

C1	28/03/13	Revisione per aggiornamento	DV	DL	LM
C0	31/08/10	Emissione per approvazione	DV	DL	LM
REVISIONE	DESCRIZIONE		EL.	CON.	APP.

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE

NUOVI INTERVENTI PER LA SALVAGUARDIA
DI VENEZIA

LEGGE N. 798 DEL 29-11-1984
CONVENZIONE REP. N. 7191 DEL 04-10-1991
ATTO ATTUATIVO REP. 8245 DEL 03-12-2007 (PROGETTAZIONE)
ATTO ATTUATIVO REP. 8602 DEL 08-02-2013 (OPERA)

INTERVENTI ALLE BOCCHE LAGUNARI PER
LA REGOLAZIONE DEI FLUSSI DI MAREA

CUP: D51B02000050AC1 (OPERA)

PROGETTO ESECUTIVO

WBS: LN.I1.48
WBE: LN.I1.48.PE.03

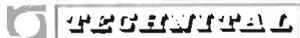
BOCCA DI LIDO SAN NICOLO' - PARATOIE E CONNETTORI
PARATOIE

ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI
RELAZIONE TECNICA

ELABORATO D.  D. Marisco	CONTROLLATO  D. Lesina	APPROVATO  L. Mazza
N. ELABORATO MV082P-PE-NAR-2013-C1	CODICE FILE MV082P-PE-NAR-2013-C1.doc	DATA 28 Marzo 2013

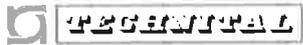
CONSORZIO "VENEZIA NUOVA"

<p>COORDINAMENTO PROGETTAZIONE</p> <p>VERIFICATO:  L. CARRETTA</p> <p>CONTROLLATO:  V. ARDONE</p> <p> CONSORZIO VENEZIA NUOVA M. BERTOLLO</p>	<p>PROGETTAZIONE</p> <p> IL RESPONSABILE: ING. A. SCOTTI a) civile e ambientale b) industriale PROGETTAZIONE SPECIALISTICA A 9782 TECON</p>
--	---

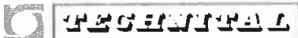
	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 2
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

INDICE

1.	OGGETTO E SCOPO.....	5
2.	CONCLUSIONI.....	7
3.	RIFERIMENTI.....	9
3.1.	Paratoie	9
3.2.	Gruppi cerniera-connettore	11
3.3.	Cassoni e analisi geotecniche	12
4.	TRAFERRI E SISTEMI DI RIFERIMENTO	14
4.1.	Generalità.....	14
4.2.	Traferri nominali.....	15
4.3.	Variazioni dei trasferri.....	18
4.4.	Sistemi di riferimento	20
5.	CAUSE DI VARIAZIONE DEI TRAFERRI E LORO EFFETTO	22
5.1.	Generalità.....	22
5.2.	Tolleranze di costruzione dei cassoni	24
5.3.	Tolleranze di posizione del cassone.....	27
5.4.	Variazioni termiche, ritiro/rigonfiamento e viscosità in barriera	31
5.4.1.	Generalità	31
5.4.2.	Variazioni termiche delle paratoie	31
5.4.3.	Variazioni volumiche dei cassoni	32
5.4.4.	Condizioni equivalenti per le variazioni volumiche in X di paratoie e cassoni	35
5.5.	Tolleranze di posizione dei connettori sui cassoni di fondazione	37
5.5.1.	Generalità	37
5.5.2.	Variazioni in X	41
5.5.3.	Variazioni in Y	44
5.5.4.	Variazioni in Z	48
5.5.5.	Effetti sui trasferri	52
5.6.	Tolleranze di costruzione delle paratoie e tolleranze/spostamenti in X del componente mobile (maschio) del connettore	53
5.7.	Rotazione e spostamenti delle paratoie.....	58
5.8.	Sisma.....	60

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 3
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

6.	SINTESI DEGLI EFFETTI DELLE TOLLERANZE SULLE AMPIEZZE DEI TRAFERRI.....	61
6.1.	Generalità.....	61
6.2.	Traferri tra paratoie a riposo in fase di installazione	62
6.3.	Traferri tra paratoie a riposo in fase di esercizio	63
6.4.	Traferri tra paratoie a riposo e cassoni.....	64
6.5.	Traferri per paratoie in esercizio all'angolo di lavoro di 45°	65
6.6.	Traferri minimi per paratoie in esercizio	66

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 4
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

INDICE DELLE FIGURE

Fig. 4.1 – Pianta chiave dei traferri nominali.....	16
Fig. 4.2 - Traferro tra paratoia e cassone lato mare.....	17
Fig. 4.3 - Traferro tra paratoia e cassone lato laguna.....	17
Fig. 4.4 – Pianta chiave della variazione dei traferri.....	18
Fig. 4.5 – Assi di riferimento per un cassone.....	20
Fig. 4.6 – Assi di riferimento per una paratoia.....	21
Fig. 5.1 – Tolleranza di posizione del piano dei collari: ± 5 mm ognuno.....	24
Fig. 5.2 – Tolleranza sulla posizione delle pareti verticali della sella di alloggiamento paratoie.....	25
Fig. 5.3 – Tolleranza sulla posizione del piano dei collari: effetto su giunto.....	25
Fig. 5.4 – Barriera di Lido San Nicolò - Planimetria.....	28
Fig. 5.5 – Barriera di Lido San Nicolò – Cedimenti a fine costruzione e a 100 anni (ref. MV125P-PE-NCR-5030 della WBE LN.H1.43.PE.08)	28
Fig. 5.6 – Tolleranza trasversale (cedimento differenziale) di posizione del cassone.....	29
Fig. 5.7 – Tolleranza longitudinale (cedimento differenziale) di posizione del cassone.....	30
Fig. 5.8 – Tolleranza in pianta (rotazione nel piano) di posizione del cassone.....	30
Fig. 5.9 - Rappresentazione schematica degli effetti di variazioni in X delle posizioni degli snodi fissi per effetto di variazioni volumiche del cassone.....	33
Fig. 5.10 – Posizione schematica di due paratoie adiacenti in avvicinamento per effetto delle tolleranze in X sui centri degli snodi – piano xy.....	38
Fig. 5.11 – Posizione schematica di due paratoie adiacenti convergenti per effetto delle tolleranze in Y sui centri degli snodi – piano xy.....	39
Fig. 5.12 – Posizione schematica di due paratoie adiacenti convergenti per effetto delle tolleranze in Z sui centri degli snodi – piano xz.....	39
Fig. 5.13 - avvicinamento paratoie e riduzioni dx dei traferri.....	43
Fig. 5.14 – Posizione schematica delle paratoie per effetto delle tolleranze in Y sui centri degli snodi – piano xy.....	47
Fig. 5.15 – Posizione schematica delle paratoie per effetto delle tolleranze in Z sui centri degli snodi – piano XZ.....	51
Fig. 5.16 – Tolleranze di costruzione delle paratoie.....	53
Fig. 5.17 – Tolleranze di costruzione delle paratoie – Posizionamento delle paratie longitudinali.....	54
Fig. 5.18 – Massima e minima posizione (in rosso) dei centri degli snodi su due paratoie, rispetto alle posizioni teoriche (in nero).....	56
Fig. 5.19 – Posizione al montaggio di due paratoie contigue rispettivamente con il massimo e il minimo spostamento (in rosso) per riportare gli snodi fissi in posizione sul cassone.....	56

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 5
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

1. OGGETTO E SCOPO

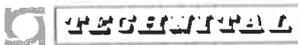
Scopo di questo rapporto è la verifica della congruenza delle tolleranze e degli spostamenti di costruzione ed installazione del sistema di paratoie, connettori e cassoni di fondazione con l'operatività delle paratoie durante le chiusure dello sbarramento e di valutare le condizioni dei trasferri all'installazione delle paratoie.

Dopo il completamento del Progetto Esecutivo dei cassoni di barriera e delle loro fondazioni e soprattutto in funzione degli elementi di novità derivanti dalla sperimentazione e dalle scelte di fornitura (in particolare degli snodi) per il gruppo cerniera-connettore, sono stati riscontrati contributi più sfavorevoli per il disallineamento dei centri degli snodi, che definiscono la posizione reciproca delle paratoie e influiscono quindi sui trasferri. La presente revisione tiene conto di tali nuovi elementi.

La valutazione delle tolleranze di posizione delle cerniere rispetto alla loro posizione nominale è stata sviluppata nel documento MV082P-PE-NAR-2014 "Effetti delle tolleranze e degli spostamenti sulle cerniere" di questa WBE. Lo scopo di tale documento è evidenziare la compatibilità con le risorse disponibili degli snodi sferici, sia durante la fase di installazione delle paratoie che di esercizio della barriera, e ad esso si rimanda per la descrizione e la quantificazioni di:

- tolleranze dimensionali e geometriche dei componenti meccanici (incluse quelle pertinenti l'interfaccia con le paratoie) e del cassone in c.a.;
- tolleranze di installazione del gruppo cerniera-connettore, parte fissa e parte mobile;
- effetti dimensionali dovuti alle variazioni termiche;
- spostamenti elastici causati dai carichi esterni e dalla variazione delle condizioni di vincolo;
- spostamenti conseguenti agli effetti di creep e ritiro sul cassone di soglia;
- errori di misura.

I contributi legati alla parte fissa del connettore, inghisata nel cassone di soglia, sono fortemente dipendenti dalla modalità costruttiva adottata per le opere civili di barriera, avviata in tura mediante la prefabbricazione dei cassoni di soglia, proseguita con il rela-

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	EI. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 6
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

tivo varo, trasporto e installazione in trincea, fino all'installazione delle paratoie (comprehensive dell'elemento mobile del connettore) tramite lo specifico mezzo (jack-up).

I contributi legati alla parte mobile sono influenzati dalle tolleranze dei suoi componenti e dalle tolleranze e dai giochi dei loro accoppiamenti (inclusi quelli con la parte fissa) e dalle caratteristiche e modalità costruttive della paratoia, in particolare dalle lavorazioni per le zone di connessione all'elemento maschio.

Per l'analisi dei trasferri, soprattutto per quelli tra paratoie adiacenti su due cassoni contigui, concorrono inoltre gli effetti dei moti rigidi, legati alle tolleranze di posa dei cassoni in trincea e ai cedimenti geotecnici differenziali, dovuti alla sequenza costruttiva, alla disomogeneità del piano di appoggio e ai carichi applicati in esercizio. Tali contributi sono richiamati in questo rapporto.

Lo studio è articolato nelle seguenti fasi:

- individuazione dei sistemi di riferimento e dei trasferri significativi per i quali effettuare il controllo;
- individuazione delle cause di variazione dei trasferri:
 - tolleranze di costruzione delle paratoie,
 - tolleranze di posizione e spostamenti dei centri dei fori degli snodi dei gruppi cerniera-connettore,
 - tolleranze di costruzione dei cassoni,
 - tolleranze di posizione e spostamenti dei cassoni,
 - variazioni termiche,
 - sisma,
 - rotazione e spostamenti delle paratoie a barriera sollevata;
- per le cause sopra riportate, analisi della riduzione del traferro, a riposo e a barriera sollevata:
 - fra due paratoie contigue sullo stesso cassone di fondazione,
 - fra due paratoie contigue in due cassoni di fondazione adiacenti,
 - fra paratoia e pareti verticali del cassone di fondazione lato mare,
 - fra paratoia e pareti verticali del cassone di fondazione lato laguna.

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 7
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

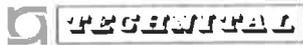
2. CONCLUSIONI

Lo studio verifica che i traferri nominali di progetto, anche considerando la peggiore combinazione dei contributi sfavorevoli di tutti i fattori in gioco con il loro massimo valore, si riducono senza comportare il contatto delle paratoie, né in posizione di riposo a 0°, né nella posizione di lavoro a 45°, né agli angoli di oscillazione previsti attorno alla posizione di lavoro o superiori.

Il possibile traferro residuo è sempre minore per la fase di esercizio, per i traferri tra paratoie sullo stesso cassone e in corrispondenza dell'inizio della rastremazione (sia per paratoie sullo stesso cassone sia per paratoie su cassoni contigui), come evidenziato nella tabella riassuntiva seguente.

FASE DI ESERCIZIO	TRAFERRI RESIDUI			
	Paratoie nello stesso cassone		Paratoie su cassoni contigui	
Condizione	in punta (G4)	a inizio rastremazione (G4 R)	in punta (G1)	a inizio rastremazione (G1 R)
A riposo installazione	88 mm	46 mm	116 mm	79 mm
A riposo esercizio	79 mm	40 mm	108 mm	74 mm
All'angolo di lavoro 45°	45 mm	24 mm	46 mm	45 mm
Minimo (angolo al quale si verifica)	44 mm (53°)	24 mm (51°)	41 mm (63°)	43 mm (61°)
<i>TRAFERRI NOMINALI</i>	<i>140 mm</i>	<i>80 mm</i>	<i>220 mm</i>	<i>160 mm</i>

Dalle tabelle di dettaglio riportate al capitolo 6, si osserva che in esercizio le variazioni della posizione del centro degli snodi costituiscono il 81%÷86% della riduzione del traferro tra paratoie sullo stesso cassone e circa il 47%÷52% della riduzione del traferro tra paratoie estreme di due cassoni contigui, per il quale ultimo le tolleranze di posa e costruzione e i cedimenti dei cassoni incidono per il 33÷34%. La freccia della paratoia per effetto del carico trasversale

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 8
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

La riduzione dei traferri tra paratoie e cassoni, lungo gli spigoli lato mare e lato laguna, non è critica e riguarda solo le paratoie a riposo: i traferri residui raggiungono minimi di 37 mm (lato mare) e 39 mm (lato laguna), a partire da traferri nominali rispettivamente di 55 mm e 70 mm, riferiti alla distanza tra cassone ed alette di gomma, per la fase di esercizio.

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 9
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

3. RIFERIMENTI

3.1. Paratoie

Le paratoie sono oggetto della presente WBE:

- WBE: LN.II.48.PE.03 - Paratoie - Il progetto riguarda la fornitura delle paratoie della barriera di Lido San Nicolò, incluse quelle di rispetto (20 paratoie + 2 paratoie di rispetto), inclusi gli allestimenti. Non sono compresi il montaggio e la fornitura degli strumenti, la fornitura e il montaggio dell'elemento maschio del gruppo cerniera connettore e l'installazione delle paratoie.

L'elenco completo dei documenti di progetto è riportato in

MV082P-PE-NZL-2001	Bocca di Lido San Nicolò – Paratoie e connettori – Paratoie ELENCO ELABORATI
--------------------	---

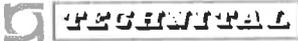
Per una descrizione completa delle paratoie, del loro funzionamento e delle loro caratteristiche si rimanda a:

MV082P-PE-NAR-2000	Bocca di Lido San Nicolò – Paratoie e connettori – Paratoie RELAZIONE TECNICA GENERALE
MV082P-PE-NAR-2018	Bocca di Lido San Nicolò – Paratoie e connettori – Paratoie NOTE INTEGRATIVE SULLE RELAZIONI DI CALCOLO

Le analisi del presente rapporto fanno riferimento in particolare ai seguenti documenti del Progetto Esecutivo:

 VEGENITAL	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 10
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

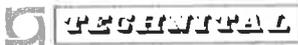
CODICE	TITOLO
RELAZIONI	
MV082P-PE-NAR-2014	Bocca di Lido San Nicolò – Paratoie e connettori – Paratoie EFFETTI DELLE TOLLERANZE E DEGLI SPOSTAMENTI SULLE CERNIERE
SPECIFICHE	
MV082P-PE-NAS-2001	Bocca di Lido San Nicolò – Paratoie e connettori – Paratoie SPECIFICA TECNICA – MATERIALI, FABBRICAZIONE E CONTROLLI
MV082P-PE-NNS-2002	Bocca di Lido San Nicolò – Paratoie e connettori – Paratoie SPECIFICA TECNICA – PARABORDI ED ELEMENTI IN GOMMA
ELABORATI GRAFICI	
MV082P-PE-NAD-2001	Bocca di Lido San Nicolò – Paratoie e connettori – Paratoie BARRIERA DI SAN NICOLÒ – PLANIMETRIA GENERALE
MV082P-PE-NAD-2002	Bocca di Lido San Nicolò – Paratoie e connettori – Paratoie BARRIERA DI SAN NICOLÒ – PROSPETTI E SEZIONI GENERALI
MV082P-PE-NAD-2003	Bocca di Lido San Nicolò – Paratoie e connettori – Paratoie VISTE DI ASSIEME TRIDIMENSIONALI DELLA PARATOIA ALLESTITA
MV082P-PE-NAD-2005	Bocca di Lido San Nicolò – Paratoie e connettori – Paratoie TOLLERANZE DI COSTRUZIONE
MV082P-PE-NAD-2007	Bocca di Lido San Nicolò – Paratoie e connettori – Paratoie ASSIEME STRUTTURALE
MV082P-PE-NAD-2060	Bocca di Lido San Nicolò – Paratoie e connettori – Paratoie STRUTTURA PRINCIPALE – FORATURE PER ELEMENTI DI GOMMA SU SPIGOLI LATO MARE E LAGUNA
MV082P-PE-NAD-2200	Bocca di Lido San Nicolò – Paratoie e connettori – Paratoie PIANO GENERALE TAV. 1
MV082P-PE-NAD-2201	Bocca di Lido San Nicolò – Paratoie e connettori – Paratoie PIANO GENERALE TAV. 2
MV082P-PE-NAD-2279	Bocca di Lido San Nicolò – Paratoie e connettori – Paratoie ALLESTIMENTO – ELEMENTI DI GOMMA SU SPIGOLI LATO MARE E LAGUNA

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 11
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

3.2. Gruppi cerniera-connettore

Per una descrizione completa dei gruppi cerniera-connettore, del loro funzionamento e delle loro caratteristiche si rimanda alla WBS LN.I1.48 Bocca di Lido San Nicolò – Paratoie e connettori, in particolare:

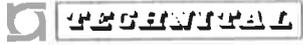
- WBE: LN.I1.48.PE.01 - Studio B.7.03/II “Completamento della sperimentazione sul gruppo cerniera-connettore delle paratoie e costruzione della preserie”.
- WBE: LN.I1.48.PE.02 - Connettori - Fornitura della carpenteria metallica per la realizzazione dell’elemento femmina della barriera di San Nicolò.
- WBE: LN.I1.48.PE.04 - Connettori – Gruppi di aggancio e tensionamento. La WBE in oggetto riguarda la fornitura franco cantiere, presso la base operativa del rilevato di prefabbricazione di Malamocco, di 41 gruppi di aggancio e tensionamento dei connettori.
- WBE: LN.I1.48.PE.05 - Connettori – Attrezzatura di montaggio e installazione elemento maschio del connettore.
- WBE: LN.I1.48.PE.05A - Connettori – Attrezzatura di montaggio e installazione elemento maschio di Lido Treporti.
- WBE: LN.I1.48.PE.06 - Connettori – Elemento Femmina. La WBE in oggetto riguarda la fornitura franco cantiere, presso la base operativa del rilevato di prefabbricazione di Malamocco, degli elementi femmina dei connettori pertinenti alle 20 paratoie che saranno installate in barriera e il primo pezzo di riserva per un totale di 41 pezzi.
- WBE: LN.I1.48.PE.07A - Paratoie – Elemento Femmina. Installazione paratoie di Treporti (carrellone).
- WBE: LN.I1.48.PE.08 - Connettori – Elemento maschio. Fornitura lamiera (con procedura di gara) e fornitura franco cantiere, presso un’idonea area di stoccaggio, dei 44 elementi maschio.

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 12
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

3.3. Cassoni e analisi geotecniche

Per una descrizione completa dei cassoni e dei componenti rilevanti per la valutazione dei traferri, si rimanda alla WBS LN.H1.43 - Bocca di Lido San Nicolò – Barriera: palancole, preparazione dei recessi, opere civili, in particolare:

- WBE: LN.H1.43.PE.05 - Cassoni di soglia : il progetto riguarda la realizzazione del cassone cellulare di soglia NB-A01 di lunghezza 40 m, provvisto di tutte quelle predisposizioni che richiedono l'inghisaggio nei getti in opera e/o in celle non più accessibili a fine costruzione.
- WBE: LN.H1.43.PE.06 - Cassoni di soglia : il progetto riguarda la realizzazione del cassone cellulare di soglia NB-B01 ÷ NB-B02 di lunghezza 60 m, provvisto di tutte quelle predisposizioni che richiedono l'inghisaggio nei getti in opera e/o in celle non più accessibili a fine costruzione.
- WBE: LN.H1.43.PE.07 - Cassoni di soglia : il progetto riguarda la realizzazione del cassone cellulare di soglia NB-B03 ÷ NB-B06 di lunghezza 60 m, provvisto di tutte quelle predisposizioni che richiedono l'inghisaggio nei getti in opera e/o in celle non più accessibili a fine costruzione.
- WBE: LN.H1.43.PE.08 – Preparazione dei recessi, in cui si valutano i cedimenti della barriera lungo l'intera vita dell'opera.
- WBE: LN.H1.43.PE.09 - Completamento dei cassoni di soglia I° fase: il progetto comprende alcuni elementi accessori fondamentali per la funzionalità dell'insieme dei cassoni di barriera in esercizio (collari porta giunti e giunti Gina) ed in fase di trasporto ed installazione (torrini provvisori e tamponi di chiusura, di testata e di coperta).
- WBE: LN.H1.43.PE.12 - Inghisaggio degli elementi femmina del gruppo cerniera-connettore: il progetto contempla l'inghisaggio degli elementi femmina e l'installazione dei gruppi di aggancio.
- WBE: LT.H1.43.PE.14 (in corso) –Trasporto e installazione dei cassoni: il progetto è relativo alle forniture e attività necessarie per eseguire il trasporto e l'installazione dei cassoni di barriera e include la valutazione dei cedimenti di fondazione dei cassoni di barriera e la definizione delle tolleranze di posa dei cassoni.

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 13
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 14
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

4. TRAFERRI E SISTEMI DI RIFERIMENTO

4.1. Generalità

I valori nominali del traferro tra paratoie adiacenti sono stati definiti sulla base delle esigenze complessive di funzionamento dell'opera.

La precisione raggiungibile nella realizzazione dei manufatti e nella loro installazione, nonché gli spostamenti temporanei e permanenti del sistema in fase di esercizio, modificano il traferro nominale, determinando l'effettiva distanza tra elementi contigui.

Le tabelle riportate ai successivi paragrafi riassumono le principali fonti di deviazione dal teorico che portano ad una riduzione del valore nominale del traferro nelle due direzioni trasversale e longitudinale (per longitudinale si intende la direzione in cui si sviluppa la barriera, per trasversale la direzione a questa ortogonale, nel senso di sviluppo del canale di bocca).

Per la determinazione del traferro si considerano le paratoie in posizione orizzontale ed in varie posizioni angolari, da 0° fino a 80° (posizione che non viene raggiunta, neppure in presenza delle massime oscillazioni previste sotto l'azione del moto ondoso), in modo da individuare eventuali angoli di rotazione che comportino ulteriori riduzioni del traferro, a causa delle inclinazioni assunte dagli assi di rotazione delle paratoie per effetto delle tolleranze considerate.

Tutte le valutazioni relative alla diminuzione dei traferri sono state condotte con modelli numerici e grafici 3-D delle paratoie e dei cassoni, agendo direttamente sui parametri geometrici considerati all'origine di variazioni rispetto alle posizioni teoriche, derivanti da deformazioni, spostamenti e tolleranze costruttive.

Tutte le misure nominali sono riferite alla temperatura di 20°.

 TECENITAL	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 15
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

4.2. Traferri nominali

La struttura delle paratoie è uno scatolare metallico costituito da fasciami di tipo navale (lamiere irrigidite da bulbi), irrigidito da telai trasversali e paratie longitudinali, realizzati con travi composte e lamiere.

Le dimensioni di ogni paratoia, al netto delle protezioni laterali in gomma sugli spigoli superiori lato mare e lato laguna, sono:

lunghezza totale (esclusi elementi di gomma)	m	26,70
lunghezza da asse cerniere	m	26,05
lunghezza retta (dal retro)	m	12,75
lunghezza rastremata (dalla punta)	m	13,95
larghezza massima	m	19,92
larghezza in punta	m	19,86
rastremazione (per lato)	mm	30
altezza	m	4,00
distanza asse cerniere da estradosso	m	0,80
punti di sospensione per dispositivi di aggancio (twist lock)		
interasse longitudinale (lungo la barriera)	m	10,00
interasse trasversale (direzione mare-laguna)	m	19,20
distanza della coppia lato mare da asse cerniere	m	3,10

La paratoia è leggermente rastremata sui fianchi, mediante deviazione dei fasciami laterali, fino a un massimo di 30 mm per lato: si ha quindi un aumento di 60 mm del traferro tra paratoie in corrispondenza della punta (lato mare).

Lo schema dei traferri è illustrato schematicamente nella successiva figura.

Si noti che ogni paratoia ha due gruppi cerniera-connettore, uno dei quali con boccia fissa in direzione X, l'altro dotato di boccia con gioco per recuperare gli spostamenti differenziali in X: si considera fisso il perno sinistro di ogni paratoia (nella figura si assume convenzionalmente fissa la cerniera di sinistra).

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 16
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

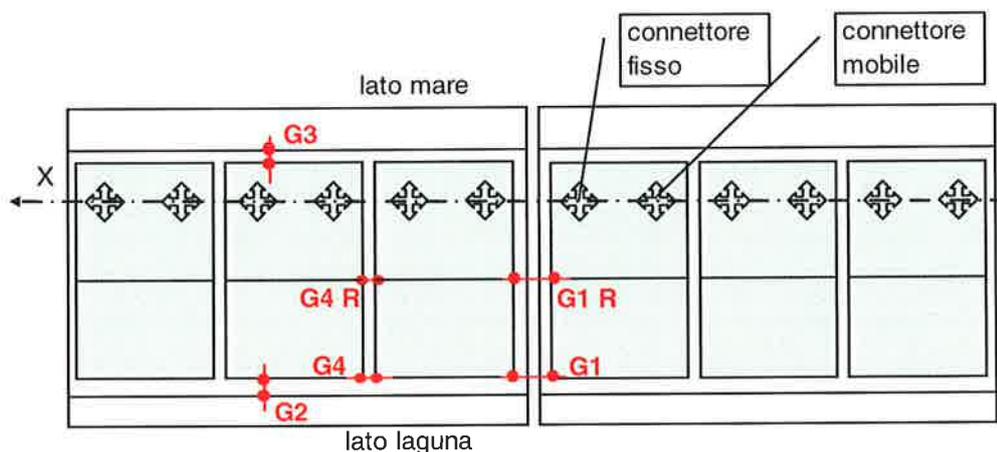


FIG. 4.1 – PIANTA CHIAVE DEI TRAFERRI NOMINALI

Il traferro nominale tra due paratoie contigue (traferro in direzione trasversale alla barriera) dallo spigolo lato mare fino all'inizio della rastremazione è di:

- 80 mm nel caso di paratoie installate sullo stesso cassone (G4 R);
- 160 mm nel caso di due paratoie installate su cassoni contigui, ai due lati del giunto tra i due cassoni (G1 R).

Il traferro nominale tra due paratoie contigue (traferro in direzione trasversale alla barriera) in corrispondenza della punta lato mare (massima rastremazione di 20 mm per lato) è di:

- 140 mm nel caso di paratoie installate sullo stesso cassone (G4);
- 220 mm nel caso di due paratoie installate su cassoni contigui, ai due lati del giunto tra i due cassoni (G1).

Il traferro tra una spalla e la prima paratoia (non indicato in figura) è di 180 mm minimo e 210 mm massimo (in corrispondenza della punta).

Non si riporta pertanto l'analisi della riduzione dei traferri tra la spalla e il primo cassone, in quanto l'ampiezza del giunto è di poco inferiore a quella dei giunti tra paratoie contigue su cassoni differenti, ma gli effetti della riduzione dovuti alle tolleranze sulle paratoie (tolleranze di costruzione delle paratoie e di posizione dei centri degli snodi) sono dimezzati, in quanto è assente una delle due paratoie. Tale giunto risulta pertanto in condizioni meno critiche degli altri.

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 17
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

I traferri nominali tra la paratoia e gli spigoli del cassone di fondazione (traferri longitudinali, G2 e G3 in figura) sono di:

- lato mare (G3) 760 mm al ferro della paratoia
 55 mm al profilo di gomma (*)
- lato laguna (G2) 150 mm al ferro della paratoia
 70 mm al profilo di gomma

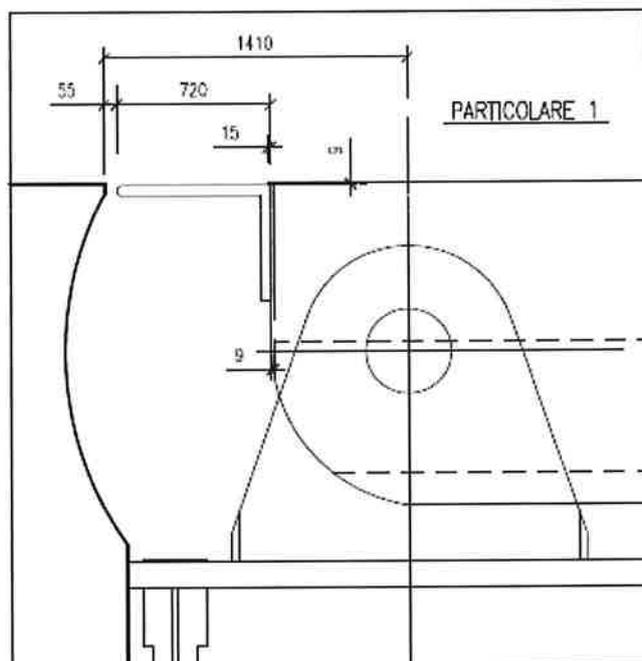


FIG. 4.2 - TRAFERRO TRA PARATOIA E CASSONE LATO MARE

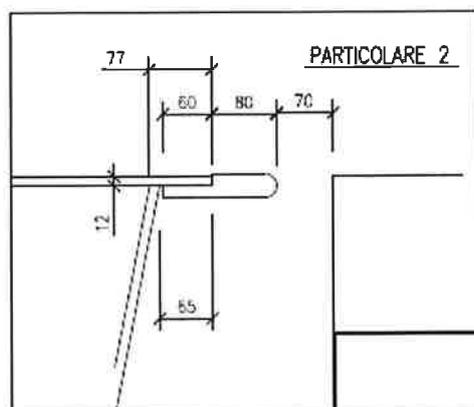


FIG. 4.3 - TRAFERRO TRA PARATOIA E CASSONE LATO LAGUNA

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 18
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

4.3. Variazioni dei traferri

Per ampiezza del traferro si intende:

- fra paratoie adiacenti (traferri trasversali) la minima distanza tra gli spigoli laterali di due paratoie contigue;
- fra paratoia e cassone (traferri longitudinali) la minima distanza tra lo spigolo del fasciame posteriore superiore (o lo spigolo delle guarnizioni di gomma posizionate sui bordi delle paratoie) e lo spigolo di estradosso del cassone.

La costruzione e installazione dei manufatti comportano tolleranze dimensionali, che si traducono in una variazione (positiva o negativa) dei traferri nominali. Facendo riferimento ai soli effetti di riduzione (i più critici dal punto di vista della verifica della congruenza dei traferri con l'operatività delle paratoie), si riportano nel seguito le variazioni di traferro possibili tra paratoie contigue (localizzate sullo stesso cassone o su cassoni adiacenti) e tra paratoie e cassone, come conseguenza delle diverse tolleranze costruttive e delle condizioni di esercizio.

Si prendono qui in considerazione le condizioni più restrittive per una coppia di paratoie contigue alloggiata nello stesso cassone (mediana M e destra D) ed una coppia costituita dalle due paratoie estreme (esterna E e sinistra S) contrapposte di due cassoni adiacenti.

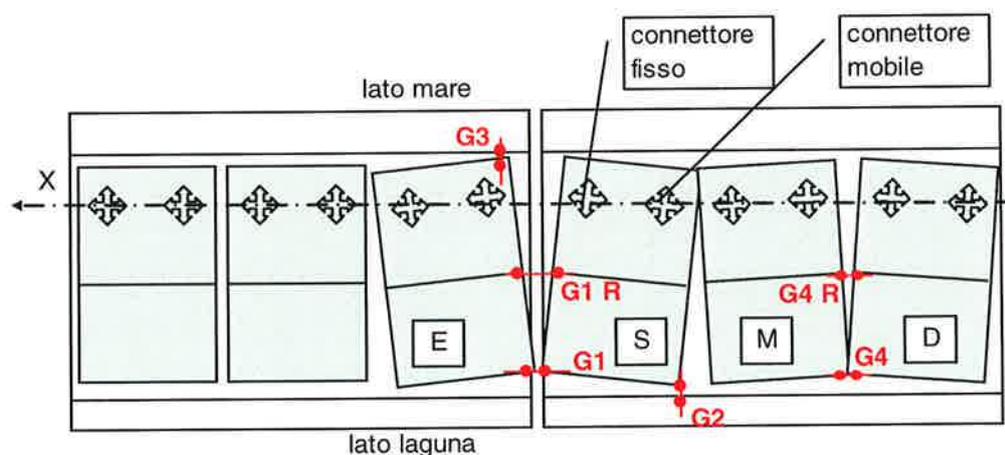


FIG. 4.4 – PIANTA CHIAVE DELLA VARIAZIONE DEI TRAFERRI

 TEGICITPA L	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 19
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

Le condizioni peggiori risultano dall'applicazione contemporanea di tutti gli effetti sfavorevoli con il loro valore massimo: tale eventualità rappresenta una situazione conservativa.

Viene preso come piano di riferimento per la misura dei traferri il piano di estradosso (fasciame superiore) delle paratoie, controllando in ogni caso che i corrispondenti spigoli sul fasciame di intradosso non sperimentino avvicinamenti superiori a motivo di particolari inclinazioni dell'asse di rotazione delle paratoie.

I traferri tra le paratoie sono valutati lungo lo spigolo in corrispondenza dei due punti più critici: i vertici alla punta delle paratoie e i vertici di inizio della rastremazione.

I traferri tra paratoie e cassone sono valutati al netto dei profili di gomma (traferro cls-acciaio); il traferro residuo è valutato anche sottraendo la larghezza di tali profili (traferro cls-gomma).

Nel seguito si esaminano le singole cause di variazione dei traferri; selezionando quelle più critiche, si valutano gli effetti di ogni causa e si combinano per stimare i minimi traferri residui.

Si sottolinea che la cerniera fissa (quella con la boccola che non consente traslazioni in direzione X) deve essere sempre montata nella stessa posizione su tutte le paratoie. Nelle analisi si assume che la cerniera fissa sia sull'asse X positivo.

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 20
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

4.4. Sistemi di riferimento

Un sistema di riferimento univoco per cassoni e paratoie permette di definire posizioni e distanze di tutti gli elementi rispetto alle loro posizioni teoriche: le tolleranze sono gli scostamenti ammessi dalle posizioni teoriche.

Per il cassone si definisce una terna di assi costituita dall'asse teorico degli snodi dei connettori, dall'asse mediano ad esso perpendicolare nel piano e dall'asse mediano ed ortogonale a entrambi.

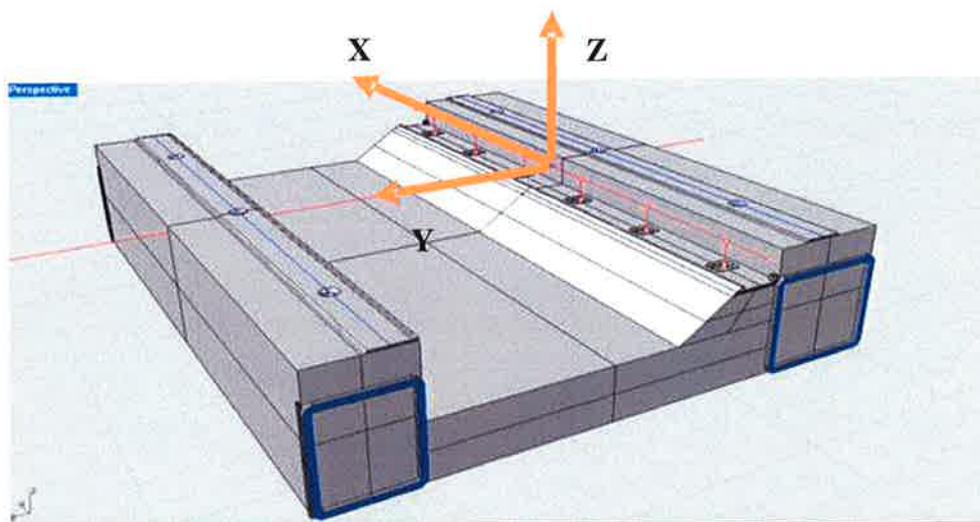
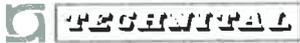


FIG. 4.5 – ASSI DI RIFERIMENTO PER UN CASSONE

Per le paratoie si definisce una terna di assi costituita dall'asse teorico dei fori per i perni, dall'asse mediano ad esso perpendicolare e dall'asse mediano ortogonale a entrambi.

L'asse congiungente i centri di rotazione delle paratoie, asse di riferimento comune per cassoni e paratoie, ha particolare rilievo nella definizione delle tolleranze e per gli effetti conseguenti ad uno scostamento dalla sua posizione teorica.

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 21
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

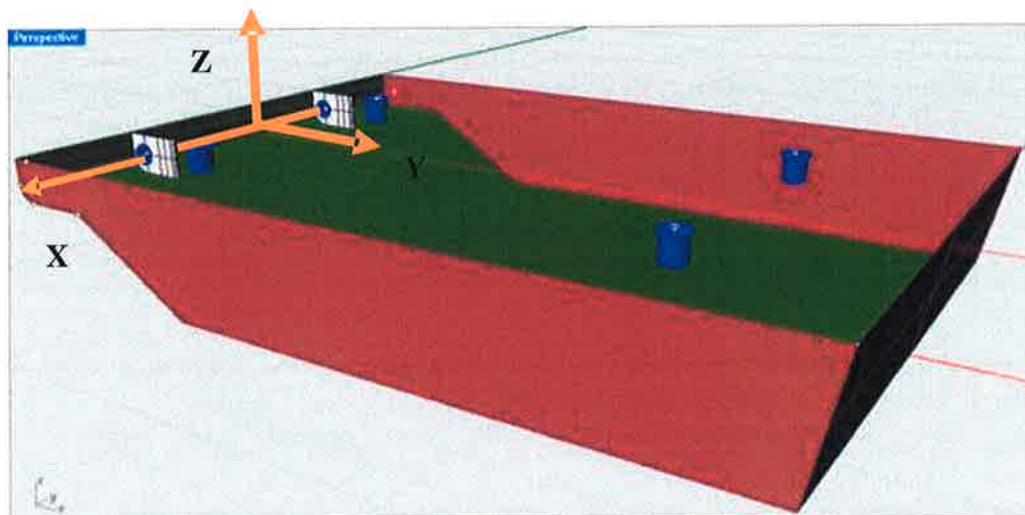


FIG. 4.6 – ASSI DI RIFERIMENTO PER UNA PARATOIA

I sistemi di riferimento adottati sono omologhi a quelli utilizzati per la valutazione degli effetti di tolleranze e spostamenti sulle cerniere nel documento MV082P-PE-NAR-2014.

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 22
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

5. CAUSE DI VARIAZIONE DEI TRAFERRI E LORO EFFETTO

5.1. Generalità

Ai fini del presente studio, si considerano le seguenti cause di variazione dei traferri:

- Tolleranze di costruzione dei cassoni: gli elementi significativi sono la posizione e planarità dei collari portagiunto alle testate di ogni cassone e la larghezza della sella di alloggiamento della paratoia.
- Tolleranze di posa e cedimenti in esercizio dei cassoni: si considerano spostamenti e cedimenti verticali differenziali lungo gli assi longitudinale e trasversale e una rotazione nel piano di posa, considerati come moti rigidi dei cassoni (l'effetto delle deformazioni è considerato nelle tolleranze di posizione dei centri degli snodi); le posizioni reciproche di due cassoni contigui influiscono sui traferri tra le paratoie di estremità dei due cassoni.
- Tolleranze di posizione dei connettori: l'elemento critico è la posizione del centro per nodello snodo di ogni connettore, perché la coppia dei centri di perni su ogni paratoia determina la posizione e l'orientamento della paratoia, sul cassone e rispetto alle paratoie contigue, e la posizione e l'orientamento dell'asse di rotazione della paratoia stessa. La posizione del centro per nodello snodo dei connettori è determinata dalle tolleranze di costruzione e accoppiamento del gruppo cerniera-connettore, dalle tolleranze di inghisaggio nel cassone dell'elemento femmina e dalle deformazioni, sul cassone e sui gruppi cerniera-connettore, intervenute e non compensate dopo l'inghisaggio. Si tiene inoltre conto del fatto che una delle due cerniere di una paratoia è fissa mentre l'altra (mobile) ha un gioco per il recupero delle tolleranze.
- Tolleranze di costruzione delle paratoie e tolleranze/spostamenti del componente mobile del connettore: gli elementi significativi sono le tolleranze di costruzione dimensionale di ogni paratoia nel suo insieme (fuori squadra) e la posizione in X (che modifica la posizione della paratoia rispetto al cassone e rispetto alle paratoie contigue) del centro dello snodo risultante dalle tolleranze, dai giochi di accoppiamento e dagli errori di montaggio per il componente maschio.

 TECNOITAL	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 23
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

- Variazioni termiche, ritiro/rigonfiamento e viscosità in barriera: l'espansione dei componenti (paratoie e cassoni, in diversa misura a motivo dei differenti materiali e vincoli) comporta una riduzione dei traferri.
- Rotazione e spostamenti delle paratoie: quando le paratoie vengono alzate, l'inclinazione dell'asse congiungente i centri degli snodi di una paratoia può comportare un ulteriore riduzione del traferro. La presenza di forze trasversali alle paratoie, a barriera sollevata, induce una freccia che pure contribuisce alla riduzione dei traferri
- Sisma: gli spostamenti dovuti all'evento sismico possono ridurre il traferro in corrispondenza dei giunti fra cassoni lungo l'asse delle cerniere.

Nel seguito si esaminano e si quantificano i singoli effetti e si valuta la riduzione dei traferri fra due paratoie contigue e fra le paratoie ed i cassoni di fondazione, in corrispondenza della più sfavorevole combinazione di tolleranze. Si osserva che per i traferri tra paratoie alloggiato nello stesso cassone non hanno influenza né le tolleranze di posa ed i cedimenti in esercizio dei cassoni, né il sisma.

Si fa riferimento alle condizioni previste nel documento MV082P-PE-NAR-2014: fase di installazione e fase di esercizio, cui corrispondono differenti contributi per le tolleranze/spostamenti di posizione dei connettori e per le tolleranze/spostamenti di costruzione e montaggio del componente mobile del connettore.

Si nota che, ai fini della valutazione dei traferri, è necessario definire la posizione assoluta lungo X del centro di rotazione dello snodo fisso per ogni paratoia, in quanto definisce la posizione reciproca tra le paratoie e quindi la variazione dei traferri trasversali tra paratoie, mentre per le variazioni in Y (nel piano orizzontale) e in Z (nel piano verticale) si considerano gli spostamenti differenziali tra i centri degli snodi di ogni paratoia, determinanti per la definizione dell'asse di rotazione, mentre la posizione assoluta in Y e in Z è praticamente ininfluenza sulla valutazione dei traferri.

La posizione in X del centro dello snodo fisso è scomposta in due contributi: la deviazione della posizione della paratoia rispetto al cassone (contributi dxi e dx e legati al cassone e alla femmina inghisata) e la deviazione della posizione della paratoia rispetto alla posizione dello snodo appartenente alla paratoia (contributi CSx legati alla paratoia e al componente maschio).

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 24
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

5.2. Tolleranze di costruzione dei cassoni

La costruzione dei cassoni è stabilita con le seguenti tolleranze dimensionali (ref. doc. MV081P-PE-NCD-3810-C0 e MV081P-PE-NCD-6015-C0 rispettivamente della WBE LN.H1.43.PE.09 e della WBE LN.H1.43.PE.13) significative per i trasferri delle paratoie:

- Tolleranza sulla lunghezza dei cassoni misurata in corrispondenza dei collari: ± 10 mm, pari a ± 5 mm per la posizione e planarità di ogni collare rispetto all'asse mediano del cassone;
- Tolleranza sulla posizione e planarità delle pareti verticali della sella di alloggiamento delle paratoie rispetto all'asse degli snodi dei connettori: ± 5 mm verso mare e ± 10 mm verso laguna.

Le dimensioni in pianta di un cassone tipico sono 45,45 m (trasversalmente alla barriera) x 60 m circa (lungo la barriera). L'altezza del cassone è 10,95 m.

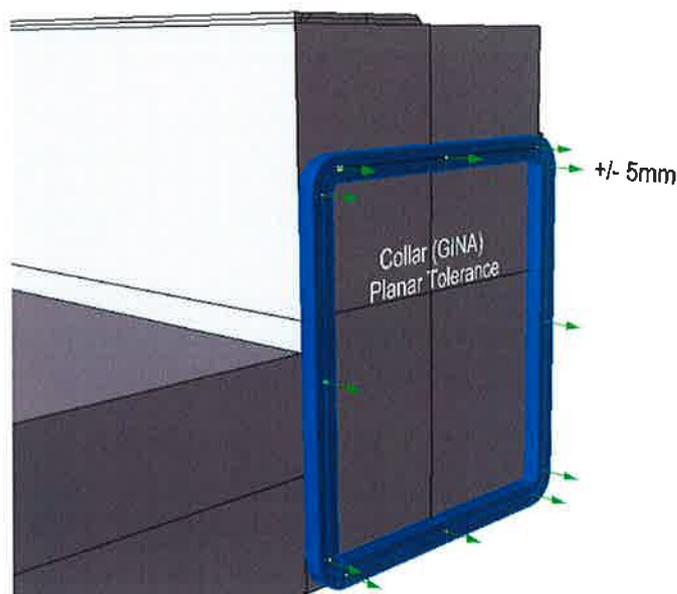
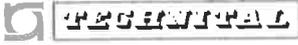


FIG. 5.1 – TOLLERANZA DI POSIZIONE DEL PIANO DEI COLLARI: ± 5 mm OGNUNO

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 25
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

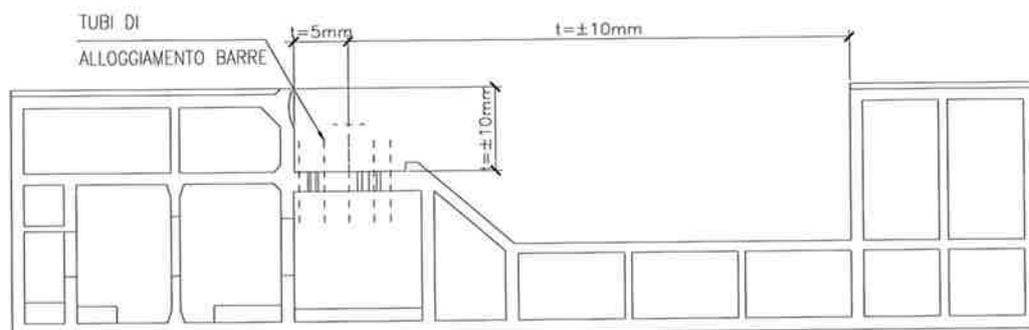


FIG. 5.2 – TOLLERANZA SULLA POSIZIONE DELLE PARETI VERTICALI DELLA SELLA DI ALLOGGIAMENTO PARATOIE

Relativamente alla lunghezza dei cassoni, la condizione più sfavorevole si ha quando i due piani dei collari sono alla tolleranza minima rispetto al piano teorico (arretrati di 5 mm ognuno) sulle testate affacciate di due cassoni contigui: il giunto si riduce di 10 mm.

La riduzione riguarda i soli traferri tra le paratoie di estremità di due cassoni contigui.

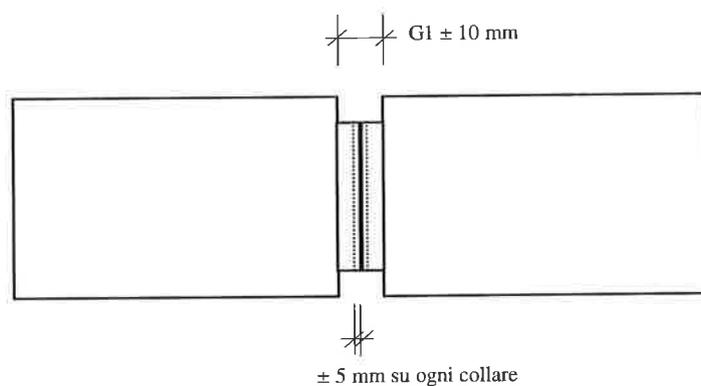


FIG. 5.3 – TOLLERANZA SULLA POSIZIONE DEL PIANO DEI COLLARI: EFFETTO SU GIUNTO

La tolleranza sulla larghezza della sella di alloggiamento dei cassoni comporta una possibile riduzione dei traferri tra la paratoia e il cassone (lato mare e lato laguna) rispettivamente di 5 mm e di 10 mm.

 TECINTAL	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 26
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

TOLLERANZE DI COSTRUZIONE DEI CASSONI EFFETTO SUI TRAFERRI TRA PARATOIE A RIPOSO				
Causa	Sullo stesso cassone		Su cassoni contigui	
	Riduz. G4	Riduz. G4 R	Riduz. G1	Riduz. G1 R
Posizione e planarità collari ± 5 mm	-	-	10 mm	10 mm
Posizione e planarità pareti sella mare ± 5 mm (trasv.) laguna ± 10 mm (trasv.)	-	-	-	-

TOLLERANZE DI COSTRUZIONE DEI CASSONI EFFETTO SUI TRAFERRI TRA PARATOIA E CASSONE		
Causa	Riduz. G3 lato mare	Riduz. G2 lato laguna
Posizione collari ± 5 mm	-	-
Posizione pareti sella mare ± 5 mm (trasv.) laguna ± 10 mm (trasv.)	5 mm	10 mm

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 27
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

5.3. Tolleranze di posizione del cassone

Si considerano i cedimenti differenziali del piano di posa del cassone, dovuti alle tolleranze di installazione e ai cedimenti differenziali di fondazione, e gli spostamenti nel piano orizzontale, dovuti principalmente alle tolleranze di installazione.

Le tolleranze di installazione sono state definite in sede di Progetto Definitivo e assunte nel Progetto Esecutivo, in cui si assume una tolleranza altimetrica di ± 20 mm tra i vertici del cassone, cui corrispondono una inclinazione nel piano verticale di 20 mm / 60 m in direzione longitudinale e di 20 mm / 45,45 m in direzione trasversale.

Le tolleranze di posa altimetriche e planimetriche sono riportate sul disegno MV081P-PE-NCD-8058 (della WBE: LN.H1.43.PE.14), in corso di emissione.

I cedimenti differenziali della fondazione sono stati valutati attraverso analisi geotecniche, considerando le fasi costruttive della barriera e il suo stato deformativo nel tempo fino a 100 anni dalla posa (ref. doc. MV125P-PE-NCR-5030-C0 della WBE: LN.H1.43.PE.08).

Le analisi indicano che il cedimento differenziale tra le estremità di tutti i cassoni è sempre inferiore ai 30 mm indicati come requisiti per il sistema di fondazione, anche considerando i valori dei cedimenti medi in corrispondenza di ogni giunto.

Inoltre, i cassoni in generale non ruotano mai uno verso l'altro, salvo il caso del primo cassone in relazione al cassone di spalla Sud, come evidenziato nel diagramma dei cedimenti nel tempo, riportato nel documento MV125P-PE-NCR-5030 e qui riprodotto.

A fronte delle valutazioni in sede di Progetto Esecutivo dei cedimenti dei cassoni di barriera, si mantiene cautelativamente un valore del cedimento differenziale massimo tra i vertici di un cassone di 30 cm e si intende che esso è inclusivo anche dei cedimenti differenziali dovuti alle reazioni delle gambe del jack-up durante la sola fase di installazione di una paratoia.

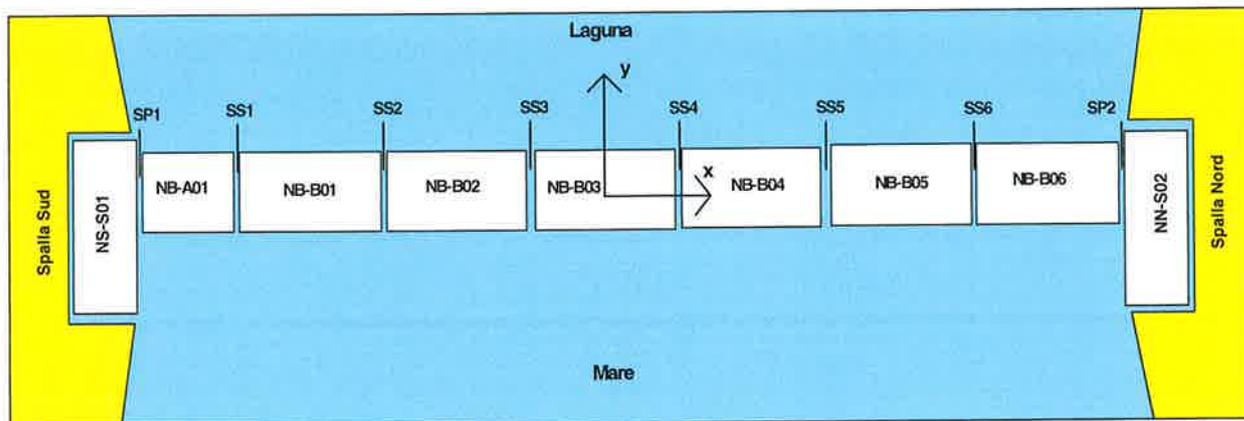
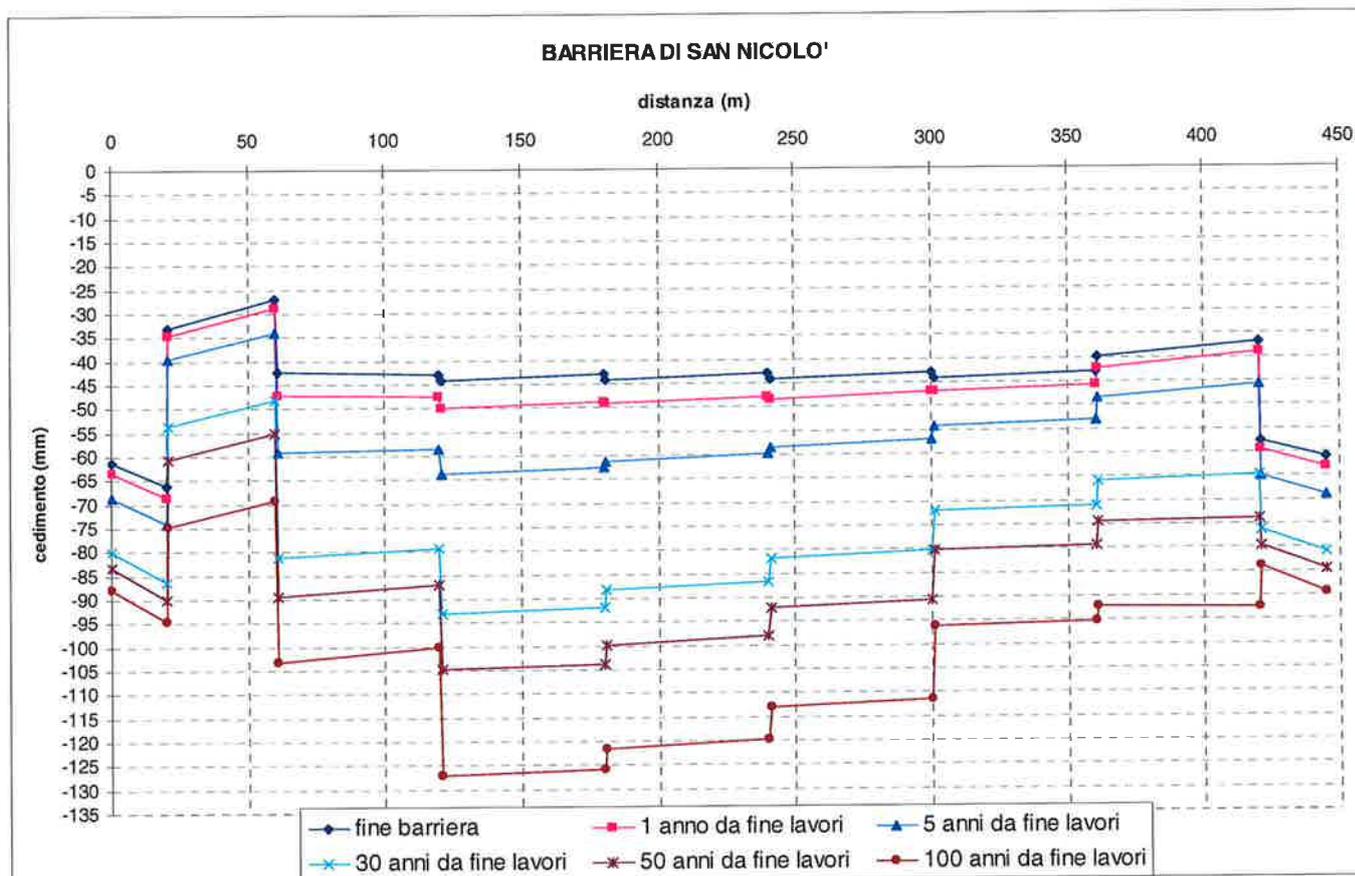


FIG. 5.4 – BARRIERA DI LIDO SAN NICOLÒ - PLANIMETRIA


 FIG. 5.5 – BARRIERA DI LIDO SAN NICOLÒ – CEDIMENTI A FINE COSTRUZIONE E A 100 ANNI
 (REF. MV125P-PE-NCR-5030 DELLA WBE LN.H1.43.PE.08)

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 29
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

Le tolleranze di posizione dei cassoni non hanno influenza sui giunti tra paratoie sullo stesso cassone.

Si nota che gli effetti dovuti alla deformazione del cassone in trincea sono computati nelle tolleranze di posizione dei connettori sui cassoni di fondazione.

Le diverse configurazioni significative per i traferri e relative a spostamenti rigidi del cassone sono rappresentate schematicamente nelle figure sottostanti:

a) Tolleranza Trasversale

Cassone inclinato verso mare (o verso laguna) per uno spostamento verticale differenziale di 20 mm (tolleranza di installazione) + 30 mm (cedimento differenziale in esercizio): è praticamente ininfluente sulle variazioni dei traferri e viene pertanto trascurato.

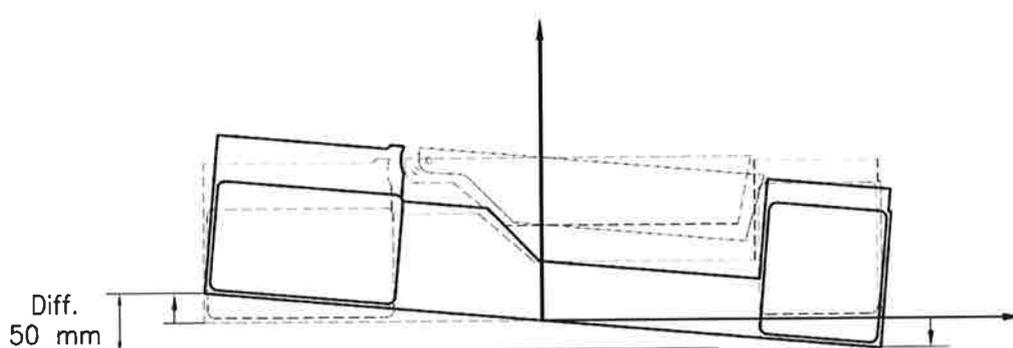


FIG. 5.6 – TOLLERANZA TRASVERSALE (CEDIMENTO DIFFERENZIALE) DI POSIZIONE DEL CASSONE

b) Tolleranza Longitudinale

Due cassoni contigui inclinati in direzioni contrapposte verso il giunto trasversale comune per effetto di uno spostamento verticale differenziale di 20 mm (tolleranza di installazione) + 30 mm (cedimento differenziale in esercizio) sulla lunghezza di 60 m di ogni cassone: comporta una riduzione del traferro trasversale tra le paratoie contigue sul giunto nella posizione di riposo, che aumenta con l'angolo di inclinazione delle paratoie.

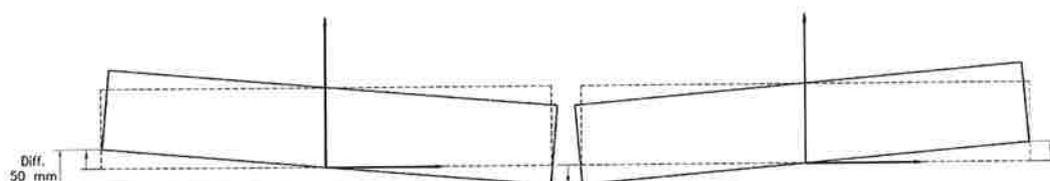


FIG. 5.7 – TOLLERANZA LONGITUDINALE (CEDIMENTO DIFFERENZIALE) DI POSIZIONE DEL CASSONE

c) Tolleranza in Pianta

Due cassoni contigui posati con un fuori asse in pianta di 10 mm tra le due estremità di ogni cassone, questa condizione tiene conto di errori di allineamento in installazione e di uno schiacciamento non perfettamente uniforme dei giunti tra i cassoni: influisce solo sul traferro tra le paratoie contigue sul giunto, con una riduzione del giunto che aumenta a paratoie innalzate.

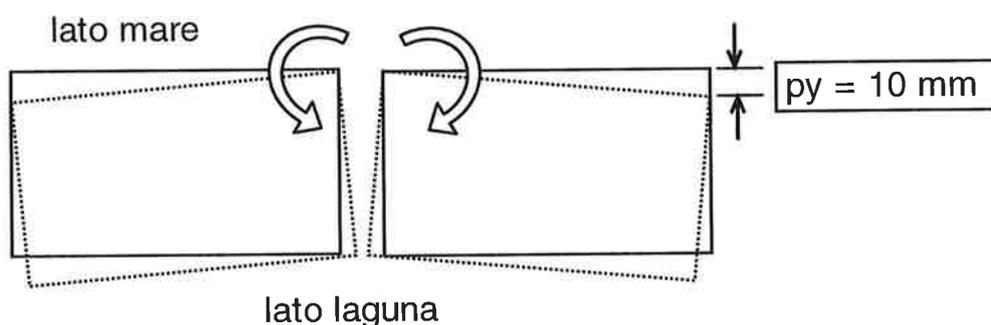


FIG. 5.8 – TOLLERANZA IN PIANTA (ROTAZIONE NEL PIANO) DI POSIZIONE DEL CASSONE

TOLLERANZE DI POSIZIONE DEI CASSONI				
EFFETTO SUI TRAFERRI TRA PARATOIE A RIPOSO				
Causa	Sullo stesso cassone		Su cassoni contigui	
	Riduz. G4	Riduz.G4 R	Riduz. G1	Riduz. G1 R
Cedimento differenziale ±50 mm	-	-	18,23 mm	18,23 mm
Rotazione nel piano 10 mm su 60 m	-	-	12,50 mm	7,85 mm

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 31
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

5.4. Variazioni termiche, ritiro/rigonfiamento e viscosità in barriera

5.4.1. Generalità

Si considerano separatamente gli effetti delle azioni che comportano una variazione di volume globale delle paratoie e/o dei cassoni: i due componenti sperimentano variazioni diverse, cui conseguono variazioni dei traferri.

Tipicamente si tratta delle variazioni termiche, che agiscono diversamente su paratoie e cassoni a motivo dei differenti coefficienti di dilatazione termica, ma anche ritiro/rigonfiamento e viscosità, che agiscono sul solo cassone, modificano la posizione delle paratoie sul cassone.

5.4.2. Variazioni termiche delle paratoie

Nel caso delle variazioni termiche, sono sfavorevoli quelle positive (dilatazioni).

Per le paratoie si considerano le dilatazioni conseguenti all'applicazione di una variazione termica di +10° C, pari alla variazione termica stagionale, applicando il coefficiente di dilatazione termica dell'acciaio di 0,012 mm/m per 1°C.

L'effetto della dilatazione si propaga in direzione X a partire dalla cerniera fissa, generando variazioni di traferro diverse sia sugli spigoli laterali sinistro e destro sia sui traferri lato mare e laguna. Infatti, a titolo di esempio:

In direzione longitudinale, la larghezza di circa 20 m di ogni paratoia si incrementa di

$$dx_p = 0,012 \text{ mm/m} \times 10^\circ \text{C} \times 20 \text{ m} = 2,40 \text{ mm}$$

La dilatazione è valutata a partire dalla cerniera fissa, in proporzione delle lunghezze longitudinali e trasversali dalla cerniera agli spigoli.

$$2,4 \times 15/20 \text{ (dilatazione a dx della cerniera fissa)} = 1,80 \text{ mm}$$

$$2,4 \times 5/20 \text{ (dilatazione a sn della cerniera fissa)} = 0,60 \text{ mm}$$

In direzione trasversale, rispetto all'asse delle cerniere, si ha:

$$\text{alla punta: } 0,012 \text{ mm/m} \times 10^\circ \text{C} \times 26,05 \text{ m} = 3,13 \text{ mm}$$

$$\text{sul retro: } 0,012 \text{ mm/m} \times 10^\circ \text{C} \times 0,65 \text{ m} = 0,08 \text{ mm}$$

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 32
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

Si considera inoltre, quando sfavorevole, un gradiente termico positivo per le paratoie rispetto ai cassoni di 3°C.

5.4.3. Variazioni volumiche dei cassoni

Per i cassoni si considerano le dilatazioni per effetto della variazione termica stagionale assunta in sede di progetto esecutivo dei cassoni (in altra WBS): una variazione termica uniforme $\Delta T_s = \pm 10^\circ\text{C}$ nello spessore degli elementi strutturali a diretto contatto con l'acqua (solette e pareti perimetrali) e un gradiente $\Delta T_s = \pm 5^\circ\text{C}$ fra l'intradosso e l'estradosso di ogni elemento strutturale.

Gli effetti di tali variazioni termiche sono riportati in MV082P-PE-NAR-2014. Per la direzione X gli spostamenti/rotazioni dei centri degli snodi sono:

CASSONE effetti su C1 e C2	Ux1 (mm)	Ux2 (mm)	Ry1 (rad)	Ry2 (rad)
Termica estiva trincea	3,585	2,112	0,000186	0,000102
Termica invernale trincea	-3,585	-2,112	-0,000186	-0,000102
CASSONE effetti su C3 e C4	Ux3	Ux4	Ry3	Ry4
Termica estiva trincea	0,700	-0,701	0,000033	-0,000033
Termica invernale trincea	-0,700	0,701	-0,000033	0,000033

Ponendo:

$$S_{xi} = U_{xi} + \tan R_{yi} * H$$

dove $H = 2450$ mm (distanza cerniera – mezzeria soletta)

ne derivano i seguenti spostamenti (mm) in X delle 8 cerniere di un cassone e delle ultime 2 sul cassone adiacente a sinistra di quello considerato:

contributo	Sx7	Sx8	Sx1	Sx2	Sx3	Sx4	Sx5	Sx6
termica estiva trincea	-2,36	-4,04	4,04	2,36	0,78	-0,78	-2,36	-4,04
termica invernale trincea	2,36	4,04	-4,04	-2,36	-0,78	0,78	2,36	4,04

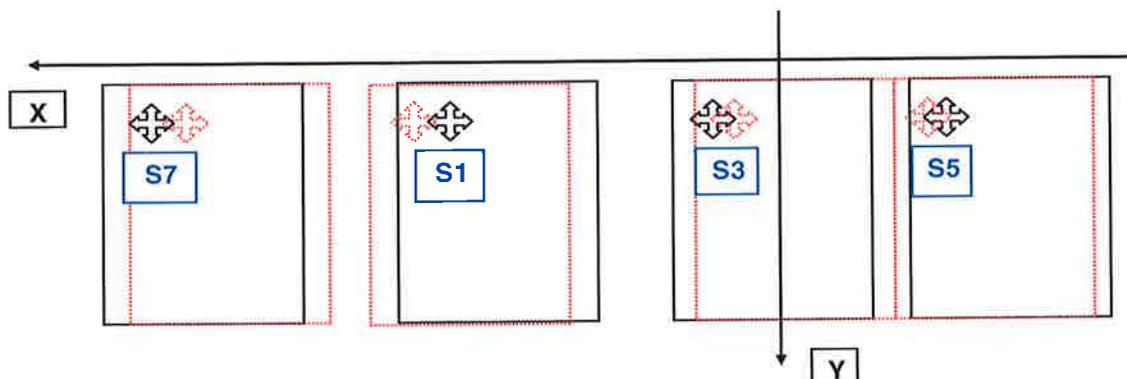


FIG. 5.9 - RAPPRESENTAZIONE SCHEMATICA DEGLI EFFETTI DI VARIAZIONI IN X DELLE POSIZIONI DEGLI SNODI FISSI PER EFFETTO DI VARIAZIONI VOLUMICHE DEL CASSONE

Per effetto di tali spostamenti la distanza tra le cerniere fisse di due cassoni adiacenti varia delle seguenti quantità (l'avvicinamento ha segno negativo):

contributo	Sx7-Sx1	Sx1-Sx3	Sx3-Sx5
termica estiva trincea	-6,40	3,26	3,14
termica invernale trincea	6,40	-3,26	-3,14

Ai fini della valutazione delle deformazioni lineari lungo le dimensioni principali del cassone, le variazioni termiche considerate, influenzate dalla rigidità della struttura cellulare del cassone, sono equivalenti ad un variazione uniforme di circa $\pm 16^\circ \text{C}$ sul cassone considerato come corpo solido lineare, con coefficiente di dilatazione termica del calcestruzzo di $0,010 \text{ mm/m per } 1^\circ \text{C}$.

Gli effetti delle curvature del cassone sono computati negli spostamenti della posizione dei centri degli snodi in Y e Z, trattate nel successivo paragrafo.

La dilatazione termica dei cassoni compensa parzialmente la dilatazione delle paratoie sui giunti G4, G2 e G3, diminuendo la riduzione dei traferri, mentre aumenta la riduzione sui giunti G1, ulteriormente ridotta da un eventuale gradiente termico positivo sulle sole paratoie.

Le variazioni di dimensione del cassone, dovute a ritiro o rigonfiamento e a viscosità, hanno analoghi effetti di diminuzione dei traferri: quelle positive

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 34
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

(rigonfiamento) diminuiscono i trasferimenti dei giunti esterni (ma sono favorevoli per i trasferimenti dei giunti interni), quelle negative (ritiro e viscosità) viceversa.

Contributo	ΔU_x (mm)	
	su C1 e C2	su C3 e C4
Effetto ritiro/rigonfiamento	± 2	± 2
Effetto creep	0/-0,27	0/-0,27

Ne derivano i seguenti spostamenti (mm) in X delle 8 cerniere di un cassone e delle ultime 2 sul cassone adiacente a sinistra di quello considerato:

contributo	Sx7	Sx8	Sx1	Sx2	Sx3	Sx4	Sx5	Sx6
rigonfiamento	-3,00	-5,00	5,00	3,00	1,00	-1,00	-3,00	-5,00
ritiro e creep	3,48	5,80	-5,80	-3,48	-1,16	1,16	3,48	5,80

Per effetto di tali spostamenti la distanza tra le cerniere fisse di due cassoni adiacenti varia delle seguenti quantità (l'avvicinamento ha segno negativo):

contributo	Sx7-Sx1	Sx1-Sx3	Sx3-Sx5
rigonfiamento	-8,00	4,00	4,00
ritiro e creep	9,28	-4,64	-4,64

Con buona approssimazione tali variazioni possono essere assimilate a gradienti termici sul cassone considerato come corpo solido lineare: il rigonfiamento è equivalente a un gradiente termico di $+20^{\circ}\text{C}$, il ritiro + viscosità a un gradiente termico di $-23,2^{\circ}\text{C}$.

Anche in questo caso, gli effetti delle curvature del cassone sono computati negli spostamenti della posizione dei centri degli snodi in Y e Z, trattate nel successivo paragrafo.

 TECNITAL	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 35
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

5.4.4. Condizioni equivalenti per le variazioni volumiche in X di paratoie e cassoni

Gli effetti che le variazioni volumiche di paratoie e cassoni producono in direzione X sui giunti tra paratoie sono riportati nella sottostante tabella, insieme con le due combinazioni di azioni significative per le verifiche dei traferri.

VARIAZIONI TERMICHE in X PER TRAFERRI	Comb.	dT cass	dT par	rid G1	rid G4
termica estiva trincea equivalente	(a)	16,0	10,0	8,78	-0,82
termica invernale trincea equivalente	(b)	-16,0	-10,0	-8,78	0,82
rigonfiamento	(a)	20,0	0,0	8,00	-4,00
ritiro e creep	(b)	-23,2	0,0	-9,28	4,64
differenziale paratoia-cassone +	(a) (b)	0,0	3,0	0,71	0,71
termica (a) per max riduzione G1		36,0	13,0	17,50	
termica (b) per max riduzione G4		-39,2	-7,0		6,17

Gli effetti su tutti i traferri delle variazioni volumiche considerate in questo paragrafo sono indicati nella successiva tabella, dove il segno – indica allontanamento (il traferro aumenta).

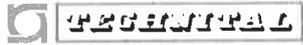
VARIAZIONI TERMICHE SU CASSONI E PARATOIE EFFETTO SUI TRAFERRI TRA PARATOIE A RIPOSO				
Causa	Sullo stesso cassone		Su cassoni contigui	
	Riduz. G4	Riduz.G4 R	Riduz. G1	Riduz. G1 R
termica (a)				
paratoia 13°C	3,10 mm	3,10 mm	3,10 mm	3,10 mm
cassone 36°C	-7,20 mm	-7,20 mm	14,40 mm	14,40 mm
Totale termica (a)	-4,10 mm	-4,10 mm	17,50 mm	17,50 mm
termica (b)				
paratoia -7°C	-1,67 mm	-1,67 mm	1,67 mm	-1,67 mm
cassone -39,2°C	7,84 mm	7,84 mm	-15,68 mm	-15,68 mm
Totale termica (b)	6,17 mm	6,17 mm	-17,35 mm	-17,35 mm

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 36
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

VARIAZIONI TERMICHE SU CASSONI E PARATOIE EFFETTO SUI TRAFERRI TRA PARATOIA E CASSONE		
Causa	Riduz. G3 lato mare	Riduz. G2 lato laguna
termica (a)		
paratoia 13°C	0,1 mm	4,1 mm
cassone 36°C	-0,50 mm	-9,43 mm
Totale termica (a)	-0,40 mm	-5,37 mm
termica (b)		
paratoia -7°C	-0,05 mm	-2,19 mm
cassone -39,2°C	0,55 mm	10,27 mm
Totale termica (b)	0,50 mm	8,08 mm

Gli effetti in Y dovuti alle termiche sulle paratoie modificano i traferri tra paratoia e cassone, mentre quelli in Z non hanno influenza sui traferri.

Si ricorda che gli effetti in Y e Z delle curvature del cassone dovute a variazioni volumiche sono inclusi negli spostamenti della posizione dei centri degli snodi, trattate nel successivo paragrafo.

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 37
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

5.5. Tolleranze di posizione dei connettori sui cassoni di fondazione

5.5.1. Generalità

L'elemento fondamentale è l'asse congiungente i centri degli snodi di rotazione di ogni paratoia (sinteticamente indicati come centri degli snodi).

La posizione teorica dei centri degli snodi viene sempre modificata dai seguenti effetti:

- deformazione per interazione struttura-terreno dei cassoni di barriera in esercizio con i carichi permanenti;
- errori al montaggio delle femmine per effetto delle variazioni termiche durante la prefabbricazione, non compensati al montaggio dei connettori;
- deformazioni per rigonfiamento o ritiro del calcestruzzo dei cassoni;
- deformazioni per effetti viscosi nel calcestruzzo dei cassoni;
- tolleranze di costruzione e giochi dei componenti del connettore (maschio e femmina), di accoppiamento dei componenti e delle loro parti mobili (perno, snodo e boccola/anello).

Per le sole condizioni di esercizio si aggiungono:

- deformazioni causate dalla marea sui cassoni;
- deformazioni causate dalle onde sui cassoni;
- deformazione causate dalle reazioni delle cerniere delle paratoie sui cassoni durante l'esercizio della barriera (barriera sollevata).

Per le sole condizioni di installazione si aggiungono:

- deformazioni causate dalla presenza del jack-up in fase di installazione.

Rispetto alla posizione teorica, riferita al sistema di riferimento del cassone, la posizione del centro di ogni snodo in conseguenza dei sopra citati effetti è stata valutata in sede di progetto dei cassoni e dei gruppi cerniera-connettore, di cui alle specifiche WBE, ed è ripresentata nel documento MV082P-PE-NAR-2014 della presente WBE.

Gli effetti sono combinati considerando le combinazioni più sfavorevoli per i trasferri.

 TECENITAL	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 38
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

Per le tolleranze/spostamenti in direzione X (lungo l'asse congiungente gli snodi, nella direzione dello sviluppo della barriera) si considerano i massimi avvicinamenti

- dx_e = variazione della distanza tra S7 ed S1 (paratoie E ed S), in corrispondenza del giunto G1;
- dx_i = variazione della distanza tra S3 ed S5 (paratoie M e D), o variazione della distanza tra S1 ed S3 (paratoie S ed M) se più sfavorevole, in corrispondenza del giunto G4.

L'avvicinamento è ripartito in parti uguali tra i due snodi fissi delle paratoie interessate, modificando la loro posizione sul cassone.

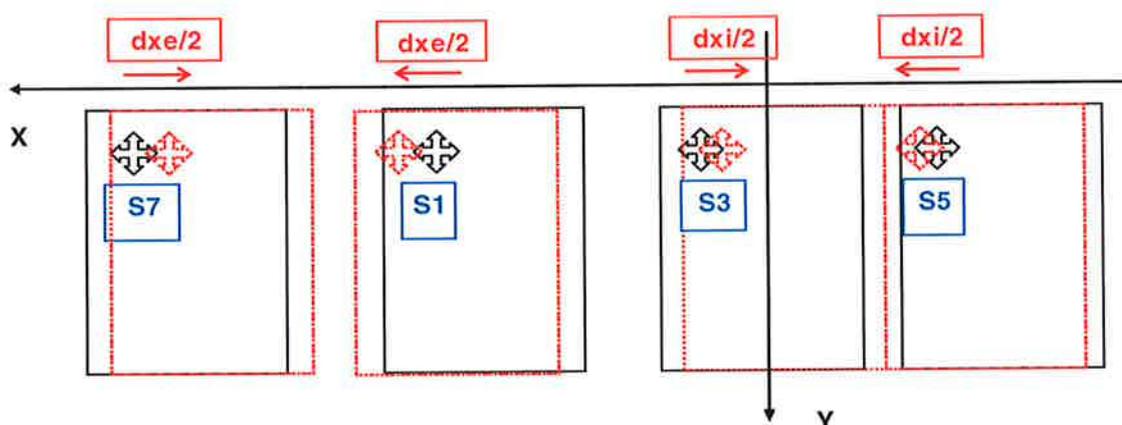


FIG. 5.10 – POSIZIONE SCHEMATICA DI DUE PARATOIE ADIACENTI IN AVVICINAMENTO PER EFFETTO DELLE TOLLERANZE IN X SUI CENTRI DEGLI SNODI – PIANO XY -

Le tolleranze/spostamenti in direzione X derivanti dalle variazioni della posizione dello snodo rispetto alla paratoia sono computate insieme con le tolleranze della paratoia al successivo paragrafo.

Gli effetti del ritiro o rigonfiamento e della viscosità sui cassoni nella sola direzione X sono combinati con le variazioni termiche, come descritto nel precedente paragrafo, in quanto comportano una variazione delle dimensioni del cassone, che influisce sul traferro di paratoie contigue su cassoni diversi e non sono pertanto inclusi nei differenziali in X.

Le variazioni dy in direzione Y (mare-laguna, nel piano orizzontale) e le variazioni dz in direzione Z (verticali), rispetto alla posizione teorica, sono valutate per ogni coppia di snodi in una paratoia in termini differenziali rispetto all'asse mediano tra gli snodi, essendo gli spostamenti assoluti trascurabili o ininfluenti per la valutazione dei traferri.

Le condizioni più sfavorevoli per la riduzione dei traferri si hanno considerando l'applicazione delle tolleranze che producono la convergenza di due paratoie contigue, come illustrato nelle figure sottostanti. Si valutano anche gli effetti sull'avvicinamento delle paratoie S ed M non indicato in figura.

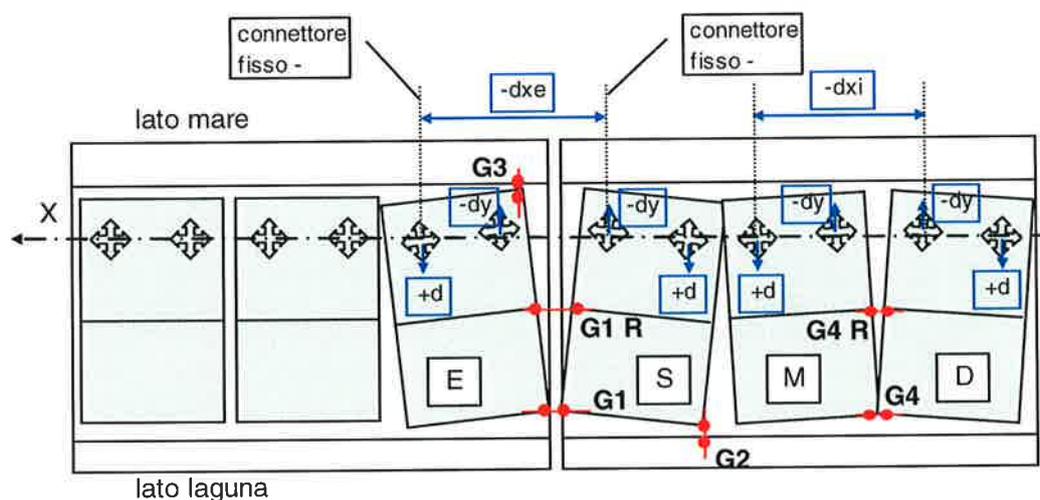


FIG. 5.11 – POSIZIONE SCHEMATICA DI DUE PARATOIE ADIACENTI CONVERGENTI PER EFFETTO DELLE TOLLERANZE IN Y SUI CENTRI DEGLI SNODI – PIANO XY

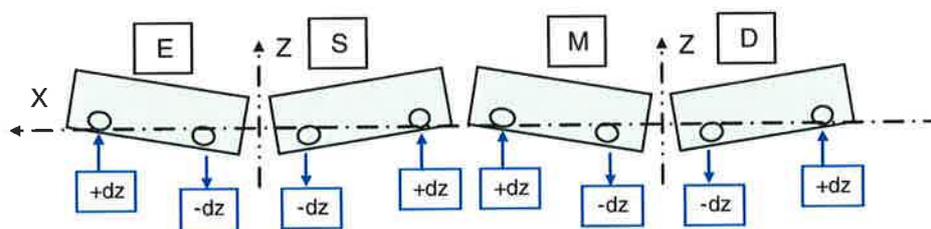


FIG. 5.12 – POSIZIONE SCHEMATICA DI DUE PARATOIE ADIACENTI CONVERGENTI PER EFFETTO DELLE TOLLERANZE IN Z SUI CENTRI DEGLI SNODI – PIANO XZ

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 40
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

Le variazioni in Y e in Z indicate per i centri degli snodi avvicinano i vertici contigui delle paratoie in posizione di riposo e un ulteriore avvicinamento si ha con la rotazione delle paratoie quando vengono innalzate, a motivo dell'inclinazione degli assi degli snodi di ogni paratoia.

Si considerano i seguenti contributi:

Contributi per variazioni differenziali di posizione della paratoia (snodo fisso) rispetto al cassone	Fase di installazione			Fase di esercizio		
	dx dxe	dy	dz	dx dxe	dy	dz
deformazione totale in barriera (solo se sfavorevole)	sì	sì	sì	sì	sì	sì
errore termica in tura	sì	sì	sì	sì	sì	sì
termica in trincea	-	sì	sì	-	sì	sì
rigonfiamento o ritiro	-	sì	sì	-	sì	sì
viscosità	-	sì	sì	-	sì	sì
carico jack-up	sì	sì	sì	-	-	-
tolleranze femmina	sì	sì	sì	sì	sì	sì
effetti di onde, marea e reazioni cerniere a barriera alzata.	-	-	-	sì	sì	sì
posizione centro snodo paratoia vs cassone	-	sì	sì	-	sì	sì

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 41
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

5.5.2. Variazioni in X

Per la direzione X gli spostamenti/rotazioni dei centri degli snodi pertinenti riportati in MV082P-PE-NAR-2014, restituiti nel sistema di riferimento qui adottato, sono:

CASSONE effetti su C1 e C2	Ux1 (mm)	Ux2 (mm)	Ry1 (rad)	Ry2 (rad)
def tot in barriera (costr x fasi)	-0,308	-0,220	-0,000034	-0,000030
errore termica estiva pref (si considera il 50% in x)	-3,121	-1,858	-0,000340	-0,000183
errore termica invernale pref (si considera il 50% in x)	1,658	0,992	0,000036	0,000023
Inviluppo jack-up 1	-0,881	-0,866	-0,000125	-0,000124
Inviluppo jack-up 2	0,676	0,710	0,000045	0,000073
Inviluppo Meteomarine 1	-0,254	-0,173	-0,000085	-0,000053
Inviluppo meteomarine 2	0,166	0,116	0,000060	0,000038
CASSONE effetti su C3 e C4	Ux3	Ux4	Ry3	Ry4
def tot in barriera (costr x fasi)	-0,057	0,086	-0,000010	0,000014
errore termica estiva pref (50% in x)	-0,612	0,602	-0,000055	0,000054
errore termica invernale pref (50% in x)	0,321	-0,313	0,000002	-0,000001
Inviluppo jack-up 1	-0,826	-0,773	-0,000117	-0,000084
Inviluppo jack-up 2	0,772	0,826	0,000084	0,000117
Inviluppo meteomarine 1	0,039	-0,038	0,000012	-0,000012
Inviluppo meteomarine 2	-0,058	0,056	-0,000016	0,000016

Ponendo:

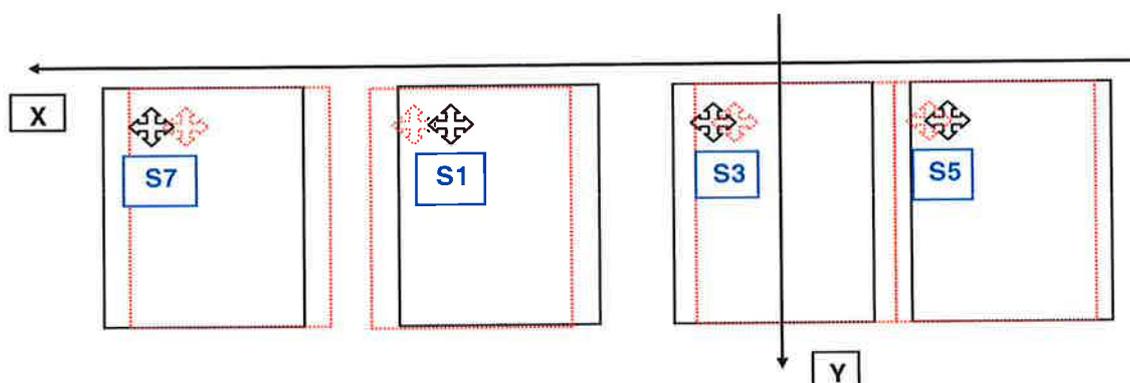
$$S_{xi} = U_{xi} + \tan R_{yi} * H$$

dove H = 2450 mm (distanza cerniera – mezzeria soletta)

ed estrapolando i risultati per le posizioni 5, 6, 7 e 8, ne derivano i seguenti spostamenti (mm) in X delle 8 cerniere di un cassone e delle ultime 2 sul cassone adiacente a sinistra di quello considerato:

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 42
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

contributo	Sx7	Sx8	Sx1	Sx2	Sx3	Sx4	Sx5	Sx6
def tot in barriera (costr x fasi)	0,23	0,33	-0,39	-0,29	-0,08	0,12	0,23	0,33
errore termica estiva pref (50% in x)	2,31	3,95	-3,95	-2,31	-0,75	0,74	2,31	3,95
errore termica invernale pref (50% in x)	-1,05	-1,74	1,74	1,05	0,32	-0,32	-1,05	-1,74
inviluppo jack-up 1	0,00	0,00	-1,19	-1,17	-1,11	-0,98	-0,89	-0,79
inviluppo jack-up 2	0,00	0,00	0,79	0,89	0,98	1,11	1,17	1,19
inviluppo Meteomarine 1	0,30	0,46	-0,46	-0,30	0,07	-0,07	0,30	0,46
inviluppo meteomarine 2	-0,21	-0,31	0,31	0,21	-0,10	0,09	-0,21	-0,31



Per effetto di tali spostamenti e aggiungendo le tolleranze sulla femmina, sempre con il contributo più sfavorevole, la distanza tra le cerniere fisse di due cassoni adiacenti si riduce delle seguenti quantità (l'avvicinamento ha segno negativo), compute se negative e con il minimo valore:

Non ci sono effetti su G2 e G3.

CONDIZIONI DI INSTALLAZIONE

contributo	Sx7-Sx1	Sx1-Sx3	Sx3-Sx5
def tot in barriera (costr x fasi)	0,00	-0,31	-0,31
errore termica estiva pref (50% in x)		-3,21	-3,05
errore termica invernale pref (50% in x)	-2,79		
inviluppo jack-up 1			-0,22
inviluppo jack-up 2	-0,79	-0,19	
tolleranze femmina	-2,72		-2,72
tolleranze femmina		-2,72	
TOTALE	-6,30	-6,43	-6,31
dx_e = Sx7-Sx1	-6,3		
dx_i = min (Sx1-Sx3; Sx3-Sx5) (mm)			-6,4

CONDIZIONI DI ESERCIZIO

contributo	Sx7-Sx1	Sx1-Sx3	Sx3-Sx5
def tot in barriera (costr x fasi)	0,00	-0,31	-0,31
errore termica estiva pref (50% in x)		-3,21	-3,05
errore termica invernale pref (50% in x)	-2,79		
inviluppo Meteomarine 1		-0,53	-0,23
inviluppo meteomarine 2	-0,52		
tolleranze femmina	-2,72		-2,72
tolleranze femmina		-2,72	
TOTALE	-6,03	-6,77	-6,32
dx_e = Sx7-Sx1	-6,0		
dx_i = min (Sx1-Sx3; Sx3-Sx5) (mm)			-6,8

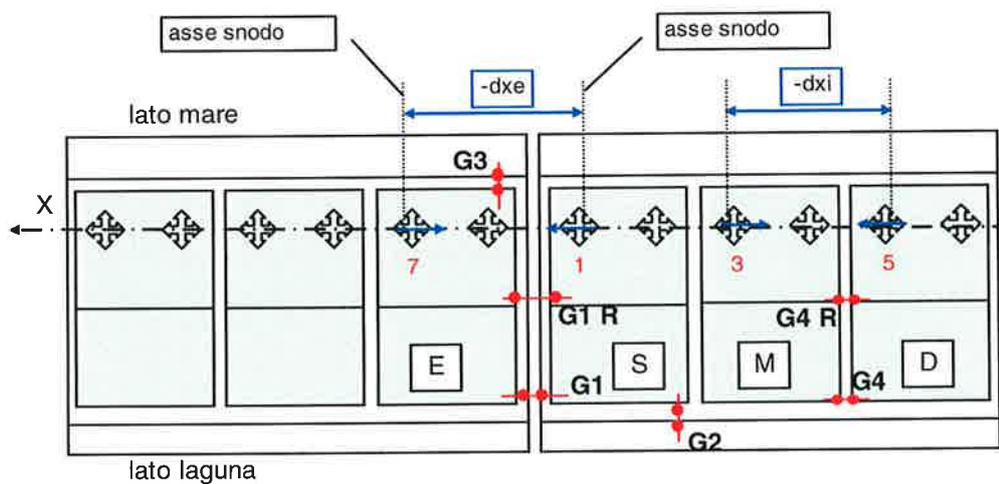


FIG. 5.13 - AVVICINAMENTO PARATOIE E RIDUZIONI dx DEI TRAFERRI

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 44
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

5.5.3. Variazioni in Y

Le variazioni differenziali dy delle posizioni in Y di due snodi della stessa paratoia rispetto al loro asse mediano ($dy = dUy/2$) comportano una rotazione della paratoia attorno a Z.

Due paratoie contigue che ruotano in sensi contrapposti avvicinandosi riducono il traferro tra di loro.

Per l'analisi dei traferri si considera come differenziale il massimo dei valori medi dei differenziali in Y di due paratoie adiacenti.

Per la direzione Y gli spostamenti/rotazioni dei centri degli snodi pertinenti riportati in MV082P-PE-NAR-2014, restituiti nel sistema di riferimento qui adottato, sono:

CASSONE effetti su C1 e C2	Uy1 (mm)	Uy2 (mm)	Rx1 (rad)	Rx2 (rad)
def tot in barriera (costr x fasi)	3,272	3,196	-0,000292	-0,000295
errore termica estiva pref (50% in x)	3,842	3,681	-0,000271	-0,000328
errore termica invernale pref (50% in x)	-1,167	-1,342	-0,000112	-0,000076
termica estiva trincea	-1,790	-1,849	0,000113	0,000098
termica invernale trincea	1,790	1,849	-0,000113	-0,000098
Inviluppo jack-up 1	0,001	-0,014	0,000011	0,000015
Inviluppo jack-up 2	-0,074	-0,077	0,000047	0,000045
Inviluppo meteomarine 1	-1,722	-1,894	-0,000129	-0,000091
Inviluppo meteomarine 2	2,172	2,196	-0,001026	-0,001006
CASSONE effetti su C3 e C4	Uy3	Uy4	Rx3	Rx4
def tot in barriera (costr x fasi)	3,184	3,186	-0,000291	-0,000293
errore termica estiva pref (50% in x)	3,619	3,619	-0,000331	-0,000331
errore termica invernale pref (50% in x)	-1,460	-1,461	-0,000080	-0,000080
termica estiva trincea	-1,886	-1,886	0,000093	0,000093
termica invernale trincea	1,886	1,886	-0,000093	-0,000093
Inviluppo jack-up 1	-0,043	-0,066	0,000032	0,000040
Inviluppo jack-up 2	-0,065	-0,043	0,000040	0,000032
Inviluppo meteomarine 1	1,822	1,822	-0,000595	-0,000595
Inviluppo meteomarine 2	-1,842	-1,842	-0,000113	-0,000113

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 45
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

Ponendo:

$$S_{yi} = U_{yi} - \tan R_{xi} * H$$

dove H = 2450 mm (distanza cerniera – mezzeria soletta)

ed estrapolando i risultati per le posizioni 5 e 6, ne derivano i seguenti spostamenti (mm) in X delle 6 cerniere di un cassone:

contributo	Sy1	Sy2	Sy3	Sy4	Sy5	Sy6
def tot in barriera (costr x fasi)	3,99	3,92	3,90	3,90	3,92	3,99
errore termica estiva pref (50% in x)	4,51	4,48	4,43	4,43	4,48	4,51
errore termica invernale pref (50% in x)	-0,89	-1,16	-1,26	-1,26	-1,16	-0,89
termica estiva trincea	-2,07	-2,09	-2,11	-2,11	-2,09	-2,07
termica invernale trincea	2,07	2,09	2,11	2,11	2,09	2,07
Inviluppo jack-up 1	-0,03	-0,05	-0,12	-0,16	-0,19	-0,19
Inviluppo jack-up 2	-0,19	-0,19	-0,16	-0,12	-0,05	-0,03
Inviluppo meteomarine 1	-1,41	-1,67	3,28	3,28	-1,67	-1,41
Inviluppo meteomarine 2	4,69	4,66	-1,57	-1,57	4,66	4,69

Si calcolano da questi i differenziali che minimizzano il traferro tra le diverse coppie di paratoie contigue e si aggiungono i contributi dei differenziali in Y per variazioni volumiche del cassone, per le tolleranze sulla femmina e per le tolleranze tra connettore e paratoia.

Contributo	dUy (mm)	
	su C1 e C2	su C3 e C4
Effetto ritro/rigonfiamento	± 0,15	trasc.
Effetto creep	± 0,1	trasc.
Tolleranze femmina	± 2,72	
Tolleranze connettore-paratoia		
Installazione	± 3,30	
esercizio	± 4,46	

Le tolleranze connettore–paratoia derivano dalla somma dei seguenti contributi (differenziali per ogni coppia di snodi):

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	EI. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 46
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

Spostamenti differenziali in $\pm Y$ di una coppia di snodi	dUy (mm) installazione	dUy (mm) esercizio
recupero gap cilindro sfera	0,76	0,76
componente maschio	0,10	0,19
spostamenti elastici connettore	-	0,80
perno e snodo [1]	1,19	1,21
deformabilità snodo	0,15	0,30
paratoia	0,60	0,60
deformabilità paratoia in esercizio	-	0,10
termica differenziale paratoia-cassone	0,30	0,30
termica montaggio maschio	0,20	0,20
Totale dUy connettore vs. paratoia	3,30	4,46

[1] il valore finale stimato è leggermente inferiore, pari a circa 1 mm, sia in installazione, sia in esercizio.

Risultano in totale i seguenti differenziali in Y tra le coppie di snodi di due paratoie contigue:

CONDIZIONI DI INSTALLAZIONE

contributo	Sy1-Sy2	Sy3-Sy4	Sy7-Sy8	Sy1-Sy2	Sy3-Sy4	Sy5-Sy6
def tot in barriera (costr x fasi)	0,07	-0,01				-0,07
errore termica estiva pref (50% in x)						
errore termica invernale pref (50% in x)	0,26	0,00			0,00	-0,26
termica estiva trincea	0,02	0,00			0,00	-0,02
termica invernale trincea			0,02	-0,02		
rigonfiamento			0,15	-0,15		
ritiro e creep	0,25	0,00			0,00	-0,25
Inviluppo jack-up 1					0,04	0,00
Inviluppo jack-up 2	-0,00	-0,04				
tolleranze femmina	2,72	-2,72	2,72	-2,72	2,72	-2,72
Tolleranze connettore paratoia	3,30	-3,30	3,30	-3,30	3,30	-3,30
TOTALE	6,62	-6,07	6,19	-6,19	6,06	-6,62
dUy (medio tra due paratoie contigue)		6,35		6,19		6,34
dy = max dUy/2 (mm)			3,2			

CONDIZIONI DI ESERCIZIO

contributo	Sy1-Sy2	Sy3-Sy4	Sy7-Sy8	Sy1-Sy2	Sy3-Sy4	Sy5-Sy6
def tot in barriera (costr x fasi)	0,07	-0,01				-0,07
errore termica estiva pref (50% in x)						
errore termica invernale pref (50% in x)	0,26	0,00			0,00	-0,26
termica estiva trincea	0,02	0,00			0,00	-0,02
termica invernale trincea			0,02	-0,02		
rigonfiamento			0,15	-0,15		
ritiro e creep	0,25	0,00			0,00	-0,25
tolleranze femmina	2,72	-2,72	2,72	-2,72	2,72	-2,72
Inviluppo meteomarine 1	0,27	0,00			0,00	-0,27
Inviluppo meteomarine 2						
Tolleranze connettore paratoia	4,46	-4,46	4,46	-4,46	4,46	-4,46
TOTALE	8,05	-7,19	7,35	-7,35	7,18	-8,05
dUy (medio tra due paratoie contigue)		7,62		7,35		7,62
dy = max dUy/2 (mm)				3,8		

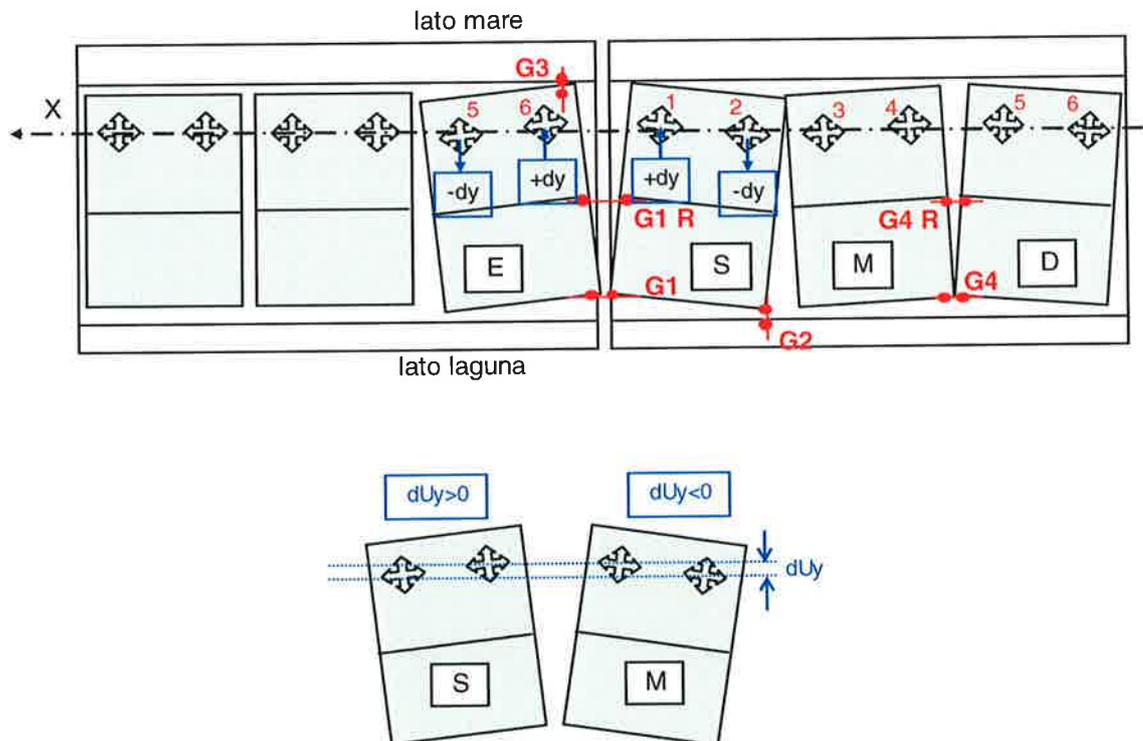


FIG. 5.14 – POSIZIONE SCHEMATICA DELLE PARATOIE PER EFFETTO DELLE TOLLERANZE IN Y SUI CENTRI DEGLI SNODI – PIANO XY

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 48
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

5.5.4. Variazioni in Z

Le variazioni differenziali dz delle posizioni in Z di due snodi della stessa paratoia rispetto al loro asse mediano ($dz = dUz/2$) comportano una rotazione della paratoia attorno a Y.

Due paratoie contigue che ruotano in sensi contrapposti avvicinandosi riducono il traferro tra di loro.

Per l'analisi dei traferri si considera come differenziale il massimo dei valori medi dei differenziali in Z di due paratoie adiacenti.

Per la direzione Z gli spostamenti/rotazioni dei centri degli snodi pertinenti riportati in MV082P-PE-NAR-2014, restituiti nel sistema di riferimento qui adottato, sono:

CASSONE	Uz1 (mm)	Uz2 (mm)	Uz3(rad)	Uz4 (rad)
def tot in barriera (costr x fasi)	-19,364	-19,827	-20,031	-20,002
errore termica estiva pref (50% in x)	-0,274	-2,827	-4,012	-4,015
errore termica invernale pref (50% in x)	-0,268	0,134	0,264	0,266
termica estiva trincea	0,696	2,123	2,789	2,789
termica invernale trincea	-0,696	-2,123	-2,789	-2,789
Inviluppo jack-up 1	-0,606	-1,849	-3,064	-4,072
Inviluppo jack-up 2	-5,449	-4,857	-4,072	-3,065
Inviluppo meteomarine 1	-12,192	-12,755	8,331	8,333
Inviluppo meteomarine 2	7,575	8,222	-13,245	-13,248

Estrapolando i risultati per le posizioni 5 e 6, ne derivano i seguenti spostamenti (mm) in X delle 6 cerniere di un cassone:

contributo	Sz1	Sz2	Sz3	Sz4	Sz5	Sz6
def tot in barriera (costr x fasi)	-19,36	-19,83	-20,03	-20,00	-19,83	-19,36
errore termica estiva pref (50% in x)	-0,27	-2,83	-4,01	-4,02	-2,83	-0,27
errore termica invernale pref (50% in x)	-0,27	0,13	0,26	0,27	0,13	-0,27
termica estiva trincea	0,70	2,12	2,79	2,79	2,12	0,70
termica invernale trincea	-0,70	-2,12	-2,79	-2,79	-2,12	-0,70
Inviluppo jack-up 1	-0,61	-1,85	-3,06	-4,07	-4,86	-5,45

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 49
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

Inviluppo jack-up 2	-5,45	-4,86	-4,07	-3,07	-1,85	-0,61
Inviluppo meteomarine 1	-12,19	-12,76	8,33	8,33	-12,76	-12,19
Inviluppo meteomarine 2	7,58	8,22	-13,25	-13,25	8,22	7,58

Si calcolano da questi i differenziali che minimizzano il traferro tra le diverse coppie di paratoie contigue e si aggiungono i contributi dei differenziali in Z per variazioni volumiche del cassone, per le tolleranze sulla femmina e per le tolleranze tra connettore e paratoia.

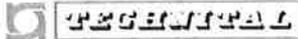
Non ci sono effetti su G2 e G3.

Contributo	dUz (mm)	
	su C1 e C2	su C3 e C4
Effetto ritiro/rigonfiamento	± 1,5	trasc.
Effetto creep	± 0,1	trasc.
Tolleranze femmina	± 2,86	
Tolleranze connettore-paratoia	± 3,81	
Installazione	± 4,17	
esercizio	± 4,17	

Le tolleranze connettore-paratoia derivano dalla somma dei seguenti contributi (differenziali per ogni coppia di snodi):

Spostamenti differenziali in ±Z di una coppia di snodi	dUz (mm) installazione	dUz (mm) esercizio
recupero gap cilindro sfera	-	-
componente maschio	0,99	1,08
spostamenti elastici connettore	0,50	0,50
perno e snodo [1]	1,19	1,21
deformabilità snodo	0,15	0,30
paratoia	0,60	0,60
deformabilità paratoia in esercizio	-	0,10
termica differenziale paratoia-cassone	0,18	0,18
termica montaggio maschio	0,20	0,20
Totale dUz connettore vs. paratoia	3,81	4,17

[1] il valore finale stimato è leggermente inferiore, pari a circa 1 mm, sia in installazione, sia in esercizio.

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 50
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

Risultano in totale i seguenti differenziali in Z tra le coppie di snodi di due paratoie contigue:

CONDIZIONI DI INSTALLAZIONE

Contributo	Sz1-Sz2	Sz3-Sz4	Sz7-Sz8	Sz1-Sz2	Sz3-Sz4	Sz5-Sz6
def tot in barriera (costr x fasi)	0,46	-0,03				-0,46
errore termica estiva pref (50% in x)	2,55	0,00			0,00	-2,55
errore termica invernale pref (50% in x)			0,40	-0,40		
termica estiva trincea			1,43	-1,43		
termica invernale trincea	1,43	0,00			0,00	-1,43
rigonfiamento			1,50	-1,50		
ritiro e creep	1,60	0,00			0,00	-1,60
Inviluppo jack-up 1	1,24	1,01				
Inviluppo jack-up 2			0,00	-0,59	-1,01	-1,24
tolleranze femmina	2,86	-2,86	2,86	-2,86	2,86	-2,86
Tolleranze connettore paratoia	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81
TOTALE	13,96	1,93	10,00	-2,97	5,67	-6,33
dUz (medio tra due paratoie contigue)		6,01		6,49		6,00
dz = max dUz/2 (mm)				3,2		

CONDIZIONI DI ESERCIZIO

contributo	Sz1-Sz2	Sz3-Sz4	Sz7-Sz8	Sz1-Sz2	Sz3-Sz4	Sz5-Sz6
def tot in barriera (costr x fasi)	0,46	-0,03				-0,46
errore termica estiva pref (50% in x)	2,55	0,00			0,00	-2,55
errore termica invernale pref (50% in x)			0,40	-0,40		
termica estiva trincea			1,43	-1,43		
termica invernale trincea	1,43	0,00			0,00	-1,43
rigonfiamento			1,50	-1,50		
ritiro e creep	1,60	0,00			0,00	-1,60
tolleranze femmina	2,86	-2,86	2,86	-2,86	2,86	-2,86
Inviluppo meteomarine 1	0,56	-0,00			-0,00	-0,56
Inviluppo meteomarine 2			0,65	-0,65		
Tolleranze connettore paratoia	4,17	-4,17	4,17	-4,17	4,17	-4,17
TOTALE	13,64	-7,06	11,01	-11,01	7,03	-13,64
dUz (medio tra due paratoie contigue)		10,35		11,01		10,33
dz = max dUz/2 (mm)				5,5		

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	EI. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 51
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

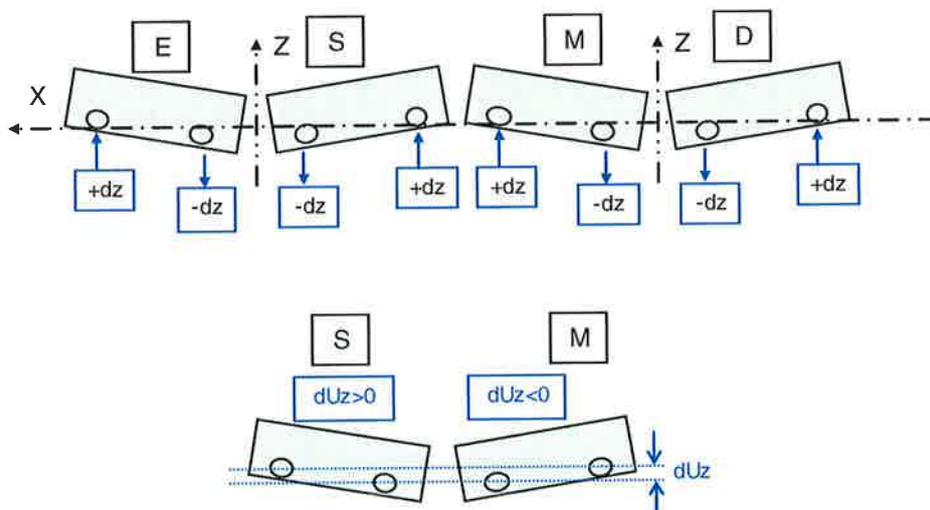


FIG. 5.15 – POSIZIONE SCHEMATICA DELLE PARATOIE PER EFFETTO DELLE TOLLERANZE IN Z SUI CENTRI DEGLI SNODI – PIANO XZ

 TECINTAL	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 52
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

5.5.5. Effetti sui traferri

Gli effetti sui traferri delle tolleranze e spostamenti dei connettori rispetto al cassone sono riportati nelle successive tabelle

TOLLERANZE DI POSIZIONE DEI CENTRI DEGLI SNODI EFFETTO SUI TRAFERRI TRA PARATOIE A RIPOSO				
Causa	Sullo stesso cassone		Su cassoni contigui	
	Riduz. G4	Riduz. G4 R	Riduz. G1	Riduz. G1 R
Fase di installazione				
dx centri snodi fissi dxi 6,4 mm su G4 dxe 6,3 mm su G1	6,40 mm	6,40 mm	6,30 mm	6,30 mm
dy coppia snodi $\pm 3,2$ mm	33,34 mm	15,48 mm	33,34 mm	15,48 mm
dz coppia snodi $\pm 3,2$ mm	1,02 mm	1,02 mm	1,02 mm	1,02 mm
Fase di esercizio				
dx centri snodi fissi dxi 6,8 mm su G4 dxe 6,0 mm su G1	6,80 mm	6,80 mm	6,00 mm	6,00 mm
dy coppia snodi $\pm 3,8$ mm	39,59 mm	18,39 mm	39,59 mm	18,39 mm
dz coppia snodi $\pm 5,5$ mm	1,75 mm	1,75 mm	1,75 mm	1,75 mm

TOLLERANZE DI POSIZIONE DEI CENTRI DEGLI SNODI EFFETTO SUI TRAFERRI TRA PARATOIA E CASSONE		
Causa	Riduz. G3 lato mare	Riduz. G2 lato laguna
Fase di installazione		
dx centri snodi fissi dxi 6,4 mm su G4 dxe 6,3 mm su G1	-	-
dy coppia snodi $\pm 3,2$ mm	6,37 mm	6,35 mm
dz coppia snodi $\pm 3,2$ mm	-	-
Fase di esercizio		
dx centri snodi fissi dxi 6,8 mm su G4 dxe 6,0 mm su G1	-	-
dy coppia snodi $\pm 3,8$ mm	7,57 mm	7,54 mm
dz coppia snodi $\pm 5,5$ mm	-	-

5.6. Tolleranze di costruzione delle paratoie e tolleranze/spostamenti in X del componente mobile (maschio) del connettore

La paratoia sarà costruita nel suo complesso assumendo come asse di riferimento X l'asse congiungente i centri dei fori sulle paratoie, prima della saldatura degli anelli di contenimento delle boccole, con le seguenti tolleranze (ref. doc. MV082P-PE-NAD-2005-C1):

- fuori squadra: ± 5 mm in direzione Y e Z; $-5/0$ mm in direzione X
- posizione delle paratie longitudinali in corrispondenza dei centri dei fori per l'alloggiamento della cerniera: $\pm 2,5$ mm rispetto alla mezzzeria teorica, in direzione X.

Poiché si è imposto che la paratoia non possa avere larghezza maggiore di quella nominale, il traferro tra le paratoie non è mai ridotto rispetto al teorico.

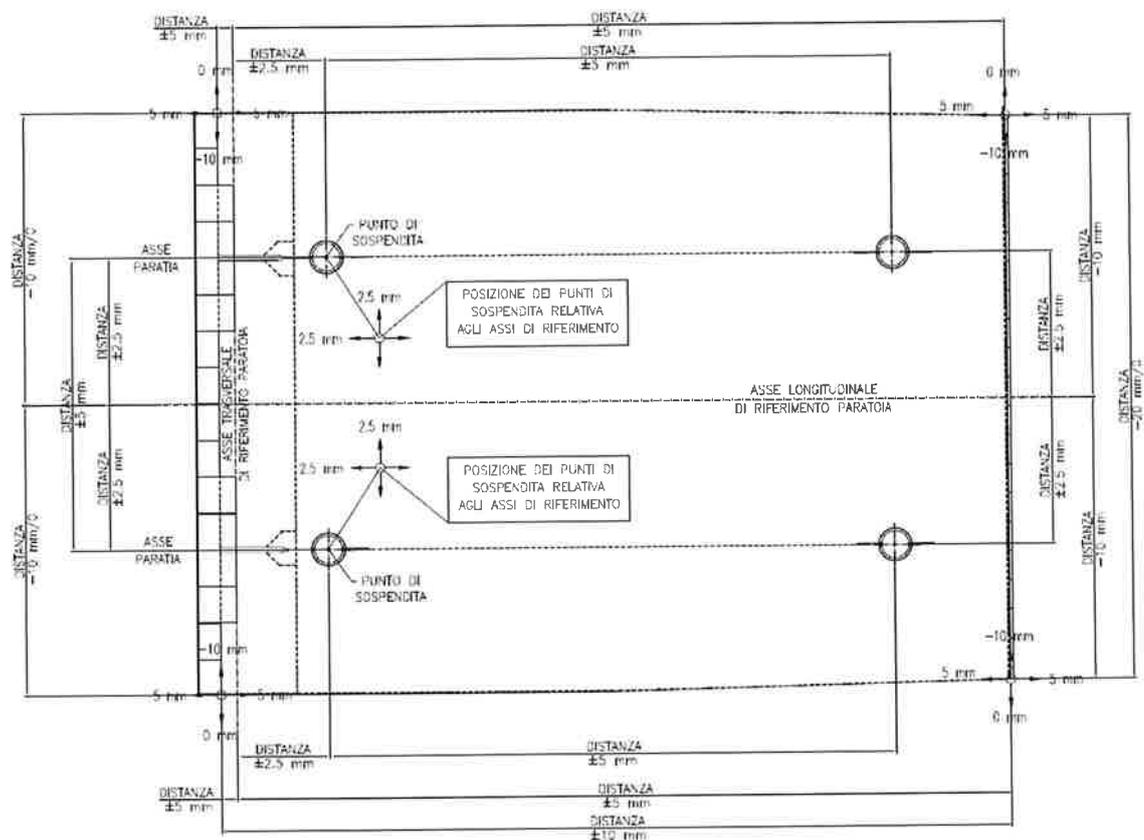


FIG. 5.16 – TOLLERANZE DI COSTRUZIONE DELLE PARATOIE

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	EI. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 54
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

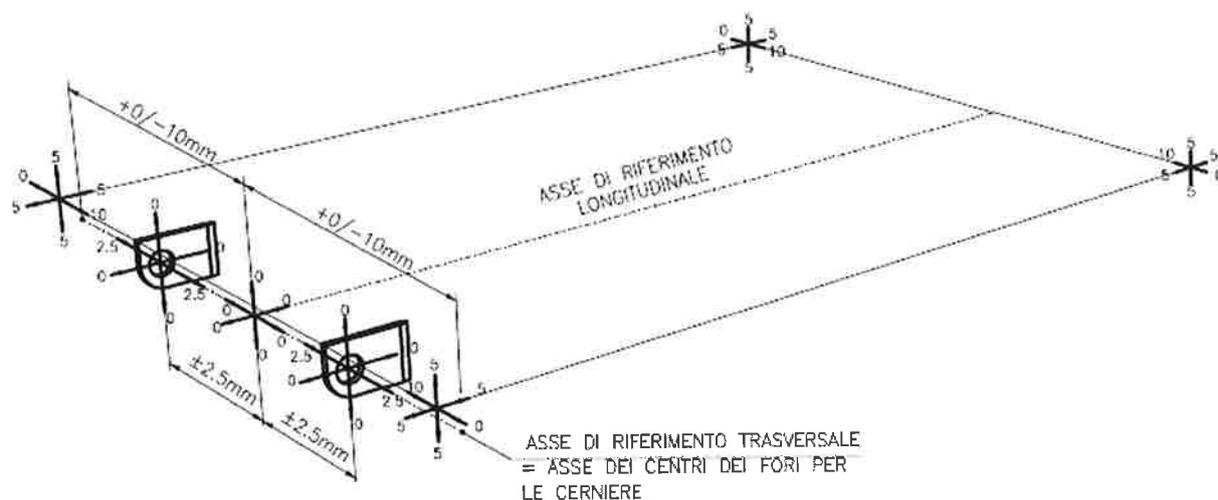


FIG. 5.17 – TOLLERANZE DI COSTRUZIONE DELLE PARATOIE – POSIZIONAMENTO DELLE PARATIE LONGITUDINALI

Con il montaggio e la lavorazione degli anelli in cui sono inserite le boccole, parte della tolleranza in X della posizione delle paratie longitudinali viene recuperata e la tolleranza sulle distanze in X del centro di ciascun anello dalla mezzeria della paratoia è ridotta a $\pm 0,3$ mm.

Tale tolleranza viene combinata con tutte le altre tolleranze, spostamenti e giochi in direzione X relative al componente mobile (maschio) del connettore, di cui al documento MV082P-PE-NAR-2014, ad esclusione dello spostamento per variazione termica differenziale della paratoia rispetto al cassone (valutato a parte) e dell'effetto della deformabilità della paratoia in esercizio, che è interamente assorbita dalla boccola mobile.

Si considera che ad ogni snodo competa la metà degli spostamenti differenziali longitudinali in X riscontrati.

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	EI. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 55
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

Variazioni posizione X centro snodo vs paratoia	dUx (mm) installazione	dUx (mm) esercizio
recupero gap cilindro sfera	0,76	0,76
componente maschio	0,26	0,26
spostamenti elastici connettore	-	1,10
perno e snodo	2,15	2,15
deformabilità snodo	0,45	0,90
paratoia	0,60	0,60
deformabilità paratoia in esercizio [1]	-	-
termica differenziale paratoia-cassone [2]	-	-
termica montaggio maschio	0,60	0,60
Variazione totale posizione X centro snodo connettore vs. paratoia	4,82	6,37
CSx = dUx/2 (mm)	2,4	3,20

[1] la deformabilità della paratoia in X è assorbita dallo snodo mobile

[2] le deformazioni in X per variazioni termiche sola paratoia sono computate a parte

Le posizioni dei centri degli snodi in X risultano pertanto così variate rispetto alla paratoia:

- fase di installazione ±2,4 mm
- fase di esercizio ±3,2 mm

La posizione in X della posizione dello snodo fisso rispetto alla teorica, variata per effetto degli spostamenti differenziali in X e riferito all'elemento mobile del connettore montato sulla paratoia, comporta che, per riportare lo snodo nella posizione corrispondente sul cassone, la paratoia sia traslata della stessa variazione.

Si considerino infatti due paratoie contigue, la prima con lo snodo al massimo spostamento e la seconda con lo snodo al minimo spostamento, come nella sottostante figura.

 TECINTAL	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 56
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

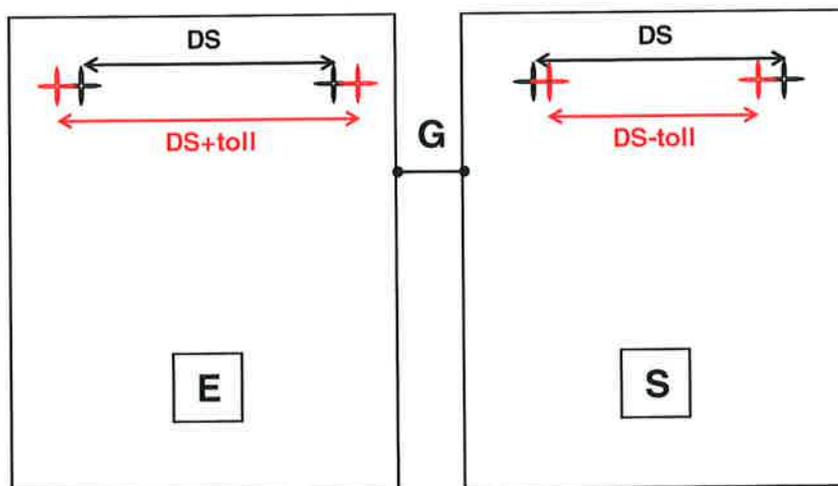


FIG. 5.18 – MASSIMA E MINIMA POSIZIONE (IN ROSSO) DEI CENTRI DEGLI SNODI SU DUE PARATOIE, RISPETTO ALLE POSIZIONI TEORICHE (IN NERO)

Poiché una boccola è fissa (qui la sinistra) mentre l'altra ammette un gioco (per recuperare le tolleranze e gli spostamenti sulla distanza tra i due connettori di una paratoia), le posizioni di montaggio delle paratoie conducono alla situazione della figura successiva, in cui il traferro si riduce della somma degli spostamenti delle due boccole fisse.

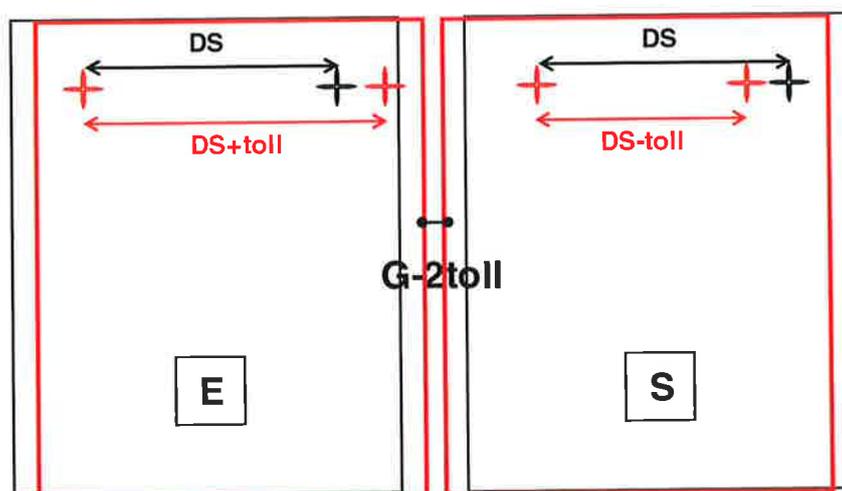


FIG. 5.19 – POSIZIONE AL MONTAGGIO DI DUE PARATOIE CONTIGUE RISPETTIVAMENTE CON IL MASSIMO E IL MINIMO SPOSTAMENTO (IN ROSSO) PER RI-PORTARE GLI SNODI FISSI IN POSIZIONE SUL CASSONE

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 57
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

Le corrispondenti componenti in Y e in Z derivanti da tolleranze, errori, giochi e accoppiamenti del connettore maschio sono state computate insieme con le corrispondenti componenti derivanti dalle analoghe cause relative al connettore femmina, nel precedente paragrafo.

Le condizioni più critiche conducono alle seguenti riduzioni dei traferri:

TOLLERANZE DI COSTRUZIONE PARATOIE EFFETTO SUI TRAFERRI TRA PARATOIE (A RIPOSO)				
Causa	Sullo stesso cassone		Su cassoni contigui	
	Riduz. G4	Riduz. G4 R	Riduz. G1	Riduz. G1 R
Fuori squadra 0 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm
Toll. X snodo vs paratoia				
Installazione $\pm 2,4$ mm	4,8 mm	4,8 mm	4,8 mm	4,8 mm
Esercizio $\pm 3,2$ mm	6,4 mm	6,4 mm	6,4 mm	6,4 mm

TOLLERANZE DI COSTRUZIONE PARATOIE EFFETTO SUI TRAFERRI TRA PARATOIA E CASSONE		
Causa	Riduz. G3 lato mare	Riduz. G2 lato laguna
Fuori squadra +5 mm	5 mm	5 mm
Toll. X snodo vs paratoia	-	-

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 58
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

5.7. Rotazione e spostamenti delle paratoie

Le tolleranze/spostamenti che comportano un'inclinazione degli assi degli snodi di una paratoia rispetto all'allineamento teorico influiscono sulla riduzione dei trasferri della paratoia a riposo e introducono ulteriori riduzioni dei trasferri all'innalzarsi delle paratoie. Infatti gli spigoli di due paratoie contigue non si muovono più su piani paralleli, ma le loro traiettorie tendono a intersecarsi.

Tali riduzioni si riscontrano per le variazioni dy e dz dei centri degli snodi e per le inclinazioni del cassone e tendono ad aumentare al crescere dell'angolo di innalzamento delle paratoie, fino ad un massimo che si raggiunge a 51° - 53° per i trasferri di paratoie sullo stesso cassone e a 61° - 63° per trasferri di paratoie su cassoni contigui, cioè per angoli di lavoro che le paratoie possono sperimentare per effetto della loro oscillazione.

Nella tabella riassuntiva le riduzioni per effetto degli angoli di rotazione delle paratoie sono state valutate per l'angolo di lavoro delle paratoie e per l'angolo in cui raggiungono il massimo effetto.

Gli spostamenti delle paratoie durante l'esercizio corrispondono alla freccia generata da una forza trasversale sul fianco delle paratoie, a barriera sollevata.

Le paratoie sono dimensionate per una forza trasversale di 700 kN concomitante ai carichi di esercizio (ref. Doc MV082P-PE-NAR-2019), pari a quella di progetto dei connettori. La forza trasversale massima corrispondente all'effettivo dislivello che può generarla è stata valutata, per la paratoia di San Nicolò, in 560 kN (ref. Doc MV082P-PE-NAR-2018) e ad essa si fa riferimento per gli spostamenti.

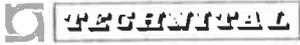
Si ricavano quindi per gli spigoli di interesse, ai fini della valutazione della riduzione dei trasferri, le frecce corrispondenti alla forza trasversale di 560 kN, sul fasciame superiore (dove si misurano i trasferri minimi), alla punta e allo spigolo di rastremazione.

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 59
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

Comb. carichi	Spostamenti Y (mm)	vertice lato laguna 1A	vertice lato laguna 2A	inizio rastrem 5A	inizio rastrem 6A
E.1b	disl. 2 m	0,35	-0,19	0,13	0,04
E.1c	disl 2 m + cavo onda lunga	0,26	-0,21	0,21	-0,16
E.6b	E.1b + Ftrasv 700 kN	4,20	3,68	2,69	2,65
E.6c	E.1c + Ftrasv 700 kN	4,11	3,66	2,78	2,45
E.6b-E.1b	Ftrasv 700 kN	3,85	3,87	2,57	2,61
E.6c-E.1c	Ftrasv 700 kN	3,85	3,87	2,57	2,61
	Ftrasv 560 kN	3,08	3,10	2,05	2,09
E.6b-rid	E.1b + Ftrasv 560 kN	3,43	2,91	2,18	2,12
E.6c-rid	E.1c + Ftrasv 560 kN	3,34	2,88	2,26	1,92

Per la valutazione della riduzione dei traferri si considera il massimo spostamento contrapposto su due paratoie contigue.

SPOSTAMENTI DELLE PARATOIE PER Ftrasversale 560 kN EFFETTO SUI TRAFERRI TRA PARATOIE (IN ESERCIZIO)				
Causa	Sullo stesso cassone		Su cassoni contigui	
	Riduz. G4	Riduz.G4 R	Riduz. G1	Riduz. G1 R
Frecce contrapposte in punta $3,43 * 2 = 6,9$ mm	6,9 mm		6,9 mm	
Frecce contrapposte alla rastremazione $2,26 * 2 = 4,5$ mm		4,5 mm		4,5 mm

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	EI. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 60
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

5.8. Sisma

Le analisi in corso per la valutazione degli effetti di un sisma con un periodo di ritorno di 975 anni stimano rotazioni e spostamenti dei cassoni e individuano come condizione peggiore per la riduzione dell'ampiezza dei giunti tra i cassoni un avvicinamento reciproco di 25 mm.

Considerando che:

- il sisma non è concomitante con la chiusura della barriera, in occasione delle quali i traferri subiscono una riduzione maggiore che nella condizione di riposo;
- gli effetti del sisma dovrebbero esaurirsi, almeno in parte, al termine dell'evento;
- la riduzione del traferro riguarda i soli traferri in corrispondenza dei giunti tra cassoni, per i quali la riduzione totale stimata è minore rispetto alla riduzione dei traferri tra paratoie su uno stesso cassone;

si può ritenere che la riduzione dei traferri interessati dal sisma non costituisce una criticità aggiuntiva del sistema e il suo eventuale effetto residuo può essere trascurato.

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 61
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

6. SINTESI DEGLI EFFETTI DELLE TOLLERANZE SULLE AMPIEZZE DEI TRAFERRI

6.1. Generalità

Le condizioni di riferimento e i risultati delle valutazioni geometriche degli effetti delle tolleranze sono riportati nelle successive tabelle.

Le posizioni significative per la valutazione delle riduzioni dei traferri sono:

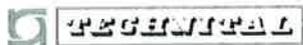
- in corrispondenza dei traferri tra paratoie G1 (punta) e G1 R (inizio rastremazione), per paratoie su due cassoni contigui;
- in corrispondenza dei traferri tra paratoie G4 (punta) e G4 R (inizio rastremazione), per paratoie sullo stesso cassone;
- in corrispondenza dei traferri tra paratoia e cassone G2 (lato laguna) e di G3 (lato mare), per tutte le paratoie, indicando il traferro residuo tra ferro della paratoia e calcestruzzo e quello tra spigolo delle alette di gomma e calcestruzzo.

Nelle su esposte posizioni, si valutano le riduzioni dei traferri tra paratoie a riposo in fase di installazione e in fase di esercizio; inoltre, per la fase di esercizio, si valutano le riduzioni dei traferri tra paratoie per effetto della rotazione delle paratoie all'angolo di lavoro di 45° e quelle massime in corrispondenza degli angoli di rotazione ai quali occorrono.

Le riduzioni dei traferri tra paratoie e cassone non hanno rilevanza quando le paratoie sono alzate: verso mare il traferro non varia per la presenza della curvatura della parete del cassone, mentre verso laguna perde di significato.

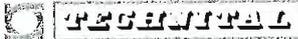
Si ricorda ancora che le situazioni rappresentate sommano tutti gli effetti sfavorevoli con il loro massimo valore e nella situazione più sfavorevole su due paratoie contigue.

Si ricorda anche che lo snodo fisso deve essere sempre montato sullo stesso lato di tutte le paratoie.

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 62
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

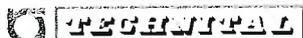
6.2. Traferri tra paratoie a riposo in fase di installazione

SAN NICOLO'		FASE DI INSTALLAZIONE	TRAFERRI TRA LE PARATOIE A RIPOSO			
RIDUZIONE TRAFERRI MASSIMA PER ORIGINE E CAUSA			Paratoie nello stesso cassone		Paratoie su cassoni contigui	
Origine	Causa	entità	Riduz. G4 (mm)	Riduz. G4 R (mm)	Riduz. G1 (mm)	Riduz. G1 R (mm)
TOLLERANZE DI COSTRUZIONE PARATOIE	Fuori squadra	0 mm	-	-	-	-
	Toll. CSx snodo vs. paratoia	2,4 mm	4,8	4,8	4,8	4,8
TOLLERANZE DI POSIZIONE CENTRI SNODI CONNETTORI	dxi centri snodi fissi su G4	6,4 mm	6,4	6,4		
	dxe centri snodi fissi su G1	6,3 mm			6,3	6,3
	dy coppia snodi	±3,2 mm	33,3	15,5	33,3	15,5
	dz coppia snodi	±3,2 mm	1,0	1,0	1,0	1,0
TOLLERANZE DI COSTRUZIONE CASSONI	Posizione e planarità collari	±5 mm	-	-	10,0	10,0
	Posizione e planarità pareti selle					
	lato mare	±5 mm	-	-	-	-
	lato laguna	±10 mm	-	-	-	-
TOLLERANZE DI POSIZIONE CASSONI	Cedimento differenziale	±50 mm	-	-	18,2	18,2
	Rotazione nel piano	10 mm su 60 m	-	-	12,5	7,9
VARIAZIONI TERMICHE	dT paratoia (a) termica estiva trincea + differenziale vs paratoia	+13°C	3,1	3,1	3,1	3,1
	Termica (a) cassone termica estiva trincea + rigonfiamento (dT equiv.)	+36,0°C	-7,2	-7,2	14,4	14,4
	dT paratoia (b) termica estiva trincea + differenziale vs paratoia	-7,0°C	-1,7	-1,7	-1,7	-1,7
	Termica (b) cassone termica invernale trincea + ritiro + creep (dT equiv.)	-39,2°C	7,8	7,8	-15,7	-15,7
RIDUZIONE TOTALE DEI TRAFERRI PARATOIA	con variazione termica (a)		41,5	23,6	103,7	81,2
	con variazione termica (b)		51,7	33,9	68,8	46,3
TRAFERRO NOMINALE			140	80	220	160
TRAFERRO RESIDUO MINIMO	con variazione termica (a)		98,5	56,4	116,3	78,8
	con variazione termica (b)		88,3	46,1	151,2	113,7

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 63
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

6.3. Traferri tra paratoie a riposo in fase di esercizio

SAN NICOLO'		FASE DI ESERCIZIO	TRAFERRI TRA LE PARATOIE A RIPOSO			
RIDUZIONE TRAFERRI MASSIMA PER ORIGINE E CAUSA			Paratoie nello stesso cassone		Paratoie su cassoni contigui	
Origine	Causa	entità	Riduz. G4 (mm)	Riduz. G4 R (mm)	Riduz. G1 (mm)	Riduz. G1 R (mm)
TOLLERANZE DI COSTRUZIONE PARATOIE	Fuori squadra	0 mm	-	-	-	-
	Toll. CSx snodo vs.paratoia	3,2 mm	6,4	6,4	6,4	6,4
TOLLERANZE DI POSIZIONE CENTRI SNODI CONNETTORI	dxi centri snodi fissi su G4	6,8 mm	6,8	6,8		
	dxo centri snodi fissi su G1	6,0 mm			6,0	6,0
	dy coppia snodi	±3,8 mm	39,6	18,4	39,6	18,4
	dz coppia snodi	±5,5 mm	1,8	1,8	1,8	1,8
TOLLERANZE DI COSTRUZIONE CASSONI	Posizione e planarità collari	±5 mm	-	-	10,0	10,0
	Posizione e planarità pareti selle					
	lato mare	±5 mm	-	-	-	-
	lato laguna	±10 mm	-	-	-	-
TOLLERANZE DI POSIZIONE CASSONI	Cedimento differenziale	±50 mm	-	-	18,2	18,2
	Rotazione nel piano	10 mm su 60 m	-	-	12,5	7,9
VARIAZIONI TERMICHE	dT paratoia (a) termica estiva trincea + differenziale vs paratoia	+13°C	3,1	3,1	3,1	3,1
	Termica (a) cassone termica estiva trincea + rigonfiamento (dT equiv.)	+36,0°C	-7,2	-7,2	14,4	14,4
	dT paratoia (b) termica estiva trincea + differenziale vs paratoia	-7,0°C	-1,7	-1,7	-1,7	-1,7
	Termica (b) cassone termica invernale trincea + ritiro + creep (dT equiv.)	-39,2°C	7,8	7,8	-15,7	-15,7
RIDUZIONE TOTALE DEI TRAFERRI PARATOIA	con variazione termica (a)		50,4	29,2	112,0	86,1
	con variazione termica (b)		60,7	39,5	77,1	51,3
TRAFERRO NOMINALE			140	80	220	160
TRAFERRO RESIDUO MINIMO	con variazione termica (a)		89,6	50,8	108,0	73,9
	con variazione termica (b)		79,3	40,5	142,9	108,7

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 64
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

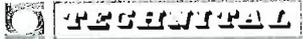
6.4. Traferri tra paratoie a riposo e cassoni

SAN NICOLO'		TRAFERRI LATO MARE E LATO LAGUNA	TRAFERRI TRA LE PARATOIE A RIPOSO			
RIDUZIONE TRAFERRI MASSIMA PER ORIGINE E CAUSA			FASE DI INSTALLAZIONE		FASE DI ESERCIZIO	
Origine	Causa	entità	Riduz. G3 (mare)	Riduz.G2 (laguna)	Riduz. G3 (mare)	Riduz.G2 (laguna)
TOLLERANZE DI COSTRUZIONE PARATOIE	Fuori squadra	5 mm	5,0	5,0	5,0	5,0
	Toll. CSx snodo vs.paratoia	-	-	-	-	-
TOLLERANZE DI POSIZIONE CENTRI SNODI CONNETTORI	dxi centri snodi fissi su G4	-	-	-	-	-
	dxe centri snodi fissi su G1	-	-	-	-	-
	dy coppia snodi	±3,2/±3,8 mm	6,4	6,4	7,6	7,5
TOLLERANZE DI COSTRUZIONE CASSONI	dz coppia snodi	-	-	-	-	-
	Posizione e planarità collari	-	-	-	-	-
	Posizione e planarità pareti selle lato mare lato laguna	±5 mm ±10 mm	5,0 -	- 10,0	5,0 -	- 10,0
TOLLERANZE DI POSIZIONE CASSONI	Cedimento differenziale	±50 mm	-	-	-	-
	Rotazione nel piano	-	-	-	-	-
VARIAZIONI TERMICHE	dT paratoia (a) termica estiva trincea + differenziale vs paratoia	+13°C	0,1	4,1	0,1	4,1
	Termica (a) cassone termica estiva trincea + rigonfiamento (dT equiv.)	+36,0°C	-0,5	-9,4	-0,5	-9,4
	dT paratoia (b) termica estiva trincea + differenziale vs paratoia	-7,0°C	-0,1	-2,2	-0,1	-2,2
	Termica (b) cassone termica invernale trincea + ritiro + creep (dT equiv.)	-39,2°C	0,6	10,3	0,6	10,3
RIDUZIONE TOTALE DEI TRAFERRI PARATOIA	con variazione termica (a)		16,0	16,0	17,2	17,2
	con variazione termica (b)		16,9	29,4	18,1	30,6
TRAFERRO NOMINALE	<i>cassone-gomma</i>		55	70	55	70
TRAFERRO RESIDUO MINIMO	con variazione termica (a)		39,0	54,0	37,8	52,8
	con variazione termica (b)		38,1	40,6	36,9	39,4
TRAFERRO NOMINALE	<i>cassone-ferro</i>		760	150	760	150
TRAFERRO RESIDUO MINIMO	con variazione termica (a)		744	134	743	133
	con variazione termica (b)		743	121	742	119

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 65
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

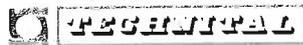
6.5. Traferri per paratoie in esercizio all'angolo di lavoro di 45°

SAN NICOLO'		FASE DI ESERCIZIO		TRAFERRI TRA LE PARATOIE ALL'ANGOLO DI LAVORO DI 45°			
RIDUZIONE TRAFERRI MASSIMA PER ORIGINE E CAUSA			Paratoie nello stesso cassone		Paratoie su cassoni contigui		
Origine	Causa	entità	Riduz. G4 (mm)	Riduz. G4 R (mm)	Riduz. G1 (mm)	Riduz. G1 R (mm)	
TOLLERANZE DI COSTRUZIONE PARATOIE	Fuori squadra	0 mm	-	-	-	-	
	Toll. CSx snodo vs.paratoia	3,2 mm	6,4	6,4	6,4	6,4	
TOLLERANZE DI POSIZIONE CENTRI SNODI CONNETTORI	dxi centri snodi fissi su G4	6,8 mm	6,8	6,8			
	dxe centri snodi fissi su G1	6,0 mm			6,0	6,0	
	dy coppia snodi	±3,8 mm	27,1	12,1	27,1	12,1	
	dz coppia snodi	±5,5 mm	41,8	20,1	41,8	20,1	
TOLLERANZE DI COSTRUZIONE CASSONI	Posizione e planarità collari	±5 mm	-	-	10,0	10,0	
	Posizione e planarità pareti selle						
	lato mare	±5 mm	-	-	-	-	
	lato laguna	±10 mm	-	-	-	-	
TOLLERANZE DI POSIZIONE CASSONI	Cedimento differenziale	±50 mm	-	-	48,5	32,1	
	Rotazione nel piano	10 mm su 60 m	-	-	9,8	6,5	
VARIAZIONI TERMICHE	dT paratoia (a) termica estiva trincea + differenziale vs paratoia	+13°C	3,1	3,1	3,1	3,1	
	Termica (a) cassone termica estiva trincea + rigonfiamento (dT equiv.)	+36,0°C	-7,2	-7,2	14,4	14,4	
	dT paratoia (b) termica estiva trincea + differenziale vs paratoia	-7,0°C	-1,7	-1,7	-1,7	-1,7	
	Termica (b) cassone termica invernale trincea + ritiro + creep (dT equiv.)	-39,2°C	7,8	7,8	-15,7	-15,7	
SPOSTAMENTO PARATOIE IN ESERCIZIO	Freccia per carico trasversale	700 kN	6,9	4,5	6,9	4,5	
RIDUZIONE TOTALE DEI TRAFERRI PARATOIA	con variazione termica (a)		84,9	45,8	174,0	115,2	
	con variazione termica (b)		95,1	56,1	139,1	80,4	
TRAFERRO NOMINALE			140	80	220	160	
TRAFERRO RESIDUO MINIMO	con variazione termica (a)		55,2	34,2	46,0	44,8	
	con variazione termica (b)		44,9	23,9	80,9	79,7	

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 66
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

6.6. Traferri minimi per paratoie in esercizio

SAN NICOLO'		FASE DI ESERCIZIO	TRAFERRI MINIMI TRA LE PARATOIE			
RIDUZIONE TRAFERRI MASSIMA PER ORIGINE E CAUSA			Paratoie nello stesso cassone		Paratoie su cassoni contigui	
angolo di lavoro con max riduzione			53°	51°	63°	61°
Origine	Causa	entità	Riduz. G4 (mm)	Riduz. G4 R (mm)	Riduz. G1 (mm)	Riduz. G1 R (mm)
TOLLERANZE DI COSTRUZIONE PARATOIE	Fuori squadra	0 mm	-	-	-	-
	Toll. CSx snodo vs. paratoia	3,2 mm	6,4	6,4	6,4	6,4
TOLLERANZE DI POSIZIONE CENTRI SNODI CONNETTORI	dxi centri snodi fissi su G4	6,8 mm	6,8	6,8		
	dx e centri snodi fissi su G1	6,0 mm			6,0	6,0
	dy coppia snodi	±3,8 mm	22,9	10,6	16,9	7,9
	dz coppia snodi	±5,5 mm	46,8	21,8	51,9	24,1
TOLLERANZE DI COSTRUZIONE CASSONI	Posizione e planarità collari	±5 mm	-	-	10,0	10,0
	Posizione e planarità pareti selle					
	lato mare	±5 mm	-	-	-	-
	lato laguna	±10 mm	-	-	-	-
TOLLERANZE DI POSIZIONE CASSONI	Cedimento differenziale	±50 mm	-	-	56,2	35,2
	Rotazione nel piano	10 mm su 60 m	-	-	7,5	5,5
VARIAZIONI TERMICHE	dT paratoia (a) termica estiva trincea + differenziale vs paratoia	+13°C	-	-	3,1	3,1
	Termica (a) cassone termica estiva trincea + rigonfiamento (dT equiv.)	+36,0°C	-	-	14,4	14,4
	dT paratoia (b) termica estiva trincea + differenziale vs paratoia	-7,0°C	-1,7	-1,67	-	-
	Termica (b) cassone termica invernale trincea + ritiro + creep (dT equiv.)	-39,2°C	7,8	7,84	-	-
SPOSTAMENTO PARATOIE IN ESERCIZIO	Freccia per carico trasversale	700 kN	6,9	4,5	6,9	4,5
RIDUZIONE TOTALE DEI TRAFERRI PARATOIA	con variazione termica (a)		89,7	50,1	179,2	117,1
	con variazione termica (b)		95,9	56,3	161,7	99,6
TRAFERRO NOMINALE			140	80	220	160
TRAFERRO RESIDUO MINIMO	con variazione termica (a)				40,8	42,9
	con variazione termica (b)		44,1	23,7		

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 67
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

Nelle successive tabelle si riportano le entità dei diversi contributi per i trasferri minimi in esercizio.

SAN NICOLO' traferro minimo tra paratoie sullo stesso cassone	in e- serci- zio termi- ca (b)		G4r riduz (mm)	% G4r riduz	para- toia costru- zione	para- toia in trincea	con- netto- re (incl fem- mina)	fonda- zioni	cas- sone costru- zione	cas- sone in trin- cea
angolo paratoia	a	51°								
paratoia fuori squadra	fs	0,00								
delta termico paratoia	dTp	-7,00	-1,7	-3%		-1,7				
toll z asse perni (rot xz)	Rxz	5,50	21,8	39%	1,2	0,6	12,2		3,8	4,1
toll y asse perni (rot xy)	Rxy	3,80	10,6	19%	0,8	0,6	8,6		0,4	0,2
fuori asse x fori paratoia	CSx	3,20	6,4	11%	0,6		5,8			
toll x asse perno fisso (trasl) E ed S	dxs	6,00								
toll x asse perno fisso (trasl) M e D	dxm	6,80	6,8	12%			2,7		3,5	0,5
toll larghezza sella mare G3	sm	5,00								
toll larghezza sella laguna G2	sl	10,00								
toll piano collare cassoni	pc	5,00								
delta termico cassone	dTc	-39,20	7,8	14%					4,6	3,2
abbassamento in zy (trasv)	ztra	50,00								
abbassamento in zx (long)	zlong	50,00								
toll posa nel piano da spigo- lo	py2	10,00								
freccia paratoia	f	2,26	4,5	8%		4,5				
riduzione traferro	%			100%	5%	7%	52%	0%	22%	14%
riduzione traferro	mm		56,3		2,6	3,9	29,3	0,0	12,3	8,0
traferro nominale	mm		80,0							
traferro residuo	mm		23,7							

	Rev. C1	Data: 28/03/2013	El. MV082P-PE-NAR-2013-C1	Pag. n. 68
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	ANALISI DELLE TOLLERANZE PER I TRAFERRI - RELAZIONE TECNICA	

SAN NICOLO' traferro minimo tra paratoie su cassoni contigui	in esercizio termica (a)	G1 riduz (mm)	% G1 riduz	para- toia costru- zione	para- toia in trincea	connet- tore (incl femmi- na)	fonda- zioni	casso- ne co- stru- zione	casso- ne in trincea
angolo paratoia	a	63°							
paratoia fuori squadra	fs	0,00							
delta termico paratoia	dTp	13,00	3,10	2%		3,10			
toll z asse perni (rot xz)	Rxz	5,50	51,85	29%	2,83	1,32	28,99	8,97	9,78
toll y asse perni (rot xy)	Rxy	3,80	16,89	9%	1,33	0,89	13,73	0,65	0,32
fuori asse x fori paratoia	CSx	3,20	6,40	4%	0,60		5,80		
toll x asse perno fisso (trasl) E ed S	dxs	6,00	6,00	3%			2,72	2,79	0,52
toll x asse perno fisso (trasl) M e D	dxm	6,80							
toll larghezza sella mare G3	sm	5,00						0,00	
toll larghezza sella laguna G2	sl	10,00						0,00	
toll piano collare cassoni	pc	5,00	10,00	6%				10,00	
delta termico cassone	dTc	36,00	14,40	8%				8,0	6,4
abbassamento in zy (trasv)	ztra	50,00	0,00	0%					
abbassamento in zx (long)	zlong	50,00	56,19	31%				56,19	
toll posa nel piano da spigolo	py2	10,00	7,52	4%				7,52	
freccia paratoia	f	3,43	6,90	4%		6,90			
riduzione traferro	%			100%	3%	7%	29%	36%	17%
riduzione traferro	mm		179,3		4,8	12,2	51,2	63,7	30,4
traferro nominale	mm		220,0						
traferro residuo	mm		40,8						