europea (protocollo EU ECB/TM/27 rev.7), nei tessuti polmonari è bassa.

Il 31° adeguamento del Progresso Tecnico della Direttiva 67/548/CEE del 15 gennaio 2009 ha rimosso la classificazione di irritante per la pelle per le lane vetrose artificiali (silicati).

2. DEFINIZIONE DEL TIPO DI FIBRA IN CONFORMITÀ ALLA NORMA (CE) N. 1272/2008 CHE EMENDA E REVOCA LE DIRETTIVE 67/548/CEE E 1999/45/CE, E CHE EMENDA LA NORMA (CE) N. 1907/2006.

Questa regolamentazione mira ad incorporare i criteri GHS nella legge comunitaria dell'Unione Europea.
Al punto 1.1.3.1. (Nota Q) dell'Allegato VI della norma (CE) 1272/2008 la classificazione come cancerogeno 2

SDS.2001 Rev 26
Ultima Rev: 14.10.11

6di11



non ha bisogno di essere applicata sulla base di prove di biopersistenza a breve termine mediante installazione intratracheale che mostra un'emivita inferiore a 40 giorni per fibre più lunghe di 20 µm.

In conformità al 1° adattamento del Progresso Tecnico della norma (CE) N. 1272/2008 del 10 agosto 2009 è stata rimossa la classificazione di irritante per la pelle per lane vetrose (silicati) artificiali.

Pertanto le fibre contenute in questo prodotto sono prive di classificazione e non necessitano di etichettatura ai sensi della regolamentazione CLP.

PROTEZIONE DEGLI OPERATORI

Deve essere in accordo alle numerose Direttive Europee e loro emendamento ed alle modifiche introdotte dagli Stati Membri:

- a) Direttiva del Consiglio 89/391/CEE del 12 giugno 1989 "sull'introduzione di misure per incoraggiare migliori nella salute e sicurezza dei lavoratori sul posto di lavoro" (OJEC, Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea, L 183 del 29 Giugno 1989,p.1).
- b) Direttiva del Consiglio 98/24/CE del 7 aprile 1998 " sulla protezione dei lavoratori dai rischi derivanti dall'uso di agenti chimici sul posto di lavoro" (OJEC L 131 del 5 Maggio 1998,p.11).

ALTRE NORMATIVE POSSIBILI

Ogni Stato Membro ha l'autorità di implementare Direttive Europee nei propri regolamenti nazionali entro il periodo normalmente fissato dalla direttiva. Ogni Stato Membro può imporre regolamenti più restrittivi. Si prega di fare sempre riferimento ai regolamenti nazionali.

Quanto sopra va applicato per la vendita nella Comunità Europea

PROTEZIONE DEGLI OPERATORI

Deve essere in accordo alle Direttive Europee ed alle modifiche introdotte dagli Stati Membri:

Direttiva 89/391/EEC del 12 Giugno 1989 "sulla introduzione di misure per incoraggiare migliori nella salute e sicurezza dei lavoratori sul posto di lavoro" (OJEC, Giornale ufficiale della Comunità Europea, L 183 del 29 Giugno 1989,p.1).

Direttiva 98/24/EC del 7 Aprile 1997 " sulla protezione dei lavoratori dai rischi derivanti dall'uso di agenti chimici sul posto di lavoro" (OJEC L 131 del 5 Maggio 1998,p.11).

Ogni Stato Membro può modificare le Direttive Europee nei propri regolamenti nazionali entro il periodo normalmente fissato dalla direttiva. Ogni Stato Membro può imporre regolamenti più restrittivi. Attenersi comunque ai regolamenti nazionali.

16. ALTRE INFORMAZIONI

REFERENZE UTILI (le direttive citate devono essere considerate nelle loro versioni modificate)

Direttiva 89/391/EEC del 12 Giugno 1989 "sulla introduzione di misure per migliorare la salute e sicurezza dei lavoratori sul posto di lavoro" (OJEC -Giornale ufficiale della Comunità Europea- L 183 del 29 Giugno 1989,p.1).

Direttiva 67/548/EEC relativa a " modifiche ed adattamenti al progresso tecnologico dell'approssimazione delle leggi, dei regolamenti e dei provvedimenti amministrativi relativi alla classificazione, imballo ed etichettatura di sostanze pericolose" (OJEC L196 del 16 Agosto 1967,p.1 e sue modifiche ed adattamenti al progresso tecnologico).

Direttiva 97/69/EC del 5 Dicembre 1997 "adattamento per la 23a volta al progresso tecnologico del Consiglio

SDS.2001 Rev 26
Ultima Rev: 14.10.11

7di11



Direttiva 67/548/EEC (OJEC L 343 del 13/12/97 pg.19).
Direttiva 98/24/EC del 7 Aprile 1997 * sulla protezione dei lavoratori dai rischi derivanti dall'uso di agenti chimici sul posto di lavoro" (OJEC L 131 del 5 Maggio 1998,p.11).
TRGS 521 : Faserstaube - Germany
Circolare 15 marzo 2000, n.4 – Italy

DEFINIZIONI

ADR – Trasporto su strada, direttiva 94/55/EC
IMDG – Regolamenti relativi al trasporto via mare
RID – Trasporto su ferrovia, direttiva 96/49/EC
ICAO/IATA - Regolamenti relativi al trasporto via aerea

Misure precauzionali da tenere dopo l'uso e prima della rimozione

In quasi tutte le applicazioni i prodotti in lane isolanti ad alta temperatura (HTIW) sono utilizzati come materiali isolanti che aiutano a mantenere la temperatura a 900°C o più in uno spazio chiuso. Come prodotte, le fibre *Isofrax* sono materiali vetrosi che, su continua esposizione a temperature elevate (superiori a 900°C) potrebbero devetrificarsi. Il verificarsi e la misura della formazione della fase cristallina dipendono dalla durata e dalla temperatura di esposizione, dalla composizione chimica della fibra e/o dalla presenza di agenti fondenti. Poiché solo uno strato sottile della superficie calda isolante viene esposto alla temperatura elevata, la polvere respirabile generata durante le operazioni di rimozione non contengono livelli rilevabili di silice cristallina (CS).

In applicazioni in cui il materiale è temprato con bagno di calore, la durata dell'esposizione al calore è normalmente breve e non si verifica una devetrificazione significativa che consenta l'accumulo di silice cristallina (CS). Per esempio questo è il caso dei rifiuti dello stampo di colata.

La valutazione tossicologica dell'effetto della presenza di CS in materiale HTIW riscaldato artificialmente non ha aumentato la tossicità in vitro e in vivo. I risultati di combinazioni diverse di fattori come l'aumento della fragilità delle fibre o microcristalli incapsulati nella struttura di vetro della fibra e pertanto non disponibili biologicamente possono spiegare la mancanza di effetti tossicologici.

La valutazione dello IARC come fomita nella Monografia 68 non è pertinente in quanto la CS non è disponibile biologicamente in HTIW dopo l'uso.

Dopo l'utilizzo del prodotto e nel corso di operazioni di disturbo meccanico, come ad esempio la demolizione, si possono generare concentrazioni elevate di fibre ed altre polveri. Pertanto l'ECFIA raccomanda:

- Che vengano adottate misure di controllo per ridurre l'emissione di polveri; e
- Che tutto il personale direttamente coinvolto utilizzi una maschera per minimizzare l'esposizione e rispetti le limitazioni normative locali.

PROGRAMMA CARE

La European Ceramic Fibres Industry Association (ECFIA) ha intrapreso un intensivo programma di igiene industriale onde provvedere assistenza agli utilizzatori di prodotti RCF.

Gli obiettivi principali sono:

- monitorare la concentrazione di polveri sia presso i produttori che gli utilizzatori
- documentare la produzione e l'uso di prodotti RCF in una prospettiva di igiene industriale onde stabilire appropriate raccomandazioni per ridurre l'esposizione alle polveri.

SDS.2001 Rev 26
Ultima Rev: 14.10.11

8di11



Se volete partecipare al programma CARE, contattate l' ECFIA o il Vs. fornitore.

NOTE

Le direttive e le conseguenti regolamentazioni descritte in questa scheda di sicurezza sono applicabili solo nei paesi della Comunità Europea (EU) e non in quelli extracomunitari..

Siti Internet

European Industry Association rappresentante HTIW (ECFIA): 3, Rue du Colonel Moll, 75017 Parigi
Tel. +33 (0)6 31 48 74 26
www.ecfia.eu

Nota

Le informazioni contenute nel presente documento sono valide alla data della redazione di questa Scheda di dati di sicurezza. Tuttavia, non si fornisce alcuna garanzia espressa o implicita quanto all'esattezza e la completezza dei dati e delle informazioni di sicurezza; parimenti, non si concede nessuna autorizzazione, in modo espresso o tacito, ad usare invenzioni oggetto di brevetto senza licenza. Inoltre, il venditore non è responsabile dei danni derivanti da un uso non conforme all'uso normale, dalla mancata osservanza di condotte suggerite, o da qualunque incidente inerente alla natura del prodotto.

Altri ingredienti nei prodotti INSULFRAX

SDS.2001 Rev 26
Ultima Rev: 14.10.11

9di11



PRODOTTI	Ingredienti significativi (% per peso)	Avvertimento di pericolo	Fraasi di rischio
Fiocco lubrificato S26, B26	Lubrificante organico I (< 1%)	Non Assegnato	Non Assegnata
Fiocco non lubrificato S16,S164,S163	-	-	-
Materassino Insulfrax S, Insulfrax LT, FyreWrap, Insulfrax SP Mat, Insulfrax WR,	-	-	-
Materassino Katiss	-	-	-
Materassino Fyrewrap SF, SFR,SG,	Silicato di sodio (<5%)	Xi	R36/38
Carte e feltri Fyrewrap G-felt	Grafite (10-50%) Lattice acrilico (< 12)	Nessuno Non Assegnato	Nessuno Non Assegnato
Carte e feltri IG Tape	Adesivo acrilico (<10%)	Non Assegnato	Non Assegnata
Carte e feltri Insulfrax paper, Insulfrax felt	Lattice acrilico (< 15%)	Non Assegnato	Non Assegnata
Lastre e Sagomati Ridgiform shapes: Insulfrax 110,Insulfrax 110HD	Silice colloidale (5-40%)	Nessuno	Nessuna
Lastre e Sagomati Insulfrax Board 110LD, AV1100	Amido (6%) Silice colloidale (5-40%)	Nessuno	Nessuna
Lastre e Sagomati Silplate 1112S	Silice colloidale (<45%)	Nessuno	Nessuna
Lastre e Sagomati Alusol	Silice colloidale (<10%) Amido (<10%)	Nessuno Nessuno	Nessuna Nessuna
Lastre e Sagomati Insulfrax Board 110ZK	Silice colloidale (5-40%) Argilla (<10%) Cellulosa (<5%)	Nessuno Nessuno Nessuno	Nessuna Nessuna Nesusna

SDS.2001 Rev 26
Ultima Rev: 14.10.11

10di11



Lastre e Sagomati Parti per boiler 110CM	Silice colloidale (5-40%)	Nessuno	Nessuna
Lastre e Sagomati Parti per boiler 110WT	Silice colloidale (5-40%) Argilla (< 20%) Wollastonite (<50%)	Nessuno Nessuno Nessuno	Nessuna Nessuna Nessusna
Lastre e Sagomati Flexiform shapes: Insulfrax 110	Latex acrilico (< 15%)	Nessuno	Nessuna
Prodotti speciali Moist pak HD	Silice amorfa 5-20% Alumina 5-20%	Nessuno	Nessuna
Mastice	Silice colloidale (5-50%) Glicole etilenico(<10%)	- Xn	- R22
Prodotti tessili Ropes , braid	-	Non Assegnato	Non Assegnata
GC50	Silice colloidale (20%)	-	-
PER PRODOTTI NON ELENCATI CONTATTARE IL VOSTRO FORNITORE			

Le sostanze sottoindicate sono presenti nei prodotti Unifrax con frasi di rischio indicate nella tabella sovrastante. I rischi all'esposizione sono presenti durante le fasi di produzione dei prodotti, ma non necessariamente nei prodotti finali così come forniti. E' comunque consigliato di prendere ogni precauzione come raccomandato dai produttori delle materie prime.

Glicole etilenico - R22. Dannoso se inghiottito.

Silicato di sodio - Può causare importanti irritazioni alla pelle ed agli occhi - R36/38. Evitare il contatto con pelle ed occhi.

**Attualmente le informazioni sugli additive H ed R si basano sulla Direttiva sulle Sostanze Pericolose (DSD), I preparati dovranno essere aggiornati entro il 2015.*

FINE DOCUMENTO

