



SWS

**SAFE WELDING SYSTEM
MEDIA PRESSIONE**

BREVETTO EUROPEO N°08425153. 7

**DISPOSITIVO DI INERTIZZAZIONE PER
INTERVENTI SU RETI GAS METANO IN MEDIA
PRESSIONE**



DESCRIZIONE TECNICA

DT00108/SWS/MP

Codice:DT00108/SWS/MP

Rev. 0 del 01/07/2008

Pag. 1 di 10

S.W.S.

SAFE WELDING SYSTEM

MEDIA PRESSIONE



0	01/07/08	Prima emissione	Ing.M.Carmignani	M.Odori	M.Odori
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato



DESCRIZIONE TECNICA

DT00108/SWS/MP

Codice:DT00108/SWS/MP

Rev. 0 del 01/07/2008

Pag. 2 di 10

SOMMARIO

1.0	GENERALITA'	3
2.0	CAMPO D'APPLICAZIONE	4
3.0	COMPOSIZIONE DEL DISPOSITIVO.....	4
4.0	MODALITA' OPERATIVE	7
5.0	CALCOLI E DIMENSIONAMENTI	8



DESCRIZIONE TECNICA DT00108/SWS/MP

Codice:DT00108/SWS/MP

Rev. 0 del 01/07/2008

Pag. 3 di 10

1.0 GENERALITA'

SAFE WELDING SYSTEM Media Pressione (SWS) è un dispositivo finalizzato a consentire lo svolgimento degli interventi di installazione, riparazione, manutenzione sulle tubazioni delle reti gas metano in media pressione in condizioni di sicurezza nei confronti dei rischi incendio ed esplosione. Qualsiasi intervento effettuato sulla rete gas in esercizio che preveda il taglio della tubazione in acciaio e la successiva giunzione mediante saldatura, obbliga l'operatore a bloccare il flusso del gas mediante apposite macchine tamponatrici disponibili in commercio. I rischi incendio ed esplosione nascono dal fatto che attraverso le tamponature eseguite si manifestano, nella grande maggioranza dei casi, dei "trafilamenti" di metano dovuti alla non perfetta aderenza del tampone alla superficie interna del tubo: tale imperfetta aderenza può essere causata, ad esempio, dalla presenza del cordone di saldatura longitudinale all'interno del tubo, dalla non perfetta circolarità della sua sezione, oppure dalla presenza di scorie o residui all'interno della tubazione.

I suddetti trafilamenti di metano (generalmente di entità variabile e non quantificabile a priori) possono creare all'interno della tubazione, nella zona compresa fra la tamponatura e l'intervento, miscele esplosive fra metano ed aria: tali miscele, in presenza dell'innesco costituito dalle operazioni di saldatura, presentano un alto rischio di infiammabilità ed esplosione.

Per ridurre il pericolo derivante dalla presenza di metano nella zona di intervento, si ricorre, normalmente a due metodologie. La prima prevede l'interposizione di ulteriori organi di blocco del flusso (tamponatrici o palloni otturatori) a monte della zona di intervento al fine di minimizzare i trafilamenti; la seconda prevede l'immissione di azoto all'interno della tubazione allo scopo di rendere inerte l'eventuale miscela aria-metano.

La prima metodologia, molto usata, pur riducendo le probabilità di rischio non le annulla mai, per i medesimi motivi detti in precedenza. Inoltre si hanno consistenti aumenti dei costi di intervento per la necessità di adeguare gli scavi ed i lavori ad un maggior numero di strumenti da installare sulla tubazione.

La seconda, in realtà, se ben gestita, annulla le probabilità di rischio perché impedisce il crearsi delle condizioni di incendio o esplosione, senza significativi aumenti dei costi di intervento. D'altra parte, nella normale prassi, non viene effettuata una misura quantitativa e continuativa dell'entità delle perdite di metano attraverso le tamponature e la determinazione della quantità di azoto da immettere è, pertanto, esclusivamente affidata alla perizia ed all'esperienza degli operatori, con palese rischio di sottovalutazione del problema (insufficiente apporto di azoto-operatività in condizioni di potenziale esplosività) o di sopravvalutazione (apporto di azoto ampiamente sovradimensionato-rapido esaurimento delle scorte di azoto disponibili sul cantiere).

La metodologia di funzionamento di SWS si basa sull'immissione controllata di azoto nella zona di lavoro operando un'analisi della percentuale in volume di metano presente all'interno della tubazione fra il tampone e la zona di intervento mediante un apposito dispositivo di misurazione specifico per il metano. Il segnale relativo alla misurazione effettuata (proporzionale al valore della %VOL misurata) viene inviato alla Centralina Elettronica: a seconda dell'entità del segnale ricevuto, la centralina effettua (in modo continuativo) l'apertura graduale delle elettrovalvole proporzionali poste sul Collettore di Azoto,



DESCRIZIONE TECNICA DT00108/SWS/MP

Codice:DT00108/SWS/MP

Rev. 0 del 01/07/2008

Pag. 4 di 10

consentendo così l'immissione nella zona di intervento di una quantità di azoto proporzionata all'entità del trafilamento e tale da rendere inerte la miscela aria-azoto. Le operazioni di saldatura possono quindi essere effettuate in condizioni di sicurezza da rischio incendio ed esplosione.

2.0 CAMPO D'APPLICAZIONE

SWS Media Pressione si applica ad interventi di installazione, manutenzione, riparazione di tubazioni in media pressione (tubazioni di V-IV-III-II specie).

3.0 COMPOSIZIONE DEL DISPOSITIVO

Il dispositivo (DIS. 1) è costituito dai seguenti componenti base:

1. Gruppo misuratore gas metano (n°2 pz per impianto o – DIS. 2): tramite un sensore specifico per il metano effettua la misura della percentuale in volume di metano presente nella miscela sottoposta al sensore. In uscita emette un segnale elettrico (seriale RS 232) proporzionale alla percentuale in volume di metano misurata dal sensore. Il sensore è alloggiato all'interno di un apposito contenitore montato sul dispositivo di aspirazione miscela aria-metano ed immissione azoto. Tale dispositivo (munito di una tubazione di sfiato) è in comunicazione, tramite una comune valvola piatta, con l'interno della tubazione da cui preleva la miscela da analizzare mediante l'apposito tubo flessibile di aspirazione. Il dispositivo prevede inoltre l'ingresso di un tubo flessibile, guidato da un involucro metallico, per l'immissione dell'azoto. Sono previste diverse versioni per adattare il montaggio su tubazioni di diametro variabili DN2" e DN 8" e superiori.



Gruppo Misuratore Gas Metano



DESCRIZIONE TECNICA DT00108/SWS/MP

Codice:DT00108/SWS/MP

Rev. 0 del 01/07/2008

Pag. 5 di 10

2. Centralina Elettronica (n°1 pz per impianto – DI S. 3): riceve dai gruppi misuratori il segnale elettrico proporzionale alla %VOL rilevata ed aziona proporzionalmente l'apertura dei due gruppi di elettrovalvole (associati a ciascuno di essi) che regolano l'immissione dell'azoto nella zona di intervento in modo da garantire l'inertizzazione della miscela aria-metano presente. Inoltre, a seconda dei valori di %VOL di metano trasmessi dai misuratori, la Centralina aziona gli allarmi sonori, provvede alla disattivazione della saldatrice (mediante l'apposito contattore da 500 A) e della presa di corrente a 48V per le utenze di cantiere, aziona le elettrovalvole deputate al "lavaggio" della tubazione con getto di azoto ad alta pressione (circa 8 bar, vd. p.to 3). La Centralina Elettronica riceve l'alimentazione a 48 Vcc dal generatore della saldatrice e provvede ad alimentare i misuratori di metano (9 Vcc), i pressostati (12 Vcc), e le elettrovalvole (24 Vcc) montate sul collettore. Prima dell'inizio delle operazioni la centralina effettua, in automatico, un controllo di funzionalità delle apparecchiature presenti (misuratori di metano, pressostato di riempimento collettore azoto, eventuali pressostati di gonfiaggio dei palloni di sicurezza (vd. p.to 4)).
3. Collettore di Azoto (n°1 pz per impianto – DIS. 4): è un serbatoio contenente azoto a 12 BAR alimentato direttamente da una bombola di azoto (200 bar) mediante apposito attacco da 1/4". Tramite un pressostato di sicurezza la pressione all'interno del serbatoio è regolata fra un max di 12 bar ed un minimo di 6 bar necessari per garantire una sufficiente riserva per l'inertizzazione dell'area di lavoro. Quando la pressione scende sotto il valore di 6 bar (indicato anche da un manometro) la centralina emette un allarme sonoro per indicare la necessità sostituzione della bombola di alimentazione e disattiva automaticamente il funzionamento della saldatrice mediante apposito contattore. Il Collettore è inoltre munito di una valvola di sicurezza contro eventuali sovrappressioni di riempimento (15 bar). Sul Collettore sono montate i quattro gruppi di due elettrovalvole proporzionali (due gruppi per ciascun misuratore) che regolano l'immissione dell'azoto nella zona di intervento e le quattro elettrovalvole di tipo tradizionale per effettuare il "lavaggio" della tubazione in presenza di valori di concentrazione di metano superiori al 4,5%VOL.
4. Dispositivo di Sicurezza Supplementare (vd. DISEGNO 5): in presenza di trafilamenti di entità superiore a 20 l/min per lato di intervento è previsto l'utilizzo, a valle dell'immissione dell'azoto, di due palloni otturatori (uno per lato di intervento) gonfiati a 2,5 bar con azoto. Qualora, ad esempio in caso di "torsione" del tampone, si verificassero improvvise sovrappressioni anomale fra la tamponatura ed il pallone, l'eventuale onda d'urto del metano in media pressione andrebbe a provocarne lo "schiacciamento" e conseguentemente lo scoppio: la zona di intervento verrebbe immediatamente investita dall'azoto di gonfiaggio del pallone e, tramite il segnale inviato dal pressostato di regolazione del gonfiaggio del pallone alla Centralina Elettronica, da un getto di azoto ad alta pressione (8 bar). Contemporaneamente, l'intervento del pressostato di gonfiaggio del pallone, tramite la Centralina Elettronica, determina l'interruzione del funzionamento della saldatrice.



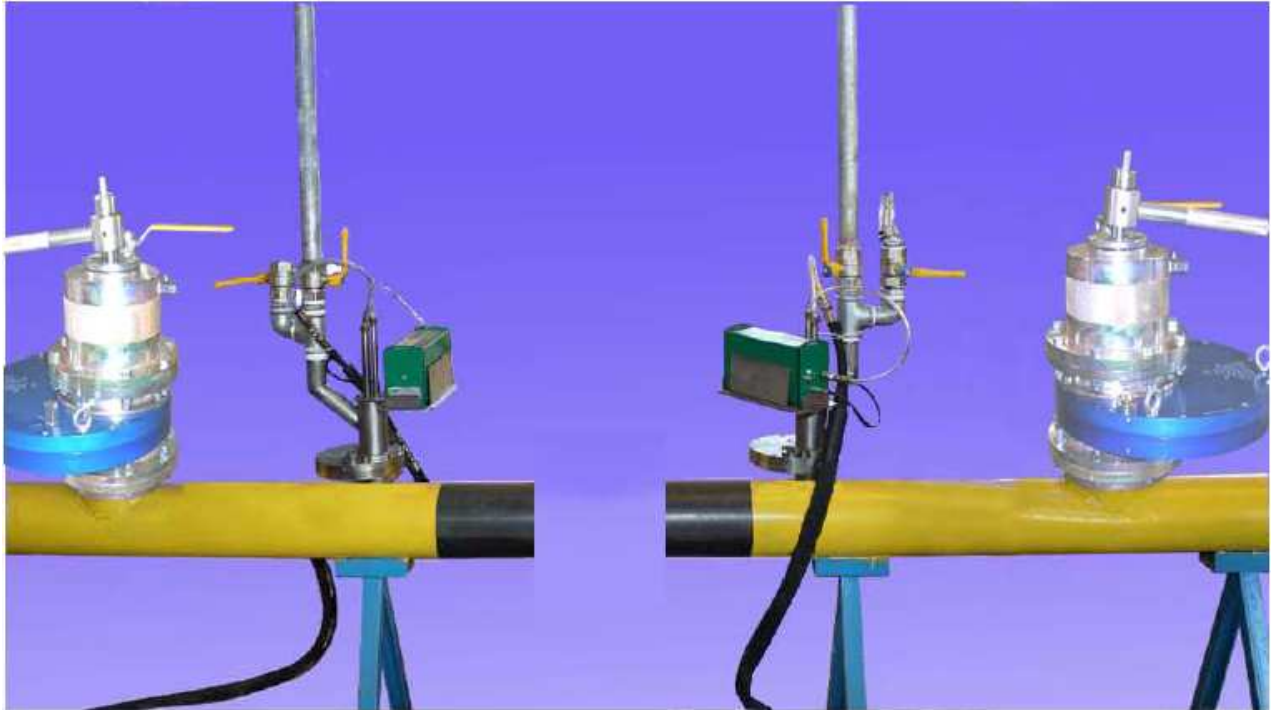
DESCRIZIONE TECNICA

DT00108/SWS/MP

Codice:DT00108/SWS/MP

Rev. 0 del 01/07/2008

Pag. 6 di 10



Montaggio Gruppi di Misura su simulatore intervento in M.P.



Assieme Collettore Azoto, Centralina Elettronica, cavi e tubazioni di collegamento ai Gruppi Misura



DESCRIZIONE TECNICA DT00108/SWS/MP

Codice:DT00108/SWS/MP

Rev. 0 del 01/07/2008

Pag. 7 di 10

4.0 MODALITA' OPERATIVE

Effettuata la tamponatura sulla tubazione da entrambi i lati dell'intervento e montate le valvole piatte, evacuato il metano all'interno della tubazione ed effettuato il taglio del tratto di tubazione da sostituire, si procede con l'attivazione dei gruppi misuratori (inserimento dei tubi flessibili di aspirazione della miscela interna al tubo e di immissione di azoto, collegamenti elettrici fra centralina e sensori, collegamento tubi adduzione azoto fra centralina e gruppi misuratori) e l'accensione della centralina elettronica. Trascorso il tempo di "warm-up" dei misuratori (circa un minuto) il dispositivo inizia a funzionare e, a seconda dei valori di %VOL metano misurati, inizia l'immissione dell'azoto nell'area di intervento con intensità tale da garantire l'inertizzazione della miscela aria-metano presente. Qualora il trafilemento sia di entità tale da dare luogo ad una misurazione superiore al 4%VOL metano, la centralina provvede ad interrompere il funzionamento della saldatrice fino ad un minuto dopo il ripristino di un tenore di metano inferiore al 4%VOL (tale valore è da considerarsi di sicurezza essendo il Limite Inferiore di Esplosività del metano in aria pari al 5%VOL). Nel caso in cui si abbia una misura superiore al 4,5%VOL la centralina effettua il lavaggio della tubazione mediante un getto di azoto ad 8 bar.

La misurazione, e di conseguenza la regolazione dell'azoto, viene effettuata in continua per tutta la durata dell'intervento, tenendo quindi conto anche di eventuali variazioni dell'entità del trafilemento che possono verificarsi in corso d'opera e mantenendo in modo continuativo la condizione di sicurezza. La centralina è in grado di gestire in modo indipendente i segnali provenienti dai due misuratori consentendo quindi una regolazione dell'azoto differenziata fra i due lati dell'impianto per tenere conto delle differenti condizioni di trafilemento. Durante l'effettuazione dell'intervento le valvole a sfera montate sui tubi di sfiato dei gruppi misuratori devono tassativamente essere aperte per consentire lo sfiato della miscela ed evitare il formarsi di accumuli di metano all'interno della tubazione.

Terminato l'intervento, tramite la centralina si arresta il flusso di azoto, si scollegano i cavi elettrici ed i tubi di adduzione dell'azoto, si sfilano i flessibili di immissione dell'azoto e di aspirazione dalla tubazione, si fa sfiatare l'azoto residuo nella tubazione, si chiudono le valvole piatte e si procede con le normali operazioni previste (controllo delle saldature, rimozione delle tamponature, ecc.).

5.0 CALCOLI E DIMENSIONAMENTI

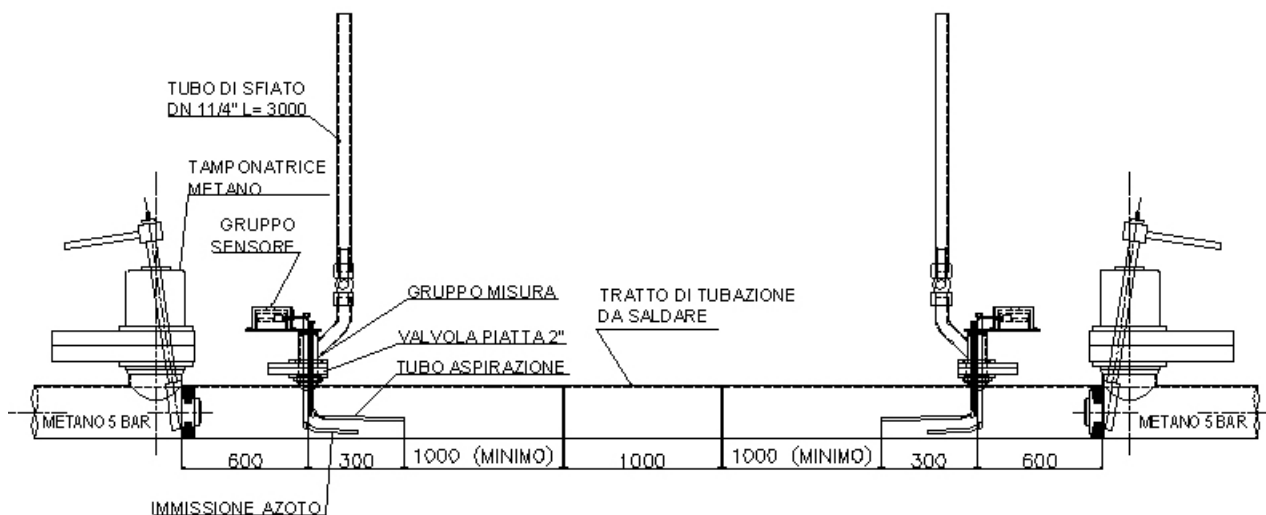


Figura 1

In Figura 1 è rappresentato il layout tipico per l'esecuzione di interventi in media pressione: quella rappresentata è una tubazione da 6", ma le seguenti considerazioni valgono anche diametri superiori ed inferiori. La distanza indicata di 600mm (circa) fra il posizionamento del raccordo per il gruppo valvola piatta-tampone e quello per il gruppo misura è tale da rispettare gli ingombri di montaggio reciproci fra di essi per la gamma di diametri presi in esame. La lunghezza di fuoriuscita di 300mm per il tubo di aspirazione miscela all'interno della tubazione (sommata ai 600mm fra tampone e gruppo misura) è risultata, dalle prove effettuate, ottimale a garantire un sufficiente volume per l'omogenea miscelazione dell'azoto e del metano trafilato dal tampone ai fini di una corretta analisi della %VOL di metano. La distanza minima di 1000mm fra l'aspirazione e la zona di saldatura ad essa più prossima è stata valutata sufficiente ad evitare che scintille scaturite dalla saldatura possano raggiungere, percorrendo la tubazione verso lo sfiato, zone di metano non ancora inertizzato.

La scelta di utilizzare un raccordo (e relativa valvola piatta) da 2" per il montaggio del gruppo misura è stata dettata dal compromesso fra due condizioni:

- creare una sezione di passaggio sufficiente per l'inserimento dei tubi flessibili (e relative guide metalliche) di aspirazione ed immissione azoto e per lo sfiato (il diametro equivalente di passaggio non è mai inferiore ad 1 1/4").
- utilizzare componenti di dimensioni sufficientemente contenute da minimizzare l'onerosità delle saldature da effettuare.

Di seguito, è riportato un esempio di calcolo delle portate di azoto necessarie a garantire l'inertizzazione della tubazione in determinate condizioni di trafilamento di metano.

Si considera, a titolo esemplificativo, di effettuare l'intervento su una tubazione in media pressione di 6"; il tratto di tubo da saldare ha una lunghezza di 1 metro (vd. Figura 1). Sotto queste ipotesi il volume della zona da inertizzare (Volume) risulta pari a:



DESCRIZIONE TECNICA DT00108/SWS/MP

Codice:DT00108/SWS/MP

Rev. 0 del 01/07/2008

Pag. 9 di 10

Sezione tubo $S = 20.000 \text{ mm}^2$ Lunghezza complessiva (fra le tamponature) $L = 4800 \text{ mm}$

Volume $V = 96.000.000 \text{ mm}^3 = 96 \text{ litri}$

Durante il funzionamento di SWS il Volume sarà interessato dai seguenti flussi:

- **INGRESSO:** trafilamenti di metano attraverso le tamponature; azoto immesso da SWS mediante gli appositi tubi.
- **USCITA:** miscela aria+metano+azoto attraverso le due candele di sfiato da 1 1/4"; miscela aspirata dai sensori (trascurabile); perdite trascurabili.

Trattandosi di un Volume aperto, in condizioni di equilibrio (ovvero, al raggiungimento della stabilità dei flussi di azoto all'interno della tubazione una volta superate le turbolenze iniziali) i flussi in ingresso dovranno essere pari ai flussi in uscita: non possono infatti crearsi accumuli di gas all'interno del Volume poiché, come si può facilmente calcolare, una sola delle 2 candele di sfiato da 1 1/4" è sufficiente ad evacuare la totalità dei flussi immessi nel Volume stesso.

Dalle prove effettuate è stato rilevato che della quantità di metano immessa nell'unità di tempo all'interno del Volume una percentuale variabile fra il 55% ed il 65% entra a far parte della miscela in uscita tramite le candele di sfiato. Considereremo quindi, per l'effettuazione del calcolo delle portate di azoto, un valore pari al 60%.

Si considera inoltre un valore di trafilamento di 20 l/min di metano (per ciascun lato di intervento) come valore limite di applicabilità di SWS (oltre tale valore si ricorre al Dispositivo di Sicurezza Supplementare vd. # 3.0-p.to4). Si impone quindi che per una perdita di 20 l/min di metano su entrambi i lati di intervento, la %VOL di metano presente all'interno del Volume sia pari, in condizioni di equilibrio, al 4%: con questi dati provvederemo a calcolare i flussi di azoto necessari a garantire le condizioni richieste all'interno del Volume all'equilibrio (dopo 1 min.di funzionamento del sistema):

$$\text{Immissione di metano} = 20 + 20 = 40 \text{ litri}$$

$$\text{Aria presente nel volume} = 96 \text{ litri}$$

$$\text{Quantità di metano fuoriuscita dallo sfiato (60\% di quella immessa)} = 24 \text{ litri}$$

$$\text{Quantità di metano presente nel Volume} = 40 - 24 = 16 \text{ litri}$$

Affinché 16 litri di metano sia pari al 4% del volume totale della miscela transitata nel Volume in 1 min., tale volume totale dovrà essere pari a:

$$V = (16 / 4) \times 100 = 400 \text{ litri}$$

Il valore di V deve corrispondere con la somma dell'immissione di metano + immissione totale di azoto (A) + aria inizialmente presente nel Volume:

$$V = 40 + A + 96 = 400 \rightarrow A = 400 - 40 - 96 = 264 \text{ litri}$$

La portata di immissione di azoto risulta quindi pari a 264 l/min.

Procedendo con le stesse modalità di calcolo è possibile ricavare, per la tubazione presa in esame, le portate di immissione di azoto necessarie per garantire l'inertizzazione (con un valore di %VOL fissato) per diversi valori di trafilamento di metano, nonché effettuare analoghi calcoli per tubazioni di diametro diverso.



DESCRIZIONE TECNICA DT00108/SWS/MP

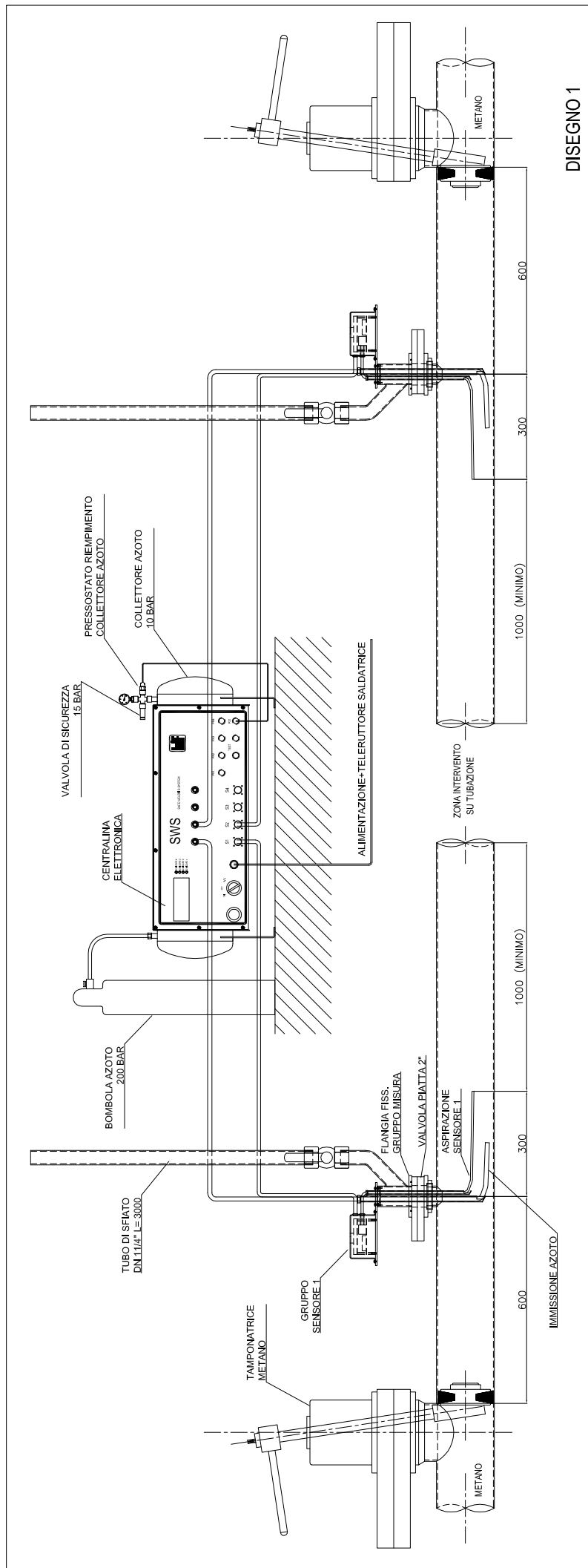
Codice:DT00108/SWS/MP

Rev. 0 del 01/07/2008

Pag. 10 di 10

Riportiamo, nella tabella sottostante, un confronto fra i valori teorici (calcolati) della %VOL di metano e delle portate di immissione di azoto, e fra i corrispondenti valori sperimentali risultanti dalle medie effettuate sui risultati ottenuti in diversi cicli di prove (effettuate su tubazione da 6"):

TRAFILAMENTO TOTALE METANO (l/min)	%VOL METANO ALL'EQUILIBRIO (TEORICA)	%VOL METANO ALL'EQUILIBRIO (SPERIMENTALE)	IMMISSIONE AZOTO (l/min) (TEORICA)	IMMISSIONE AZOTO (l/min) (SPERIMENTALE)
40	4	3,7 ÷ 4,2	264	248 ÷ 262
30	3,5	3,3 ÷ 3,6	216	209 ÷ 217
20	2,8	2,7 ÷ 3,0	169	165 ÷ 172
15	2,2	1,8 ÷ 2,2	161	153 ÷ 165
10	1,6	1,3 ÷ 1,7	143	140 ÷ 145
5	1	0,9 ÷ 1,2	98	95 ÷ 99
3	0,7	0,3 ÷ 0,8	72	65 ÷ 76



DISEGNO 1

ALIMENTAZ. MISURATORE
E TRASMISSIONE MISURA

TUBO DI SFIATO 1 1/4"

GRUPPO SENSORE

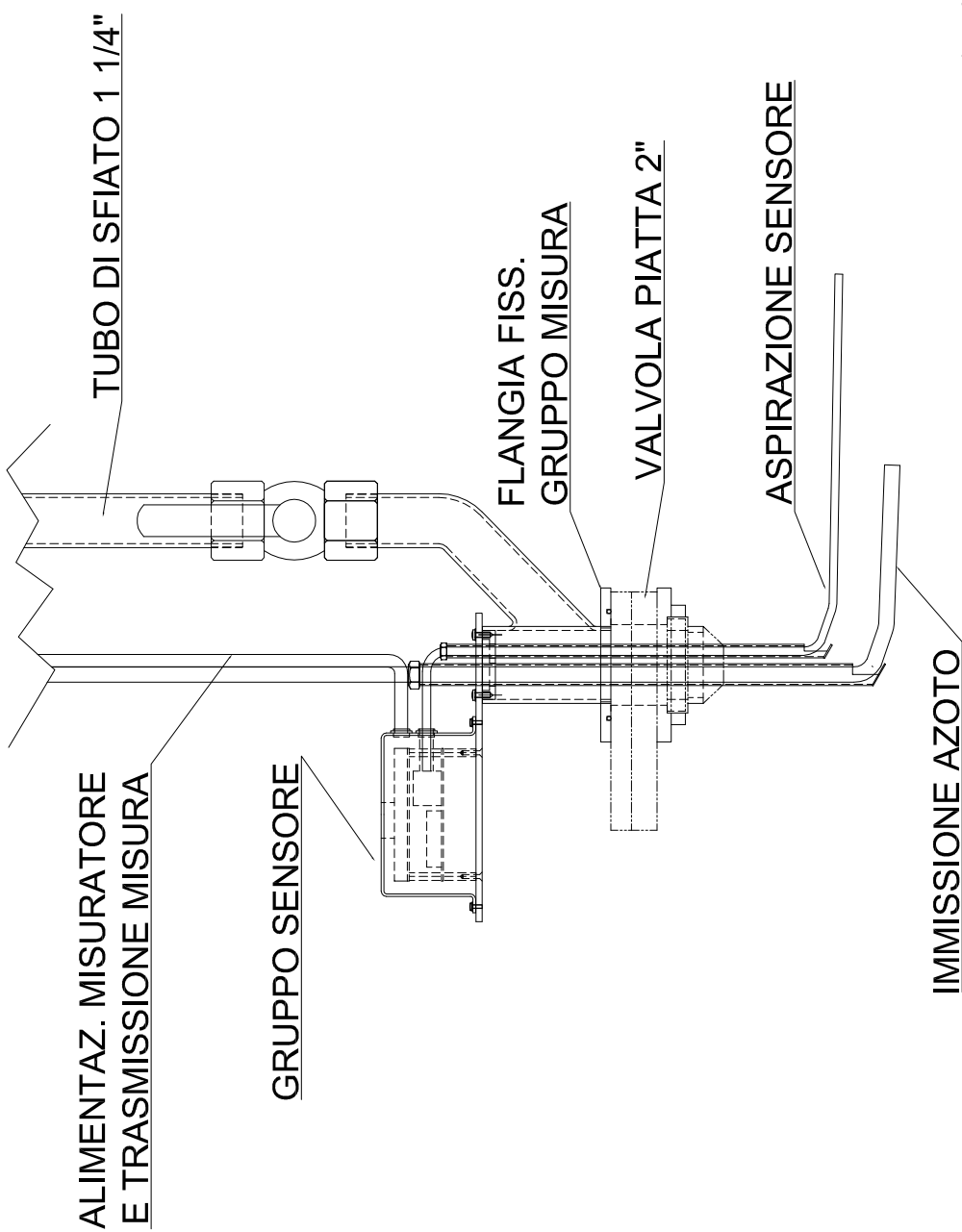
FLANGIA FISS.
GRUPPO MISURA

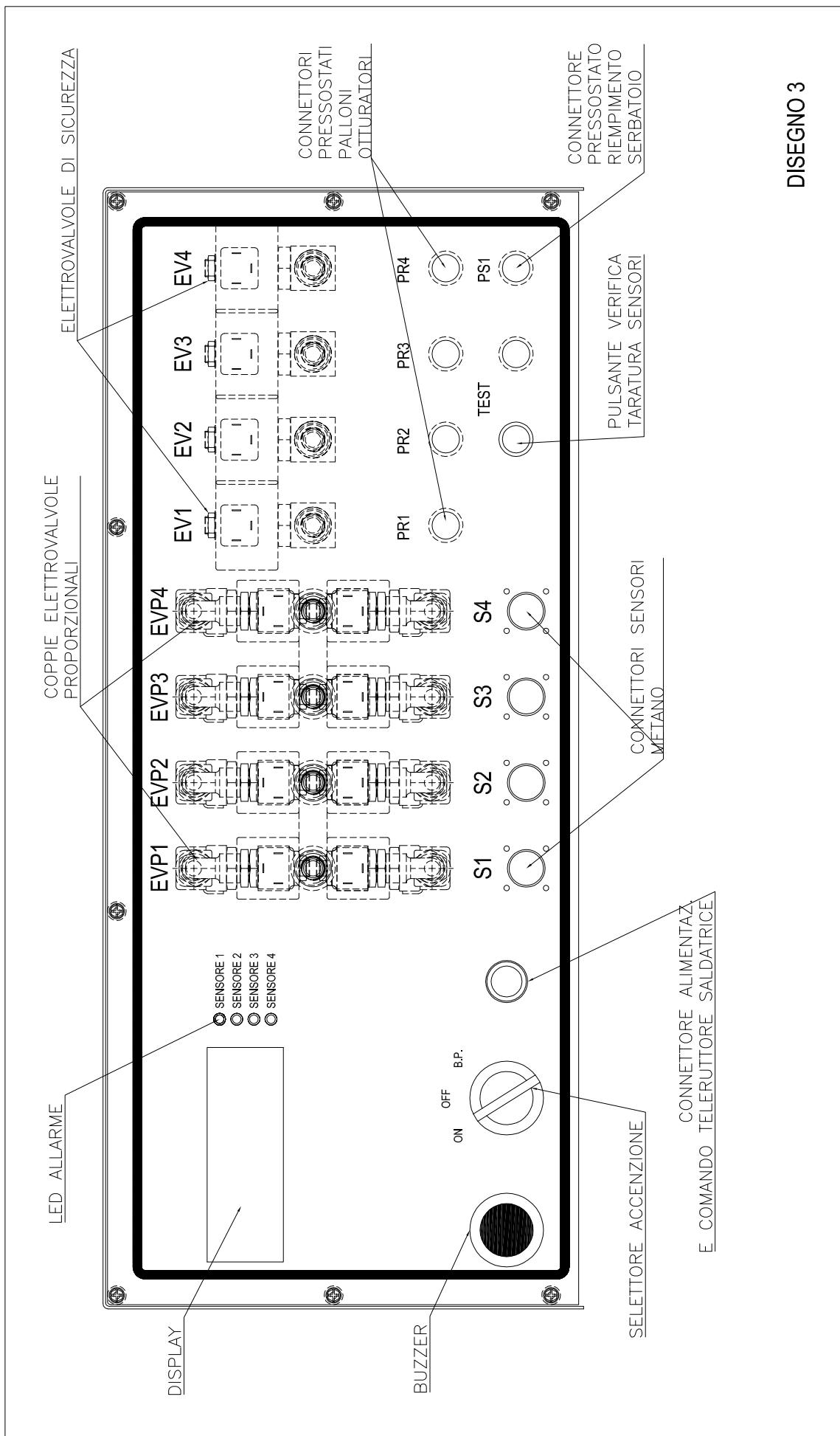
VALVOLA PIATTA 2"

ASPIRAZIONE SENSORE

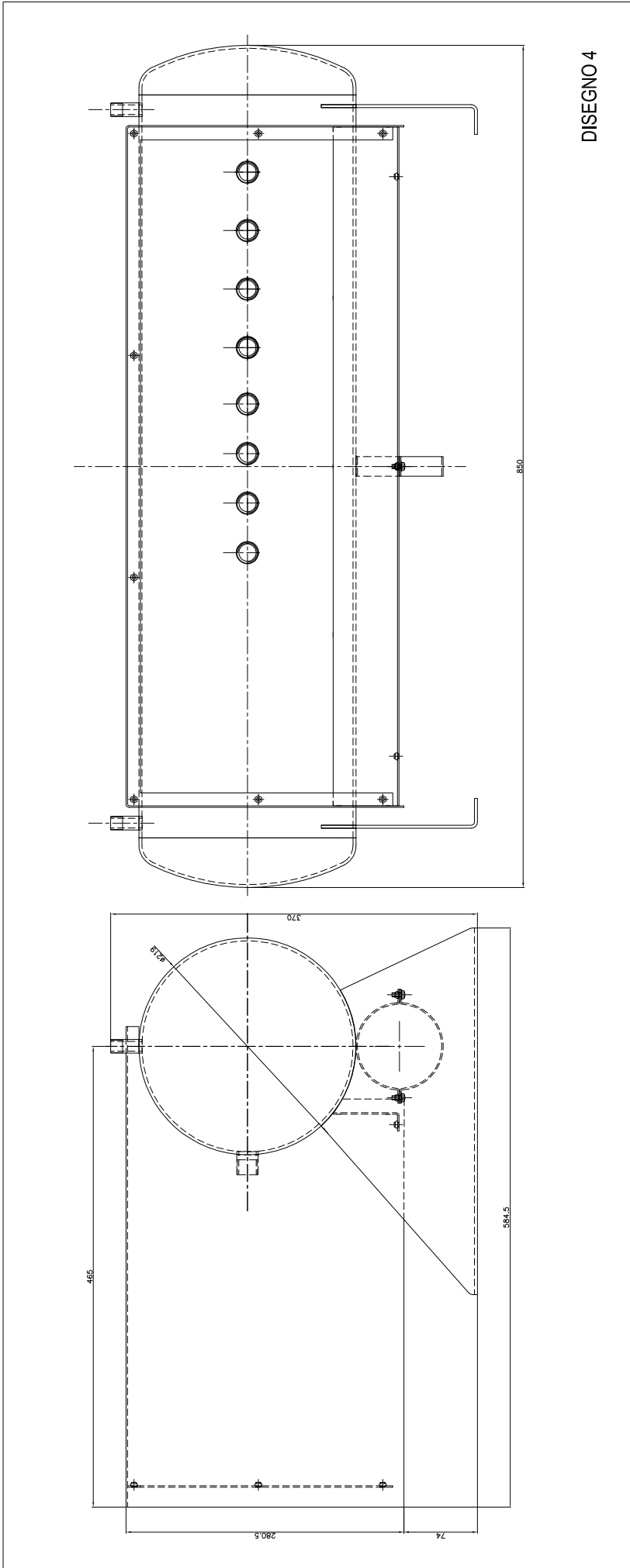
IMMISSIONE AZOTO

DISEGNO 2

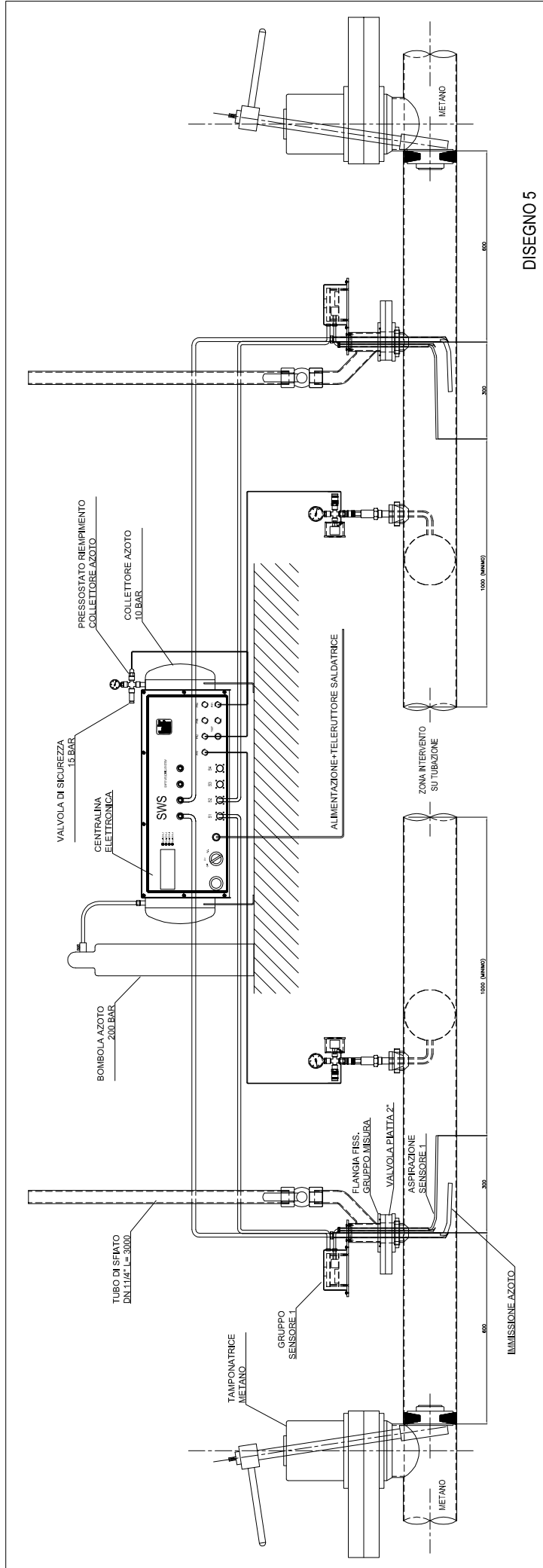




DISEGNO 3



DISEGNO 4



DISEGNO 5