

# GRANDANGOLO

KSB - COMPARAZIONE TRA LE VALVOLE A SALDARE E LE VALVOLE FLANGIATE



Valvola a farfalla Danais TBT per gasiera all'interno della fabbrica KSB di La Roche Chalais



Valvole a Farfalla KSB-Amri: Manifold su LNG Tanker

## Linee per il trasporto di LNG

*Una comparazione tra le valvole a saldare (BW) e le valvole flangiate (RTJ) installate nelle condutture per il trasporto di Liquefied Natural Gas. Il caso delle valvole a farfalla di grande diametro*

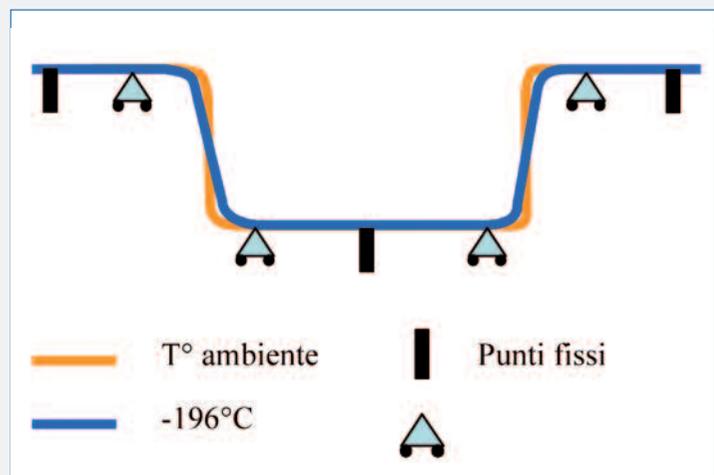


Una nave gasiera per il trasporto di LNG

Quando è necessario inserire una valvola in una tubazione per il trasporto di LNG, le compagnie di progettazione e di costruzione hanno a disposizione due soluzioni: l'installazione di valvole flangiate o l'assemblaggio di valvole a saldare (BW). Questa pubblicazione esamina alcuni aspetti delle due differenti soluzioni tecniche: capacità di assorbire le tensioni esterne che si scaricano sulla connessione; resistenza nel tempo della connessione; costi dell'istallazione; costi di manutenzione delle valvole. Appare chiaro che per la movimentazione di LNG la soluzione saldata è migliore di quella flangiata poiché assicura un livello di sicurezza superiore. L'investimento economico per la soluzione a saldare risulta moderatamente contenuto nella fase di allestimento della linea, ma decisamente ridotto nel momento in cui si dovrà provvedere alla manutenzione delle valvole, soprattutto se la scelta è caduta su modelli con il sedgio inserito nel corpo.



*In un impianto LNG, la connessione tra valvole e linea è soggetta a importanti stress. La tubazione che collega serbatoio e punto di carico è interessata dalle sollecitazioni termiche dovute alla temperatura criogenica del fluido. Questa condizione comporta contrazioni, stimabili in alcuni metri, nelle lunghe tratte rettilinee. Per ovviare a questo problema, nelle installazioni sono generalmente inseriti dei punti di compensazione che intervengono sulla contrazione termica lavorando sulle curve della tubazione. Le torsioni e tensioni riscontrabili non creano danni alla linea ma devono essere prese in seria considerazione. In ogni linea criogenica tutte le connessioni valvola/tubazione sono sottoposte a tensioni relativamente importanti e devono assolutamente resistervi. Quando l'ingegnere progetta la linea criogenica si trova di fronte alla delicata scelta tra l'utilizzo di valvole flangiate o a saldare (BW). Considereremo le problematiche delle connessioni in una linea di media grandezza (16") e in una di grande diametro (36"). Il nostro esempio riguarderà tubazioni e valvole in # 150. Generalmente il gas di petrolio liquefatto viene movimentato a bassa pressione. In particolare analizzeremo: capacità di assorbire le spinte esterne alle quali la connessione è sottoposta; affidabilità e resistenza nel tempo; costi dell'istallazione; costi di manutenzione delle linee.*



### Resistenza alle spinte esterne che coinvolgono la connessione valvola/linea

La connessione valvola/linea è generalmente calcolata per resistere a 3 tipi di stress:

**Effetto della pressione.** Quando la valvola viene chiusa la pressione tende a separare la valvola dal resto della linea. Ovvero tutto il complessivo deve resistere a un severo stress.

Nel caso di valvole flangiate si evince che la pressione si scarica sulla guarnizione. Nel caso di valvole a saldare (BW) la pressione coinvolge la parte interna della tubazione.

**Spinta di compressione della guarnizione.** Questa forza esiste solo nel caso in cui l'assemblaggio è di tipo flangiato. La guarnizione deve essere serrata saldamente tra le flange per contrastare la pressione interna e garantire la perfetta tenuta.

**Spinte prodotte dalla tubazione.** Non avendo accesso a dati certi sulle forze che si scaricano sulla connessione, preferiamo orientarci verso la determinazione della forza di trazione e momento torcente massimi ai quali possa essere interessata la connessione restando nei limiti di sicurezza. Nella realtà i punti di contatto tra valvola e tubazione sono interessati alla combinazione tra le forze di trazione e torsione. La connessione valvola/linea che deve resi-

	Diametro interessato all'effetto della spinta	Pressione della spinta (kN)	Diametro interessato all'effetto della spinta	Pressione della spinta (kN)
16" B16.5	443 mm	308 kN	397 mm	247 kN
36" B16.47 Tab. A	948 mm	1 411 kN	895 mm	1 258 kN
36" B16.47 Tab. B	943 mm	1 397 kN		

Tab. 1 - Effetto della pressione sulla connessione linea/valvola

Soluzione tra flange	Diametro interessato all'effetto della spinta	Dim. della flangia	Diametro interessato all'effetto della spinta	Pressione della spinta (kN)
16" B16.5	443 mm	20,5	0,4 MPa	114 kN
36" B16.47 Tab. A	948 mm	20,7	0,4 MPa	246 kN
36" B16.47 Tab. B	943 mm	15,9	0,4 MPa	188 kN

Tab. 2 - Forza di compressione della guarnizione

Connessione flangiata	Diametro tiranti	Sezione tiranti (cm <sup>2</sup> )	Numero tiranti	Sezione totale (cm <sup>2</sup> )
16" B16.5	1" (UNC)	3,65	16	58,47
36" B16.47 Tab. A	1" 1/2 (8UN)	9,22	32	295,07
36" B16.47 Tab. B	7/8" (UNC)	2,78	44	122,35

Tab. 3 - Sezione attiva della versione flangiata

Dn linea	Diametro esterno (mm)	Spessore (mm)	Sezione linea (cm <sup>2</sup> )
16" B36.19M Sch 10S	406,4	4,78	60,31
16" B36.1 0M Sch STD	914	9,53	270,79

Tab. 4 - Sezione resistenza versione a saldare

Soluzione tra flange	Max resistenza in trazione della connessione	Somma della pressione di linea e compressione della guarnizione	% allung. residuo
16" B16.5	923 kN	422 kN	46%
36" B16.47 Tab. A	4 871 kN	1 637 kN	66%
36" B16.47 Tab. B	1 799 kN	1 585 kN	11%

Tab. 5 - Riserva stimata nella soluzione flangiata

Soluzione e BW	Max resistenza in trazione della connessione	Pressione di linea	% allung. residuo
16" B36.19M Sch 10S	1 665 kN	247 kN	86%
36" B36.10M Sch STD	7 474 kN	1 258 kN	83%

Tab. 6 - Riserva stimata nella soluzione BW

DN	NPS	Class 150		Trazione (kN)	% BW/FL
		Standard	Valvola Flangiata		
400	16"	B16.5	416	1411	3,4x
900	36"	B16.47 Tavola A	2771	6251	2,3x
900	36"	B16.47 Tavola B	50		> 100

Tab. 7 - Sola capacità di trazione

DN	NPS	Class 150		Momento torcente (m kN)	% BW/FL
		Standard	Valvola Flangiata		
400	16"	B16.5	56	142	2,5x
900	36"	B16.47 Tavola A	752	1405	1,9x
900	36"	B16.47 Tavola B	13		> 100

Tab. 8 - Solo momento torcente

stere ai carichi descritti è rispettivamente: per valvole flangiate, la somma della sezione della tiranteria; per le valvole saldate, la sezione della tubazione stessa.

La prima comparazione tra le due soluzioni evidenzia quale parte della connessione è interessata dalle tensioni e deve assorbire i carichi esterni. La valutazione considera tutte le forze come trazione pura. Applicando dei metodi più sofisticati, basati su quanto descritto nella norma EN 12516-2 e KTI codice 3211-2 abbiamo la possibilità di ottenere un quadro più realistico che supera la pura valutazione dei carichi di trazione e torsione.

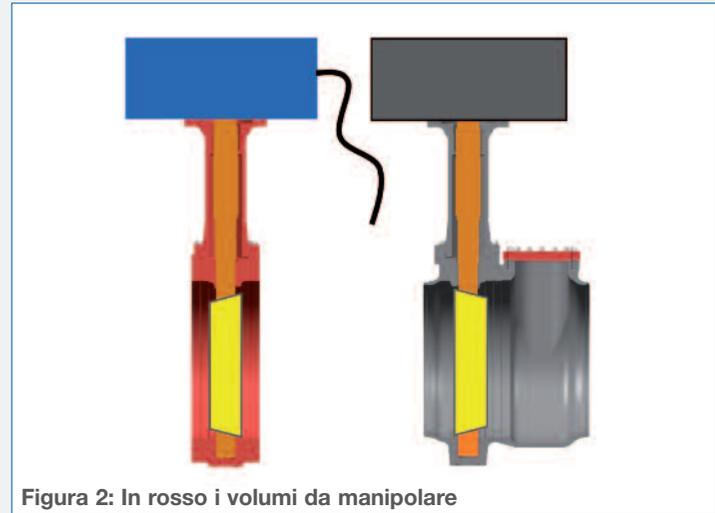
Abbiamo calcolato il massimo carico sopportabile dalla connessione valvola/linea senza che si verificano: compressioni anomale della guarnizione che inneschino un trafileamento nel caso di montaggio tra flange; superamento del limite di elasticità nel caso di valvola saldata. La soluzione BW è in grado di sopportare un carico almeno doppio rispetto alla resistenza della versione tra flange prima che la tubazione raggiunga i suoi limiti. L'inizio della rottura richiede quindi uno stress doppio o triplo. Le flange delle valvole di grande diametro ANSI B 16.47 cat. B non sono performanti con l'eccezione del vapore a bassa pressione.

**Affidabilità nel tempo** Un fattore aggravante per la tubazione sono i ripetitivi raffreddamenti e riscaldamenti che si verificano durante ogni operazione di carico e scarico di LNG. A ogni cambiamento di temperatura la linea è soggetta a uno stress. Con l'aumento dei cicli si incrementa la possibilità che la guarnizione inizi a trafilare. La connessione flangiata deve subire dei controlli regolari di 3 o 5 anni e la sostituzione della guarnizione dovrà realizzarsi entro 20 o 30 anni. Queste operazioni sono estremamente costose poiché dovrà essere rimosso e riposizionato l'isolamento per poter accedere alle flange. Nel caso di valvole a saldare la connessione è parte integrante della linea. La tenuta perfetta sarà permanente e nessun intervento di manutenzione dovrà essere programmato.

**Costi globali di installazione** In molti casi le linee LNG sono realizzate da appaltatori. Risultando le valvole BW più care rispetto alle corrispondenti flangiata, l'acquirente è portato all'approvvigionamento del componente più economico trascurando l'impatto che la sua scelta avrà sui costi di manutenzione dell'impianto. Una più approfondita comparazione, per una scelta ponderata, tra le due soluzioni dovrà tenere conto di tutti i componenti che si dovranno approvvigionare e installare per mettere in servizio la tubazione. Orientandosi verso la soluzione flangiata, oltre alla valvola è necessario acquistare: 2 flange a collarino, 2 guarnizioni, 1 set di tiranteria, che in campo criogenico dovranno essere di costoso acciaio inossidabile austenitico. Nel corso del montaggio delle valvole una serie di operazioni sono simili per entrambe le soluzioni: realizzare 2 saldature orbitali (con RX); posizionare con precisione alcuni elementi per realizzare la connessione. Nella versione flangiata: saldare di testa due flange a collarino e inserirvi la valvola. Nella versione a saldare: saldare alla linea una valvola pesante e ingombrante. Entrambe le operazioni sono economicamente equivalenti considerando il tempo, la manodopera e i mezzi di sollevamento. A questo punto la valvola a saldare è pronta mentre per la valvola flangiata è necessario inserire la stessa tra le flange centrando la guarnizione e serrando tiranti e dadi. Nella tabella 9 tutti i costi sono stimati considerando i prezzi di vendita di una valvola flangiata. Dopo aver preso in considerazione tutti gli elementi risulta che il costo totale per la valvola BW è inferiore a quello della valvola flangiata.

	16" B16.5	36" B16.47 Tavola A
Valvola flangiata	100 %	100 %
Flangia a collarino	30 %	19 %
Bulloneria	8 %	8 %
Guarnizione	2 %	4 %
Serraggio	3 %	2 %
<b>Valvola Flangiata</b>	<b>Tot. 143 %</b>	<b>133 %</b>
Valvola BW	137 %	129 %
Δ BW / Flang.	-4 %	-3 %

Tab. 9 - Comparazione Flangiata / BW



DN	NPS	Peso		% BW/FL
		Flangiata (corpo)	BW (coperchio)	
400	20"	218	28	13 %
900	36"	1736	164	9 %

Tab. 10 - Pesi da movimentare durante le operazioni di manutenzione

**Costi di manutenzione Bolting time.** Sovente durante la messa in servizio dell'impianto si devono sostituire alcuni seggi a causa dei danni che si verificano durante il flussaggio delle linee. Nel contempo si può rendere necessaria la verifica del buon funzionamento di qualche altra valvola. In seguito, durante le operazioni di manutenzione e revisione ad altre valvole dovranno essere sostituiti i seggi. In entrambe le occasioni la valvola BW risulta più vantaggiosa rispetto a quella flangiata.

Nel caso in cui si debba sostituire il seggio si è obbligati a sflangiare la valvola rimuovendola dalla linea e portandola in officina per la manutenzione, mentre per la valvola BW è sufficiente aprirne il coperchio e provvedere sul posto alla sostituzione del seggio.

Nel caso di una valvola flangiata si è costretti a isolare il comando dal sistema di controllo, quindi, prima di smontare l'attuatore, si dovrà provvedere allo smontaggio dei fine corsa, delle valvole a solenoide e rimuovere le connessioni pneumatiche o idrauliche. Queste operazioni generalmente si svolgono in aree con rischio di esplosione. Un elettricista qualificato dovrà essere incaricato di assistere e sovrintendere al lavoro dei meccanici.

La tabella 10 illustra i pesi interessati alle manovre per entrambe le soluzioni. Nel caso della valvola a saldare di grande diametro non sarà necessario prevedere una gru ma un semplice paranco per movimentare il materiale. La tabella 11 evidenzia come un minor numero di dadi e di diametro inferiore devono essere movimentati nel caso della valvola BW. Detta bulloneria è situata nella parte superiore della valvola quindi facilmente accessibile.

# GRANDANGOLO

KSB - COMPARAZIONE TRA LE VALVOLE A SALDARE E LE VALVOLE FLANGIATE

Valvole flangiate					Valvola BW		% BW/FL
DN	NPS	Flange standard	Numero dadi cad. flangia	Diametro dei dadi	Num. dadi sul coperchio	Diam. dadi	
400	20"	ANSI B16.5	32	M27	30	M16	56 %
900	36"	ANSI B16.47 Tavola A	64	M40	60	M20	47 %

Tab. 11 - Stima tempo risparmiato tra flangiata/BW

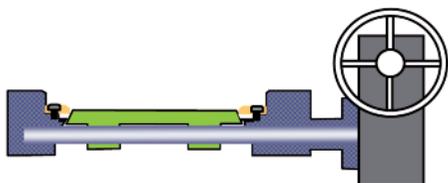


Figura 3: Valvola flangiata con seggio sul corpo

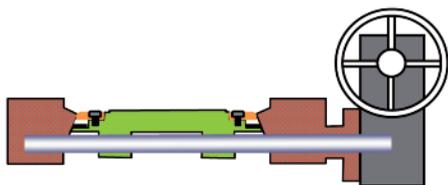


Figura 4: Valvola flangiata con seggio sul disco

Il tempo si riduce quasi alla metà quando si lavora sui dadi di una valvola BW rispetto all'equivalente flangiata. Ovvero quando un manutentore avrà finito il lavoro sulla valvola BW l'altro avrà terminato solamente lo smontaggio della valvola flangiata.

**Importanza della posizione della sede.** L'ultimo fattore da non trascurare è la posizione degli elementi di tenuta.

Vi è una sostanziale differenza tra una sede sul corpo valvola ed una sul diametro del disco. Normalmente è più veloce intervenire su una sede posizionata sul corpo valvola sia che questa sia flangiata o a saldare.

**Caso di valvola flangiata.** Sede nel corpo valvola. In questo caso il tecnico potrà posizionare la valvola sul banco di lavoro per provvedere alla manutenzione della sede rimuovendo l'anello di tenuta, sostituire il seggio e rimontare il tutto. Sede sul disco. Questo seggio non è accessibile se la valvola è in posizione di chiuso. Il manutentore dovrà quindi aprire la valvola per rimuovere la sede usurata. Quando si tratta di una valvola di medio o grande diametro, se i componenti non sono sufficientemente rigidi e tendono a deformarsi quando vengono issati in posizione verticale si è costretti a ruotare l'albero di 180° (operazione che comporta lo smontaggio dell'attuatore). Prima di provvedere alla rimozione dell'anello di tenuta e del seggio lamellare, si è costretti a mettere la valvola in posizione orizzontale. A sostituzione avvenuta si dovrà rimettere la valvola in posizione verticale prima di riportare l'albero nella posizione di chiusura (ulteriore rotazione a 180°), infine rimontare attuatore e accessori posizionando poi l'anello di tenuta.

**Caso della valvola a saldare BW.** Seggio posizionato nel corpo. Il manutentore, dopo aver aperto il coperchio, opera come nel caso della valvola flangiata. Rimuoverà la flangia di fissaggio, sostituendo il seggio, ricollocherà la flangia di fissaggio e rimonterà il coperchio. Seggio posizionato sul disco. Se la valvola è ben progettata il seggio è sostituibile. Il lettore prenda atto che, per consentire questa operazione, sarà necessario inserire una flangia ad anello per tenere in posizione la guarnizione. Poiché questa è sistemata dietro al seggio essa dovrà essere montata nel miglior modo possibile. Quando la pressione preme sul retro del seggio, montato sul disco la forza (che può arrivare a diverse tonnellate) è parzialmente trasmessa anche al seggio del corpo. Poiché il seggio è tenuto in posizione da alcune viti, a valvola chiusa queste tendono ad allungarsi a causa della pressione. In apertura la pressione, che il seggio applica alla guarnizione si ridurrà. In queste condizioni esiste il rischio di innescare una perdita e il progettista deve tenere la cosa in alta considerazione. Inoltre, se si compara questa valvola con una che ha il seggio sul corpo si vedrà che il tempo richiesto per la manutenzione è almeno doppio. Si dovranno svitare un consistente numero di viti (una serie per il seggio e una serie sulla tenuta del corpo), il tutto aggravato dalla difficoltà di raggiungere la sede del corpo attraverso l'apertura del coperchio.

**Ulteriori considerazioni sulle valvole a saldare.** In occasione dell'acquisto di una valvola a saldare (BW) è importante prendere in considerazione come il coperchio garantisce la tenuta. Due particolari sono da verificare: il materiale della guarnizione che deve garantire la perfetta tenuta nel tempo e sopportare numerosi cicli con fortissimi sbalzi termici. Un anello metallico sarà meno soggetto a movimenti rispetto a un equivalente in grafite. Le viti che assicurano il coperchio sfruttano il loro limite elastico per tenerlo in posizione. Questo permette loro di resistere alla pressione cui viene

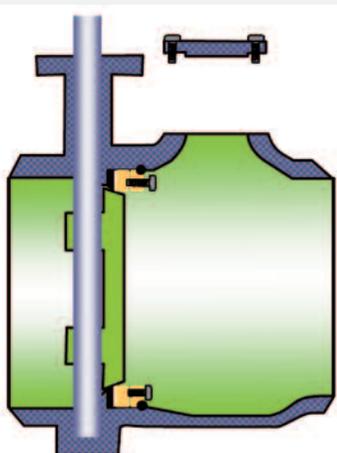


Figura 5: Valvola BW con seggio sul corpo

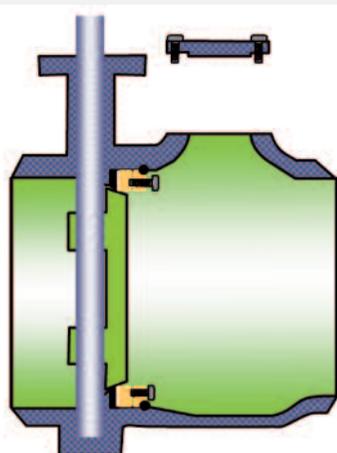
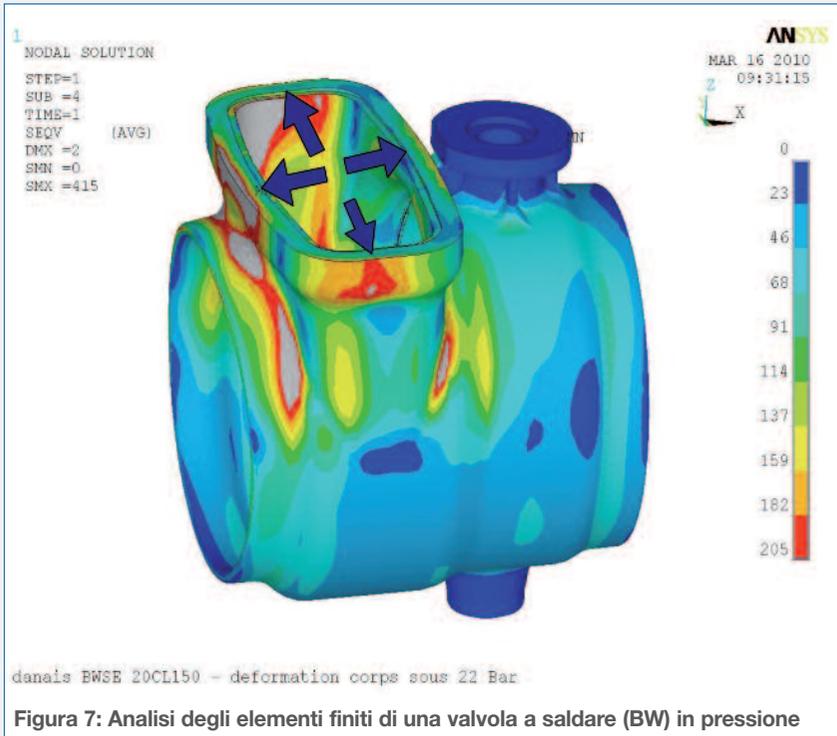


Figura 6: Valvola BW con seggio sul disco



sottoposto il coperchio, comprimendo correttamente la guarnizione senza essere soggetta a ulteriori stress. La pressione della linea si scarica sul coperchio, generalmente di forma rettangolare realizzata nel corpo valvola. La pressione tenderà ad aprirlo.

Per contrastare questa potenziale e pericolosa deformazione, il progettista dovrà rinforzare l'apertura per assicurare la perfetta tenuta delle viti e mantenere appropriata la compressione del coperchio.

Il tutto è rivolto a compensare ogni stress. Ultimo atto da parte del produttore sarà quello di analizzare ogni componente. Quando la pressione e/o il diametro della valvola aumenta il problema si farà sempre più importante. All'aumentare della dimensione del disco il coperchio dovrà essere dimensionato di conseguenza per aumentarne la resistenza. Il coperchio potrà avere uno spessore massimo di 80 mm.

Oltre questo limite non è possibile l'utilizzo di una valvola a saldare (BW) e si è costretti a indirizzarsi verso una valvola flangiata. Questa eventualità è piuttosto rara nell'applicazione considerata.

## POLVERIMETRI CERTIFICATI QAL-1

secondo EN 14181 / EN 13284-2

**ELECTRODYNAMIC**  
INSIDE

Elettrodinamici

CERTIFIED PRODUCT  
TUV  
RENOVA 2.1.1.1

**PRASCATTER**  
INSIDE

Diffrattometri laser

M/CERT

**DYNAMICAPACITY**  
INSIDE

Opacimetri a scintillazione

PCME

Analisi emissione polveri

Controllo filtri

**icm**  
Ital Control Meters  
STRUMENTAZIONE INDUSTRIALE

Strumentazione  
e sistemi per controlli  
di processo

L'analizzatore migliore per ogni applicazione

Ital Control Meters srl | Via della Valle 67 | 20048 Carate Brianza, MB  
Tel. 0362-805.200 r.a. | Fax 0362-805.201 | info@italcontrol.it

www.italcontrol.it

