



IMPIANTO IDROELETTRICO PIOTTINO

VALUTAZIONE DELLO STATO DELLE CONDOTTE



Verifica delle condotte nel tratto a monte della camera valvole

7108.0-R-003

 **Lombardi**

Giubiasco, Aprile 2021

-	07.04.2021	S. Calvo	A. Balestra
Versione	Data	Redatto	Verificato

Lombardi SA Ingegneri Consulenti
 Via del Tiglio 2, C.P. 934, CH-6512 Bellinzona-Giubiasco
 Telefono +41(0)91 735 31 00
www.lombardi.group, info@lombardi.group

INDICE

1.	INTRODUZIONE	1
1.1	Generalità	1
1.2	Condotte forzate a monte delle valvole	1
2.	NORMATIVE E TESTI DI RIFERIMENTO	3
3.	METODOLOGIA DI CALCOLO	4
3.1	Generalità	4
3.2	Procedimento di calcolo n° 1	4
3.2.1.1	Azioni di progetto	5
3.2.1.2	Combinazione delle azioni	5
3.3	Procedimento di calcolo n° 2	6
3.4	Verifiche di resistenza alle tensioni ammissibili	6
3.4.1	Coefficienti di sicurezza per le verifiche di resistenza alle tensioni ammissibili	7
3.4.1.1	Coefficienti di sicurezza relativi alla condizione di carico normale	7
3.4.1.2	Coefficienti di sicurezza relativi alla condizione di carico saltuaria	7
3.4.1.3	Verifiche di stabilità elastica per pressione esterna	8
4.	VERIFICA E DETERMINAZIONE DEGLI SPESSORI DI CALCOLO	9
4.1	Verifiche per costruzione e trasporto	9
4.2	Verifiche a pressione interna	9
4.2.1	Tensione circonferenziale	9
4.2.2	Tensione longitudinale	10
4.2.2.1	Deformazioni impedita (effetto Poisson)	10
4.2.2.2	Effetti di temperatura	11
4.2.2.3	Effetto di chiusure	11
4.3	Pressione esterna	12
4.4	Sezioni di verifica	12
4.5	Condizione di carico normale	12
4.5.1	Condotte 1 e 2	13

4.5.2	Condotta 3	16
4.6	Condizione di carico saltuaria	17
4.6.1	Pressioni interne	17
4.6.2	Pressioni esterne	17
4.7	Condizione di carico eccezionale	19
5.	ANALISI DI SENSITIVITÀ	20
5.1	Generalità	20
5.2	Pressioni interne	20
5.3	Pressioni esterne	21
6.	RISULTATI DELLE MISURE IN CAMPO	23
6.1	Spessimetria	23
6.2	Saldature	24
6.2.1	Generalità	24
6.2.2	Saldature delle tubazioni	25
6.2.3	Saldature delle flange	25
6.2.4	Saldature dei passi d'uomo	26
6.3	Verniciatura	27
7.	CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI	29
7.1	Generalità	29
7.2	Risultati dei calcoli di verifica	29
7.3	Risultati delle ispezioni	30
7.4	Raccomandazioni	31
7.4.1	Condotta forzata 3	31
7.4.2	Passi d'uomo condotte forzate 1 e 2	31
7.4.3	Protezioni superficiali	32

ALLEGATI

A Report Controlli Non Distruttivi

1. INTRODUZIONE

1.1 Generalità

Il presente documento ha per oggetto la valutazione dello stato delle condotte dell'impianto Piottino nel tratto a monte delle valvole di testa condotta. Per rendere possibile tale valutazione, sono state eseguite le seguenti attività:

1. il calcolo degli spessori minimi ammissibili delle condotte inghisate, soggette a pressione interna ed esterna;
2. la verifica spessimetrica delle condotte, per determinare lo spessore residuo attuale;
3. l'esecuzione di controlli non distruttivi (NDT) a spot sulle saldature longitudinali e circonferenziali delle tubazioni;
4. l'esecuzione di controlli non distruttivi (NDT) sulle saldature delle flange sulle tubazioni in camera valvole, a monte delle valvole;
5. l'esecuzione di controlli non distruttivi (NDT) sulle saldature dei passi d'uomo.

Le attività in campo sono state eseguite nei giorni tra il 22 ed il 24 Febbraio 2021 da parte di ditta specializzata (Bytest – Gruppo TÜV SÜD).

I dati caratteristici dell'impianto sono riportati nel rapporto 7108.0-R-001, al quale si può fare riferimento. Qui si ricorda che il livello massimo di monte (presa di Rodi) è alla quota 945 m slm.

1.2 Condotte forzate a monte delle valvole

A monte della camera valvole, a partire dal triforcatore in calcestruzzo, le condotte percorrono un primo tratto in sotterraneo, per poi sbucare all'aperto in corrispondenza della camera valvole. Nel tratto in sotterraneo, le condotte si trovano ammorsate nella roccia, con getto di riempimento in calcestruzzo a riempire lo spazio compreso tra la condotta e lo scavo in roccia.

Una volta all'interno della camera valvole, dopo breve tratto, le condotte terminano con una flangia a cui sono poi fissate le valvole, direttamente (condotte 1 e 2) o tramite breve tratto convergente (condotta 3).

Ciascuna condotta è composta da 4 tubi, di diametro 1'550 mm (CF1, CF2) e 1'800 mm (CF3); i tubi sono di lunghezza variabile tra 10'800 e 8'250 mm. Ciascun tubo, realizzato in officina e unito agli altri mediante saldatura in opera, è costituito da 3 virole.

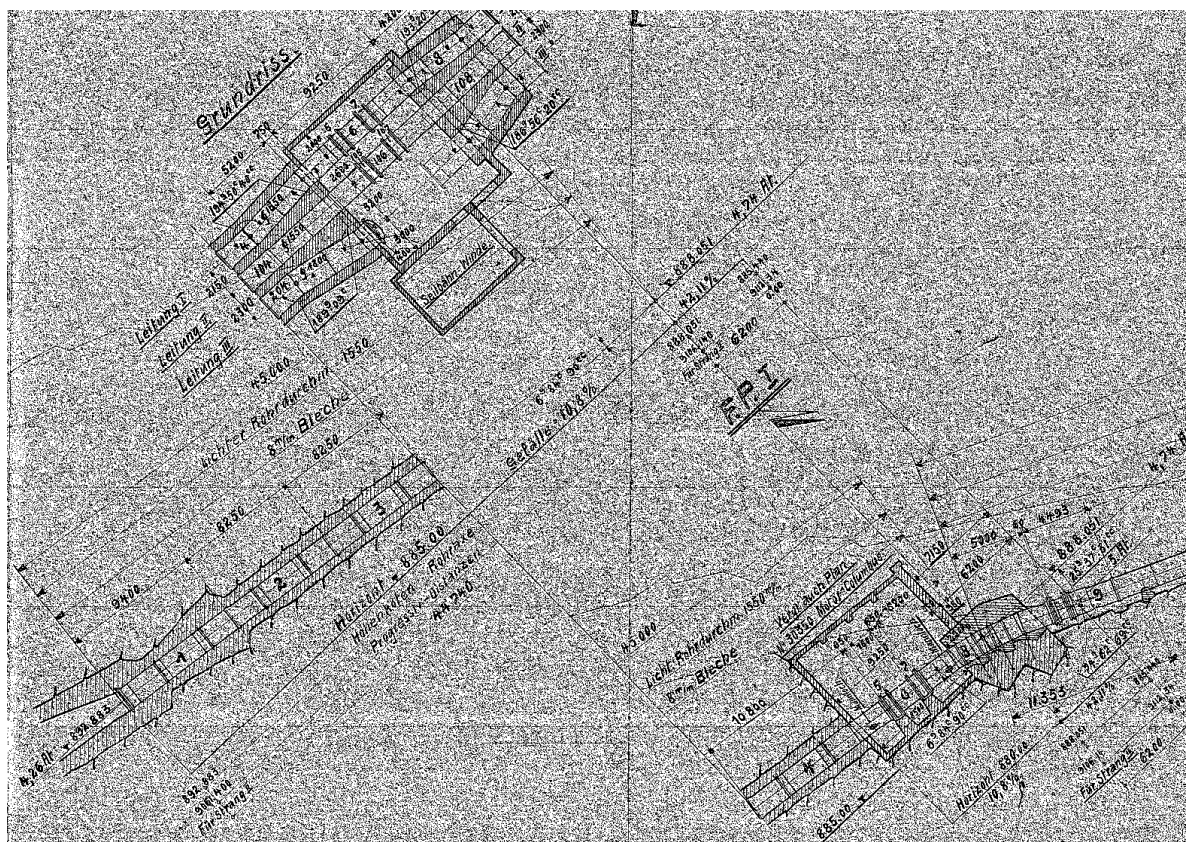
A differenza delle condotte all'aperto, nel tratto a monte della camera valvole, tutte e tre le condotte esistenti sono state realizzate negli stessi anni (1929 – 1932) e con gli stessi materiali; per maggiori dettagli, si veda il rapporto 7108.0-R-001 (ref. [8]).

Le caratteristiche delle condotte secondo disegni di progetto sono riportate nelle seguenti tabelle.

Condotte 1 e 2				Condotte 3			
Tubo n.	diam [mm]	sp. [mm]	lg [mm]	Tubo n.	diam [mm]	sp. [mm]	lg [mm]
1, 101	1'550	8	9'400	201	1'800	8	9'400
2, 102	1'550	8	8'250	202	1'800	8	8'250
3, 103	1'550	8	8'250	203	1'800	8	8'250
4, 104	1'550	8	10'808	204	1'800	8	8'808

Tabella 1 Dati costruttivi delle condotte forzate

L'andamento altimetrico delle condotte esistenti è rappresentato nel disegno Sulzer 437901, di cui si riporta un estratto in **Figura 1**.

**Figura 1:** Condotte forzate - Tratto a monte della camera valvole.

2. NORMATIVE E TESTI DI RIFERIMENTO

- [1] L'impianto di Piottino delle Officine Elettriche Ticinesi SA – Memoria pubblicata dalla Direzione Lavori Motor Columbus S.A. Baden nella “rivista Tecnica della Svizzera Italiana”, 1933
- [2] C.E.C.T. (Comité Européen de la Chadonnerie et de la Tolerie) “Recommendations for the design, manufacture and erection of steel penstocks of welded construction for hydro-electric installations”, 1984
- [3] ASCE Manual of Practice n° 79 “Steel Penstocks”, 2012
- [4] Jacobsen: Buckling of circular rings and cylindrical tubes under external pressure (Water Power, 1977)
- [5] Jacobsen: Steel lining for hydro tunnels (Water Power, 1983)
- [6] Svoisky and Freishist: External pressure analysis for embedded steel penstocks (Water Power and Dam Construction, 1992)
- [7] Hydrodynamic pressure – International Water Power & Dam Construction – M. Wieland, Ottobre, 2005
- [8] 7108.0-R-001: Impianto Piottino – Valutazione dello stato delle condotte - Ispezione Visiva
- [9] 7108.0-R-002: Impianto Piottino – Valutazione dello stato delle condotte – Calcolo strutturale delle condotte forzate

3. METODOLOGIA DI CALCOLO

3.1 Generalità

Il calcolo strutturale della condotta viene eseguito al fine di determinare gli spessori minimi ammissibili della condotta con riferimento ai procedimenti di calcolo indicati nei documenti [2] e [3]. Inoltre, verrà eseguita un'analisi di sensitività tra i risultati ottenuti con i metodi citati.

Le condotte forzate verranno verificate, per ogni metodo di calcolo, nelle seguenti condizioni di sollecitazione:

Procedimento di calcolo n° 1

ASCE Manual n°79

▪ Condizione normale (tabella 3-1)	
Normal	2
▪ Condizione saltuaria (tabella 3-1)	
Intermittent (filling, emptying)	6
Intermittent (external pressure)	10
▪ Condizione eccezionale (tabella 3-1)	
Intermittent (static pressure +earthquake)	1
Exceptional (static pressure +earthquake 2)	2

Procedimento di calcolo n° 2

Documento del C.E.C.T.

▪ Carichi permanenti (permanent loads)	
Tubi (Cylindrical pipes)	Caso 1
▪ Carichi saltuari (intermittent loads)	par. 6.3
Riempimento e svuotamento (filling of emptying)	Caso 3
▪ Carichi eccezionali (exceptional loads)	
Colpo d'ariete (waterhammer effect)	Caso 8
Depressione interna (Penstock subjected to absolute vacuum)	Caso 9
Azione sismica	Caso 10

3.2 Procedimento di calcolo n° 1

Il manuale ASCE n°79, indica nel paragrafo 3.2 le azioni di calcolo e nel paragrafo 3.3 le combinazioni di carico da considerare in fase di progettazione strutturale delle condotte.

3.2.1.1 Azioni di progetto

Nell'analisi della condotta in esame verranno considerate le seguenti azioni di progetto:

- Pressione interna massima, pari alla somma tra la massima pressione idrostatica e l'incremento di pressione determinato dagli effetti di colpo d'ariete (conseguenti all'interruzione del funzionamento dell'impianto dovuto ad esempio per la chiusura delle valvole in ingresso centrale);
- Pressione esterna agente sulle tubazioni, in seguito alla variazione di pressione interna (durante i transitori) o dovuta allo svuotamento dell'impianto, qualora si ipotizzi che a tergo delle condotte la pressione rimanga pari a quella corrispondente al massimo livello di invaso. Questa condizione può verificarsi a causa di possibili infiltrazioni nella sezione iniziale delle condotte (all'interfaccia tra acciaio e calcestruzzo) o di filtrazioni di pressione a partire dall'ammasso roccioso circostante che possano raggiungere la condotta tramite discontinuità (fratture, fessurazioni, ...);
- Azioni longitudinali derivanti dalla variazione di sezione (chiusura delle valvole);
- Sollecitazioni di origine termica.

Nei brevi tratti esposti in camera valvole (CF1 e CF2), verranno presi in considerazione anche i seguenti carichi:

- Peso della condotta;
- Peso dell'acqua contenuta all'interno della condotta,

per determinare le sollecitazioni dovute ai momenti.

Essendo le condotte in oggetto inghisate o all'interno della camera valvole, saranno trascurate le seguenti azioni:

- Azione del vento;
- Azione della neve.

3.2.1.2 Combinazione delle azioni

L'analisi strutturale della condotta deve essere effettuata considerando le condizioni di carico indicate nel paragrafo 3.3 del manuale ASCE n°79:

1. Condizione di carico normale: le azioni considerate in questa condizione di carico sono quelle agenti durante il normale esercizio della condotta e precisamente:
 - pressione interna massima;
 - azioni longitudinali dovute alla chiusura degli organi di intercettazione in camera valvole;
 - peso della struttura e carichi permanenti;
 - peso dell'acqua contenuta all'interno della condotta;

- sollecitazioni di origine termica.
2. Condizione di carico saltuaria (intermittent condition): le azioni comprese in questa condizione di carico sono quelle relative al riempimento e allo svuotamento della condotta e precisamente sono:
- peso della struttura;
 - peso dell'acqua contenuta all'interno della condotta;
 - pressione esterna;
 - sollecitazioni di origine termica.
3. Condizione di carico eccezionale (exceptional condition): le azioni comprese in questa condizione di carico sono quelle relative alle azioni sismiche e precisamente sono:
- peso della struttura;
 - peso dell'acqua contenuta all'interno della condotta;
 - pressione interna;
 - sollecitazioni di origine sismica.

3.3 Procedimento di calcolo n° 2

Il documento del C.E.C.T. "Recommendations for the design, manufacture and erection of steel penstocks of welded construction for hydro-electric installations", riporta nell'appendice II al paragrafo 2 le azioni di calcolo e le combinazioni di tali azioni da considerare per la progettazione strutturale.

Si osserva che le azioni e le combinazioni di carico indicate dalla normativa C.E.C.T. sono analoghe a quelle indicate dal manuale ASCE n°79.

3.4 Verifiche di resistenza alle tensioni ammissibili

In accordo al paragrafo 3.4.13 del manuale ASCE n°79 e, analogamente, al paragrafo 4 dell'appendice II della norma C.E.C.T., lo stato di sollecitazione, in ogni punto della condotta e per ciascuna condizioni di carico, deve essere definito mediante la determinazione della tensione equivalente coerentemente al criterio di resistenza di Hencky-Von Mises. In particolare, per la verifica della resistenza si calcola una tensione monoassiale equivalente da confrontare, attraverso un coefficiente di sicurezza, con il carico unitario di snervamento R_{eH} (o di scostamento dalla proporzionalità $R_{p0.2}$) del materiale. La tensione equivalente σ_E deve essere calcolata con la formula di Hencky Von Mises, che definisce il lavoro di cambiamento di forma a volume costante nel punto più sollecitato del materiale e, nel caso di stato di sforzo triassiale, considerando le tre tensioni principali σ_1 , σ_2 , e σ_3 , si ottiene:

$$\sigma_E = (\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1 \sigma_2 + \sigma_1 \sigma_3 + \sigma_2 \sigma_3)^{1/2}$$

Nei tubi dritti o con piccola curvatura si può ammettere che le tre sollecitazioni principali agiscano rispettivamente nelle direzioni circonferenziale, longitudinale e radiale.

Nel caso in cui lo spessore del tubo sia sufficientemente piccolo rispetto alle dimensioni (cioè il rapporto tra raggio interno e raggio esterno sia maggiore di 0,95), l'errore commesso considerando la tensione circonferenziale costante e pari alla tensione media, risulta inferiore al 2-3%. Pertanto, in tale situazione la sollecitazione radiale può essere trascurata e si possono quindi tenere in considerazione le sole tensioni circonferenziale (σ_C) e longitudinale (σ_L). In tal caso, la tensione equivalente σ_E si ricava quindi con la formula semplificata:

$$\sigma_E = (\sigma_C^2 + \sigma_L^2 - \sigma_C \sigma_L)^{1/2}$$

3.4.1 Coefficienti di sicurezza per le verifiche di resistenza alle tensioni ammissibili

La tensione equivalente σ_E deve risultare non superiore al minore dei seguenti valori:

$K \cdot S$, con $S = \min \{R_e / 1.5 ; R_m / 2.4\}$ (par. 3.5.3 ASCE Manual No. 79)

$\{R_e / C\}$ (appendix II D C.E.C.T.)

Il coefficiente di sicurezza per le verifiche di resistenza viene stabilito in funzione della condizione di carico (normale, saltuaria o eccezionale), dalle caratteristiche del materiale, dalla rigorosità del metodo di calcolo assunto per la determinazione dello stato di sollecitazione e dal tipo di sollecitazione.

Nei punti in cui si abbiano sollecitazioni dovute a perturbazioni locali, il coefficiente di sicurezza, nella condizione di carico più sfavorevole, può assumere il valore limite inferiore pari a 1, al fine di consentire snervamenti localizzati che comportino la redistribuzione delle sollecitazioni.

3.4.1.1 Coefficienti di sicurezza relativi alla condizione di carico normale

In accordo alla tabella 3-5 del manuale di progettazione ASCE Manual No. 79, i fattori di incremento delle tensioni ammissibili (K) assumono i seguenti valori:

- "General Primary Membrane": $K = 1.0$
- "Local Primary Membrane": $K = 1.5$

In accordo alla tabella 1 dell'appendice II D del manuale di progettazione CECT Manual No. 79, i coefficienti di sicurezza (C) assumono i seguenti valori:

- "Penstock in concreted tunnel without collaboration of the rock": $C = 1.5$

3.4.1.2 Coefficienti di sicurezza relativi alla condizione di carico saltuaria

In accordo alla tabella 3-5 del manuale di progettazione ASCE Manual No. 79, i fattori di incremento delle tensioni ammissibili (K) assumono i seguenti valori:

- "General Primary Membrane": $K = 1.33$
- "Local Primary Membrane": $K = 2.0$

In accordo alla tabella 1 dell'appendice II D del manuale di progettazione CECT Manual No. 79, il coefficiente di sicurezza (C) assume il seguente valore:

- "Penstock in concreted tunnel without collaboration of the rock": $C = 1.3$

3.4.1.3 Verifiche di stabilità elastica per pressione esterna

In accordo al paragrafo 3.5.5 del manuale di progettazione ASCE Manual No. 79, il fattore di sicurezza assume il seguente valore:

- "Buckling factor of safety for a dewatered and empty tunnel liner": $k = P_{cr} / P_{est} \geq 1.5$

In accordo alla tabella 1 dell'appendice II D del manuale di progettazione CECT Manual No. 79, il coefficiente di sicurezza (C) assume il seguente valore:

- "Penstock in concreted tunnel without collaboration of the rock": $k = P_{cr} / P_{est} \geq 1.6$

4. VERIFICA E DETERMINAZIONE DEGLI SPESSORI DI CALCOLO

4.1 Verifiche per costruzione e trasporto

Benchè le condotte siano già state costruite ed installate, si è proceduto comunque a verificare quale avrebbe dovuto essere lo spessore minimo per soddisfare le condizioni.

Le formule di riferimento sono quelle sotto riportate (vedi rif. [3]):

U.S. Bureau of Reclamation	$e_{minUSBR} = \frac{\frac{D_i}{25.4} + 20}{400} \cdot 25.4$	mm
----------------------------	--	----

Pacific Gas and Electricity	$e_{minPGE} = \frac{D_i}{288}$	mm
-----------------------------	--------------------------------	----

ASME	$e_{minASME} = \frac{2.5D_i}{1000} + 1.2$	mm
------	---	----

in cui

- D_i Diametro interno
- e spessore

La tensione è calcolata considerando il tubo appoggiato sulla generatrice inferiore e soggetto al peso proprio:

$$\sigma = 9 \cdot R^2 \cdot \delta / t$$

dove:

- R : raggio interno (mm);
- δ : peso unitario della tubazione (N/mm³);
- t : spessore della parete (mm).

Per le CF1 e CF2, il minimo costruttivo risulta essere pari a 6 mm (PG&E), per la CF3 pari a 7 mm (PG&E); lo spessore di progetto è perciò congruente con le necessità di costruzione e trasporto.

4.2 Verifiche a pressione interna

4.2.1 Tensione circonferenziale

La tensione circonferenziale si calcola con l'equazione di Mariotte:

$$\sigma_c = p_i \cdot D_i / (2 \cdot t \cdot zsl)$$

in cui:

$p_i = p_{stat} + p_{WH}$	pressione interna di progetto [MPa]
p_{stat}	pressione statica [MPa]
p_{WH}	sovrapressione di colpo d'ariete [MPa]
t	spessore tubazione [mm]
D_i	diametro interno [mm]
σ_C	tensione circonferenziale [MPa]
z_{sL}	coefficiente di efficienza della saldatura longitudinale [-]

4.2.2 Tensione longitudinale

Le tensioni longitudinali sono causate da:

- effetti relativi a deformazioni impediti (effetto Poisson);
- effetti di temperatura;
- cambi di sezione (riduzioni o chiusura valvole).

Tutte le tensioni calcolate saranno poi incrementate in relazione al coefficiente di efficienza delle saldature circonferenziali

$$\sigma_L = \sigma / z_{sc}$$

dove:

- σ_L tensione longitudinale [MPa]
- z_{sc} coefficiente di efficienza della saldatura circonferenziale [-]

4.2.2.1 Deformazioni impediti (effetto Poisson)

In tubazioni senza giunti di dilatazione, nascono tensioni longitudinali dovute a deformazioni impediti; in particolare, la pressione interna tende a deformare la condotta nel senso di ridurne la lunghezza. La tensione si calcola mediante la seguente formula:

$$\sigma = \nu \cdot \frac{\sum \sigma_{ci} \cdot L_i}{R \cdot t \cdot \sum \frac{L_i}{R_i \cdot t_i}}$$

dove:

- ν [-] coefficiente di Poisson per l'acciaio;
- σ_{ci} [MPa] tensione circonferenziale per pressione interna (condotta tratto i-esimo);

- R, Ri [mm] raggio interno del tratto i-esimo;
- t, ti [mm] spessore tubazione (tratto i-esimo);
- Li [mm] lunghezza del tratto i-esimo della condotta (raggio Ri e spessore ti) tra due blocchi consecutivi;
- σ [MPa] tensione longitudinale.

4.2.2.2 Effetti di temperatura

La variazione di temperatura rispetto a quella presente al momento dell'installazione causa delle tensioni longitudinali, calcolate mediante la seguente formula:

$$\sigma = \frac{\alpha \cdot E \cdot \Delta T}{R \cdot t \cdot \sum \frac{L_i}{R_i \cdot t_i}}$$

dove:

- α [mm/mm/°K] coefficiente di espansione termica dell'acciaio (12E-6 / °K);
- E [MPa] modulo di elasticità dell'acciaio;
- ΔT [°K] variazione di temperatura;
- R, Ri [mm] raggio interno del tratto i-esimo;
- t, ti [mm] spessore tubazione (tratto i-esimo);
- Li [mm] lunghezza del tratto i-esimo della condotta (raggio Ri e spessore ti) tra due blocchi consecutivi;
- σ [MPa] tensione longitudinale.

4.2.2.3 Effetto di chiusure

La chiusura delle valvole causa un'azione longitudinale che viene calcolata tramite la seguente formula:

$$\sigma = + F/S$$

dove

- F [kN] forza sulla condotta = $p \cdot \pi \cdot D^2 / 4$
- S [mm²] sezione di acciaio.
- σ [MPa] tensione longitudinale.

4.3 Pressione esterna

Per questa verifica, la tubazione è considerata vuota, e si considera che sulla sua parete esterna agisca una pressione corrispondente a quella derivante dal massimo carico esterno (quota di massimo invaso del bacino di monte).

In questo caso, si tratta di ottenere il valore della pressione critica per il quale la condotta subisce una deformazione dovuta ad instabilità elastica (imbozzamento); il calcestruzzo circostante contribuisce alla resistenza contro l'imbozzamento generalizzato, fornendo un confinamento, fino a che si forma un primo lobo verso l'interno.

Per questa verifica, si utilizzano le formule di Jacobsen, esposte all'interno del manuale ASCE (rif. [3]), a cui si fa riferimento. Per quanto riguarda le norme CECT, queste prevedono la stessa tipologia di verifica, mediante l'uso delle formule di Amstutz. Dal momento che l'approccio teorico su cui si basano le formule sia di Amstutz che di Jacobsen è il medesimo, si utilizzano comunque queste ultime, dal momento che forniscono risultati maggiormente cautelativi.

Inoltre, per questa verifica, si utilizza anche la formulazione di Svoisky (in rif. [6]).

Il gap tra condotta e calcestruzzo (che viene a formarsi naturalmente per via degli effetti termici dovuti alla maturazione del calcestruzzo) è assunto pari allo 0.7% del raggio interno.

4.4 Sezioni di verifica

Tutte le verifiche sono condotte relativamente all'ultimo tubo di ciascuna condotta (tubo n. 4), sul quale, a favore di sicurezza, si applicano i carichi calcolati per il FP1.

4.5 Condizione di carico normale

Per la condotta in oggetto, nella condizione di carico normale si considera la combinazione delle seguenti azioni:

- Pressione interna massima (considerando gli effetti dovuti al colpo d'ariete);
- Peso proprio della tubazione e dell'acqua in essa contenuta;
- Spinta causate dalla chiusura degli organi di intercettazione.

Nella condizione di carico normale si adottano i seguenti coefficienti di sicurezza nella definizione delle tensioni ammissibili:

Norma	Tensioni principali		Tensioni da perturbazioni locali
ASCE	$\sigma_{adm} \leq \min \left[\frac{R_{eH}}{1,5}; \frac{R_m}{2,4} \right] = S$		$\sigma_{adm} \leq \min[S * 1,5; R_{eH}]$
CECT	$\sigma_{adm} \leq \frac{R_{eH}}{1,5}$		$\sigma_{adm} \leq R_{eH}$

Tabella 2 Fattori di sicurezza – Condizione di carico normale

Si assume inoltre un fattore di efficienza dei giunti saldati pari a $z_s = 0.85$.

Nel tratto in camera valvole, la condotta si trova vincolata tra il muro della cabina e la flangia della valvola di intercettazione; si creerà perciò un momento la cui massima intensità sarà in corrispondenza del vincolo di monte, pari a:

$$M = 1/12 p L^2$$

La tensione longitudinale che ne deriva sarà calcolata come

$$\sigma_L = \frac{M}{W}$$

dove W rappresenta il momento d'inerzia della tubazione

Si verificano le tensioni nella condotta in accordo con il criterio di von Mises, assumendo per la condizione di carico normale e per l'acciaio S 235 una tensione ammissibile pari a:

$$\sigma_{adm,ASCE} = \min (R_{eH} / 1.5 ; R_m / 2.4) = \min (235 \text{ N/mm}^2 / 1.5 ; 360 \text{ N/mm}^2 / 2.4) = 150.0 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{adm,CECT} = R_{eH} / 1.5 = 235 \text{ N/mm}^2 / 1.5 = 156.7 \text{ N/mm}^2$$

Volendo considerare un fattore di sicurezza equivalente sullo snervamento, per ASCE si può considerare il valore $F_s = 235/150 = 1.57$.

I risultati sono riportati nei capitoli seguenti per le CF1 e 2 e per la CF3.

4.5.1 Condotte 1 e 2

Le tensioni circonferenziali per le condotte CF1 e CF2 sono riassunte nella seguente **Tabella 3**,

Condizione di colpo d'ariete	Diam. [mm]	p stat [MPa]	p tot [MPa]	sp min [mm]	σ_c [N/mm ²]	σ_c/z_s [N/mm ²]
Colpo d'ariete 4%	1'550	0.56	0.57	4.0	110.7	130.2
Colpo d'ariete 10%	1'550	0.56	0.59	4.0	114.6	134.8

Tabella 3 Tensione circonferenziale CF1 e CF2 – Condizione di carico normale

in cui

- Diam: diametro interno della condotta
- p stat: pressione statica considerata
- p tot: pressione totale considerata (statica+colpo d'ariete)
- sp min: spessore minimo tubazione
- σ_c : tensione circonferenziale
- z_s : coefficiente di efficienza della saldatura longitudinale

Lo spessore minimo per la tensione circonferenziale è pari a 4.0 mm, per entrambi i codici di calcolo.

Le tensioni longitudinali per lo spessore indicato e per il colpo d'ariete al 4% sono le seguenti:

- σ_{L1} (Poisson): +33.2 N/mm²;
- σ_{L2} ($\Delta T = \pm 20^\circ\text{K}$): ± 50.4 N/mm²;
- σ_{L3} (chiusura valvole): +55.2 N/mm²;
- σ_{L4} (momento, solo in camera valvole): ± 1.4 N/mm².

Le tensioni longitudinali risultanti saranno quindi:

- $\sigma_{L\max}$: $140.2 / 0.85 = 164.9$ N/mm²;
- $\sigma_{L\min}$: $36.6 / 0.85 = 43.1$ N/mm²;

La tensione equivalente sarà data da

- $\sigma_{eq1} = (130.2^2 + 164.9^2 - 130.2 \cdot 164.9)^{0.5} = 150.6$ N/mm²
- $\sigma_{eq2} = (130.2^2 + 43.1^2 - 130.2 \cdot 43.1)^{0.5} = 114.9$ N/mm²

Dal momento che la tensione equivalente è superiore al limite ammissibile (150.0 N/mm² secondo ASCE), lo spessore minimo dovrà essere pari a 4.1 mm, mentre secondo CECT uno spessore di 4.0 mm è comunque sufficiente.

Le stesse considerazioni possono essere sviluppate per le tensioni relative al colpo d'ariete pari al 10%. Nelle tabelle seguenti, si riportano i risultati dei calcoli eseguito con lo spessore di progetto (8 mm).

Condizione di colpo d'ariete	Diam. [mm]	p stat [MPa]	p tot [MPa]	sp [mm]	σ_c [N/mm ²]	σ_c/zs [N/mm ²]
Colpo d'ariete 4%	1'550	0.56	0.57	8.0	55.3	65.1
Colpo d'ariete 10%	1'550	0.56	0.59	8.0	57.3	67.4

Tabella 4 Tensione circonferenziale CF1 e CF2 – Condizione di carico normale – Spessore di progetto

CA	sp	$\sigma_{L(P)}$	$\sigma_{L(T)}$	$\sigma_{L(F)}$	$\sigma_{L(M)}$	σ_{L1}	σ_{L2}	$\sigma_{L1/zs}$	$\sigma_{L2/zs}$	σ_{eq1}	σ_{eq2}
%	mm	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²
4	8	16.6	± 50.4	27.5	± 0.7	95.3	-7.0	112.1	-8.2	97.49	69.60
10	8	17.2	± 50.4	28.5	± 0.7	96.8	-5.5	113.9	-6.4	99.19	70.82

Tabella 5 Tensione longitudinali ed equivalenti per CF1 e CF2 – Condizione di carico normale – Spessore di progetto

Nelle tabelle precedenti, i simboli hanno il seguente significato:

- CA: condizioni di colpo d'ariete in % del carico statico alle turbine
- sp: spessore tubazione
- $\sigma_{L(P)}$: tensione longitudinale per effetto Poisson
- $\sigma_{L(T)}$: tensione longitudinale per effetto termico ($\Delta T = \pm 20^\circ\text{K}$)
- $\sigma_{L(F)}$: tensione longitudinale dovuta alla chiusura delle valvole

- $\sigma_L(M)$: tensione longitudinale dovuta al momento per peso proprio
- σ_{L1} : tensione longitudinale massima ($\Delta T = -20^\circ K$; estradosso superiore tubazione)
- σ_{L2} : tensione longitudinale minima ($\Delta T = +20^\circ K$; estradosso inferiore tubazione)
- z_s : efficienza saldature
- σ_{eq1} : tensione equivalente con σ_{L1}
- σ_{eq2} : tensione equivalente con σ_{L2}

Le azioni utilizzate per calcolare le tensioni longitudinali generate all'interno della camera valvole (chiusura valvole e momento da peso proprio) sono riportate nella seguente **Tabella 6**.

CA	sp	S	Pt	Pw	F	M
%	mm	mm ²	N/mm	N/mm	N	Nmm
4	8	39'157	3.02	18.51	1'077'997	11'211'502
10	8	39'157	3.02	18.51	1'115'547	11'211'502

Tabella 6 Azioni sulla condotta in camera valvole per CF1 e CF2 – Condizione di carico normale – Spessore di progetto

Nella tabella, i simboli hanno il seguente significato:

- CA: condizioni di colpo d'ariete in % del carico statico alle turbine
- sp: spessore tubazione
- S: sezione di acciaio
- Pt: peso proprio del tubo
- Pw: peso dell'acqua contenuta nel tubo
- F: forza di trazione sulla sezione della tubazione
- M: momento all'incastro (lunghezza tubazione: 2.5 m)

È possibile notare come le tensioni agenti risultino ovunque inferiori rispetto alle tensioni ammissibili.

Nella tabella seguente si riportano gli spessori minimi di calcolo e gli spessori di progetto della condotta. Lo spessore di sovrametallo viene calcolato come la differenza tra lo spessore di progetto e lo spessore di calcolo.

$$\Delta s = s_{\text{design}} - s_{\text{min}}$$

dove:

- s_{design} Spessore di progetto della condotta;
- s_{min} Spessore di calcolo;
- Δs Massimo sovrametallo disponibile.

I risultati sono riassunti nella seguente **Tabella 7**.

CA	sp	s min ASCE	Δs ASCE	s min CECT	Δs CECT
%	mm	mm	mm	mm	mm
4	8	4.02	3.98	3.79	4.21
10	8	4.16	3.84	3.92	4.08

Tabella 7 Verifica degli spessori – Condizione di carico Normale – CF1 e 2

4.5.2 Condotta 3

Per lo spessore di progetto (8 mm) i risultati sono riassunti nelle tabelle seguenti, con significato dei simboli già illustrato in precedenza.

Condizione di colpo d'ariete	Diam. [mm]	p stat [MPa]	p tot [MPa]	sp [mm]	σc [N/mm ²]	σc/zs [N/mm ²]
Colpo d'ariete 4%	1'800	0.56	0.57	8.0	64.3	75.6
Colpo d'ariete 10%	1'800	0.56	0.59	8.0	66.5	78.2

Tabella 8 Tensione circonferenziale CF3 – Condizione di carico normale – Spessore di progetto

CA	sp	σL(P)	σL(T)	σL(F)	σL(M)	σL1	σL2	σL1/zs	σL2/zs	σeq1	σeq2
%	mm	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²
4	8	19.3	±50.4	32.0	±0.7	102.4	0.1	120.5	0.2	105.46	75.53
10	8	20.0	±50.4	33.1	±0.7	104.2	1.9	122.6	2.3	107.50	77.13

Tabella 9 Tensione longitudinali ed equivalenti per CF1 e CF2 – Condizione di carico normale – Spessore di progetto

Le azioni utilizzate per calcolare le tensioni longitudinali generate all'interno della camera valvole (chiusura valvole e momento da peso proprio) sono evidenziate nella **Tabella 10**

sp	S	Pt	Pw	F	M
mm	mm ²	N/mm	N/mm	N	Nmm
8	45'440	3.50	24.96	1'453'782	14'824'310
8	45'440	3.50	24.96	1'504'421	14'824'310

Tabella 10 Azioni sulla condotta in camera valvole per CF3 – Condizione di carico normale – Spessore di progetto

È possibile notare le tensioni agenti risultino inferiori rispetto alle tensioni ammissibili.

Nella tabella seguente si riportano gli spessori di calcolo e gli spessori di progetto della condotta. Lo spessore di sovrametallo viene calcolato come la differenza tra lo spessore di progetto e lo spessore di calcolo.

$$\Delta s = s_{\text{design}} - s_{\text{min}}$$

dove:

- s_{design} Spessore di progetto della condotta;
- s_{min} Spessore di calcolo;

- Δs Massimo sovrametallo disponibile.

I risultati sono riassunti nella seguente **Tabella 11**.

CA	sp	s min ASCE	Δs ASCE	s min CECT	Δs CECT
%	mm	mm	mm	mm	mm
4	8	4.66	3.34	4.40	3.60
10	8	4.83	3.17	4.55	3.45

Tabella 11 Verifica degli spessori – Condizione di carico Normale – CF3

4.6 Condizione di carico saltuaria

4.6.1 Pressioni interne

La condizione di carico saltuaria risulta non dimensionante, dal momento che lo svuotamento ed il riempimento della condotta non influiscono sostanzialmente sulla statica delle tubazioni inghisate nel calcestruzzo.

All'interno della camera valvole, le azioni che si sviluppano nel breve tratto di 2.5 m tra il muro di cabina e la valvola di monte non sono significative.

4.6.2 Pressioni esterne

Come già accennato, la pressione esterna che agisce sulla condotta è considerata pari alla pressione statica massima sul FPI ($945 - 888.05 = 56.9$ m); questa condizione si può verificare durante uno svuotamento dell'impianto. Evidentemente, per le sezioni più a monte della camera valvole, questa è un'assunzione conservativa.

Inoltre, occorre considerare come l'andamento delle pressioni esterne dovrà necessariamente assumere un profilo di tipo parabolico, a partire dal punto più a monte, ove si verifica la massima pressione, fino alla cabina valvole, dove le condotte sono all'esterno, perciò in cui la pressione esterna sarà pari a 0.

In questo caso di carico, la pressione critica di imbozzamento dovrà essere maggiore di 1.6 volte rispetto alla pressione agente, perciò maggiore di 91.1 m (0.89 MPa). A favore di sicurezza, si considera questo valore, più cautelativo di quello previsto da ASCE con un fattore di sicurezza sulla pressione critica (pari a 1.5).

Il calcolo della pressione critica mediante le formule di Jacobsen conduce ai seguenti spessori minimi:

- CF1, CF2: spessore minimo 8.5 mm, $p_{cr}=0.90$ MPa;
- CF3: spessore minimo = 10 mm; $p_{cr} = 0.93$ MPa.

Come si vede, questa condizione di carico governa la resistenza della condotta, rispetto al criterio di dimensionamento per pressione interna, come normalmente succede in tale tipo di installazione (tubazioni inghisate a bassa pressione).

Lo spessore di disegno (8 mm) risulterebbe dunque insufficiente per garantire i fattori di sicurezza necessari alla stabilità; i fattori di sicurezza risultanti considerando uno spessore di 8 mm sarebbero i seguenti:

- CF1, CF2: $F_s = 1.44$ (1.46 secondo Svoisky);
- CF3: $F_s = 1.08$ (1.10 secondo Svoisky).

A questo punto, è utile evidenziare come le misure spessimetriche effettuate in campo indichino ad un sostanziale sovrametallo rispetto allo spessore di progetto (vedi cap. 6.1).

Si possono evidenziare le seguenti considerazioni:

- nella CF1, la misura minima non è inferiore a 9.0 mm, con una media complessiva pari a 10.95 mm;
- nella CF2, la misura minima non è inferiore a 8.5 mm, con una media complessiva pari a 10.67 mm;
- nella CF3, la misura minima non è inferiore a 8.0 mm, con una media complessiva pari a 10.61 mm.

Qualora si consideri ciascuna delle sezioni indagate, il valore minimo della media delle misure è il seguente:

- CF1: 9.85 mm;
- CF2: 10.2 mm
- CF3: 9.2 mm.

Si può perciò concludere che per le condotte 1 e 2 gli spessori rilevati sono sufficienti a garantire la resistenza alla depressione con un fattore di sicurezza adeguato.

Per la condotta 3, si può osservare che i valori inferiori delle medie di ciascuna sezione si riscontrano nella tubazione 204, in cui realmente il valore della pressione esterna è più ridotto rispetto a quello considerato. Nelle sezioni più a monte, invece, lo spessore rilevato è decisamente più consistente (al di sopra di 10 mm), perciò adeguato a sopportare le pressioni esterne con coefficiente di sicurezza adeguato.

Qualora si considerasse una riduzione lineare della pressione esterna lungo lo sviluppo della tubazione fino alla camera valvole (lunghezza circa 34.7 m, vedi **Figura 2**), si otterrebbe un gradiente di pressione pari a 1.64 m/m (0.0161 MPa/m); in tal caso, il tubo 204, nella sua sezione di monte, sarebbe sottoposto ad una pressione esterna pari a 14.4 m (0.142 MPa). Considerando un fattore di sicurezza sulla pressione critica pari a 1.6, la pressione critica dovrebbe assumere un valore non inferiore a 0.226 MPa, valore che si raggiunge con uno spessore pari a 5.0 mm.

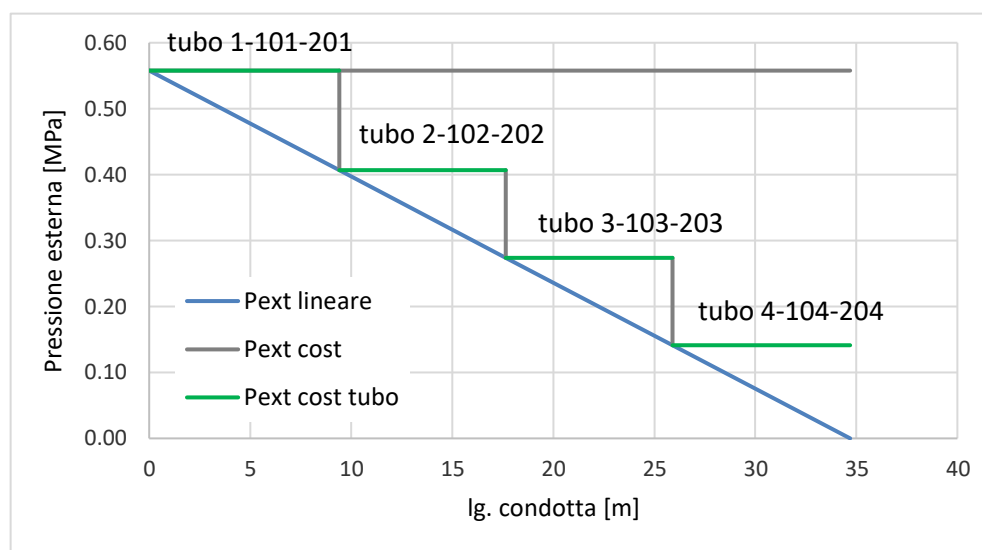


Figura 2: Pressioni esterne lungo la condotta.

Si può concludere, quindi, che le tubazioni esistenti sono in grado di resistere alla pressione esterna con fattore di sicurezza adeguato alle norme.

4.7 Condizione di carico eccezionale

In questa condizione di carico, si fa riferimento all'azione sismica concomitante con il carico statico massimo.

Le azioni sismiche hanno un impatto praticamente nullo sulle inerzie delle masse, dal momento che le condotte si trovano ammassate all'interno dell'ammasso roccioso; inoltre, gli incrementi di pressione relativi al tunnel in pressione ($L=9115$ m circa, con una celerità dell'onda assunta pari a 1310 m/s, per un tunnel diam. 3.0 m non rivestito) sono modesti (pari a 0.049 MPa, circa 5.0 m, secondo il procedimento di calcolo esposto in rif. [7]).

Tenendo presente che le tensioni nella tubazione sono proporzionali alle pressioni ($p_N=0.57$ MPa in caso normale e $p_E=0.61$ MPa per caso eccezionale, con rapporto $p_E/p_N=1.06$), secondo la formula di Mariotte, e tenendo conto dei diversi coefficienti di sicurezza per azioni normali ed eccezionali ($F_{SN}=1.0$ e $F_{SE}=1.2$ rispettivamente), risulta che le azioni sismiche non sono determinanti ai fini delle verifiche, e saranno quindi trascurate.

5. ANALISI DI SENSITIVITÀ

5.1 Generalità

Il coefficiente di efficienza dei giunti (z) gioca un ruolo importante nel determinare il livello tensionale della condotta nelle diverse condizioni di esercizio.

Per evidenziare l'influenza di tale fattore, è stata condotta un'analisi di sensitività facendo variare il coefficiente di efficienza delle saldature z_s , nelle condizioni limite:

- a) $z_s = 0.70$, applicabile in tutti i casi in cui non siano disponibili informazioni sugli esiti dei controlli non distruttivi delle saldature;
- b) $z_s = 0.85$, applicabile ai casi in cui siano disponibili parziali informazioni sugli esiti dei controlli non distruttivi delle saldature;
- c) $z_s = 1.00$, applicabile ipotizzando che le saldature siano state correttamente testate secondo le prescrizioni dell'epoca.

5.2 Pressioni interne

Per quanto riguarda la resistenza alle pressioni interne, il risultato dell'analisi condotta è sinteticamente riportato nella seguente **Tabella 12**.

CA	D	s	zs		
	mm	mm	1.0	0.85	0.70
4	1550	8.0	2.84	2.41	1.99
	1800	8.0	2.62	2.23	1.84
10	1550	8.0	2.79	2.37	1.95
	1800	8.0	2.57	2.19	1.80

Tabella 12 Fattori di sicurezza – Pressioni interne

Nella tabella, i simboli hanno il seguente significato:

- CA: condizioni di colpo d'ariete in % del carico statico alle turbine
- D: diametro della tubazione
- z_s : efficienza delle saldature

Nell'esame, si è considerato che l'efficienza delle saldature sia la medesima per saldature longitudinali e circonferenziali.

Dall'esame della tabella, risulta che le condotte esaminate possiedono coefficienti di sicurezza più che sufficienti per resistere alle pressioni di progetto.

5.3 Pressioni esterne

Per quanto riguarda le verifiche alle pressioni esterne, la resistenza della sezione contro l'imbozzamento è essenzialmente data dalla geometria della sezione metallica. La resistenza della saldatura longitudinale, in questo caso, non è influente, dal momento che la sezione circolare risulta compressa, e quindi la saldatura non risulta sollecitata.

La giunzione circonferenziale non entra sostanzialmente nel calcolo, dal momento che la sezione resistente è quella circolare, che è rappresentata dal materiale della tubazione. Tuttavia, considerando che la formazione di un lobo di imbozzamento sia tridimensionale, e non solamente confinato nel piano della sezione, la saldatura circonferenziale potrebbe entrare in gioco nella resistenza.

In questo caso, si può considerare che la resistenza del materiale possa essere ridotta tramite il coefficiente di efficienza della saldatura ($R = R_e \cdot z_s$); i fattori di sicurezza sulla pressione critica di un tubo da 8 mm di spessore sono riportati nella seguente **Tabella 13** (simbologia come in precedenza), in cui sono indicati anche tra parentesi i fattori di sicurezza ottenuti tramite le formule di Svoisky, ove differenti da quelli ottenuti tramite le formule di Jacobsen.

D	s	z _s		
mm	mm	1.0	0.85	0.70
1550	8.0	1.44 (1.46)	1.31	1.16
1800	8.0	1.08 (1.10)	0.98 (0.99)	0.87 (0.88)

Tabella 13 Fattori di sicurezza – Pressione esterna massima – Spessori di progetto.

Considerando lo spessore medio delle sezioni, pari a 10 mm (vedi par. 4.6.2), i fattori di sicurezza si modificano come in **Tabella 14** (simbologia come in precedenza).

D	s	z _s		
mm	mm	1.0	0.85	0.70
1550	10.0	2.19	1.98 (1.97)	1.74
1800	10.0	1.66 (1.67)	1.50	1.33

Tabella 14 Fattori di sicurezza – Pressione esterna massima – Spessori medi rilevati

Dal momento che le indagini effettuate sulle saldature in opera consentono l'adozione di un coefficiente di efficienza delle saldature pari a 0.85, risulta sostanzialmente che le condotte sono adeguate a sopportare le pressioni esterne massime con adeguati coefficienti di sicurezza.

Inoltre, come rilevabile dalla **Tabella 18**, gli spessori della condotta 3 risultano progressivamente decrescenti da monte verso valle, seguendo di fatto la riduzione della pressione esterna che realmente si deve verificare. Ad es., considerando una riduzione lineare della pressione esterna dalla sezione di monte alla camera valvole, il fattore di sicurezza k ottenuto per i diversi tubi risulta dalla seguente **Tabella 15**.

Tubo	p est	s	zs		
	MPa	mm	1.0	0.85	0.70
201	0.558	11.0	1.98 (1.99)	1.79	1.58
202	0.407	10.0	2.28 (2.29)	2.06	1.82
203	0.274	10.0	3.38 (3.39)	3.06	2.70
204	0.142	9.0	5.36 (5.41)	4.86 (4.88)	4.30 (4.31)

Tabella 15 Fattori di sicurezza – Pressione esterna variabile – CF3.

Come si può notare, considerando la riduzione delle pressioni esterne e gli spessori effettivamente misurati in opera, i fattori di sicurezza sono ben oltre il limite ammissibile.

6. RISULTATI DELLE MISURE IN CAMPO

6.1 Spessimetria

Lo spessore di ciascuna condotta è stato rilevato in corrispondenza due sezioni (ingresso e uscita) per ogni tubo oggetto di controllo (vedi **Figura 3**), in 4 punti per sezione. Le misure degli spessori rilevati in campo sono riportate nel quaderno misure (vedi Allegato A) e riportate, per comodità nelle tabelle seguenti.

Tubo	Sezioni	Posizione della misura nella sezione				media	min
		A	B	C	D		
1	1	11.90	12.00	10.50	11.50	11.48	10.50
	2	11.50	11.50	11.00	11.50	11.38	11.00
2	2	12.00	12.00	11.50	11.20	11.68	11.20
	1	11.80	10.50	10.60	10.10	10.75	10.10
3	1	11.30	10.40	9.10	10.40	10.30	9.10
	2	9.60	10.00	10.20	9.60	9.85	9.60
4	1	10.70	10.00	11.80	10.70	10.80	10.00
	2	11.70	11.30	11.50	11.00	11.38	11.00
	media	11.31	10.96	10.78	10.75	10.95	
	min	9.60	10.00	9.10	9.60	9.85	9.10

Tabella 16 Misure degli spessori (in mm) – CF1

Tubo	Sezioni	Posizione della misura nella sezione				media	min
		A	B	C	D		
101	1	10.90	11.30	11.00	11.20	11.10	10.90
	2	11.30	11.60	11.20	10.30	11.10	10.30
102	2	10.20	10.40	10.60	10.10	10.33	10.10
	1	10.50	10.80	10.20	10.20	10.43	10.20
103	1	10.60	10.40	10.80	11.20	10.75	10.40
	2	11.20	10.80	8.50	10.30	10.20	8.50
104	1	11.80	10.40	11.30	10.40	10.98	10.40
	2	11.20	10.70	9.80	10.30	10.50	9.80
	media	10.96	10.80	10.43	10.50	10.67	
	min	10.20	10.40	8.50	10.10	10.20	8.50

Tabella 17 Misure degli spessori (in mm) – CF2

Tubo	Sezioni	Posizione della misura nella sezione				media	min
		A	B	C	D		
201	1	12.30	12.20	12.00	11.60	12.03	11.60
	2	12.00	12.70	9.10	12.30	11.53	9.10
202	1	12.00	11.10	10.00	10.90	11.00	10.00
	2	10.90	11.50	8.70	9.80	10.23	8.70
203	1	12.00	11.00	8.80	11.00	10.70	8.80
	2	11.60	10.10	9.20	10.60	10.38	9.20
204	1	10.40	10.40	8.30	10.20	9.83	8.30
	2	9.70	9.40	8.00	9.70	9.20	8.00
	media	11.36	11.05	9.26	10.76	10.61	
	min	9.70	9.40	8.00	9.70	9.20	8.00

Tabella 18 Misure degli spessori (in mm) – CF3

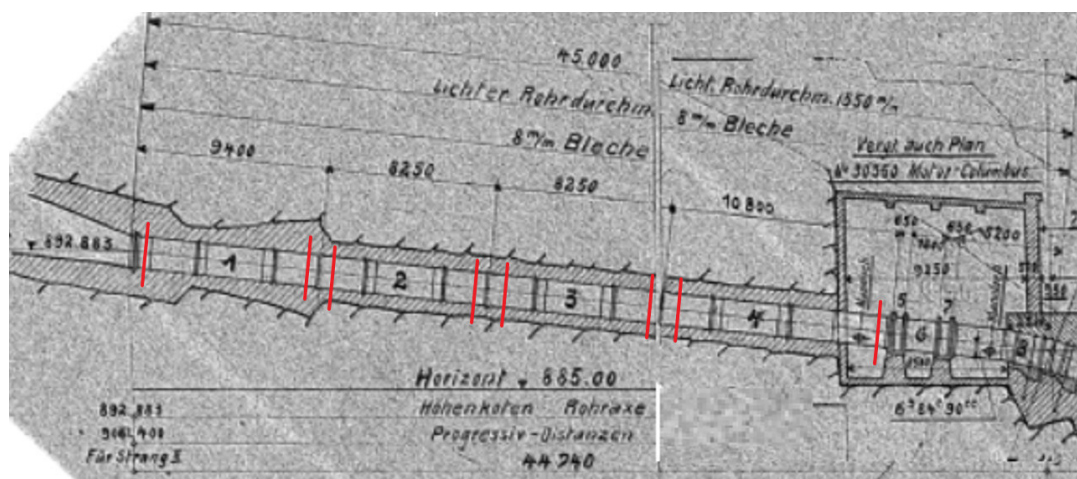


Figura 3: Spessimetria.

Come già evidenziato, gli spessori delle condotte sono tutti maggiori dello spessore riportato sui disegni di progetto. Questo si deve probabilmente alle verifiche di resistenza alla pressione esterna.

Lo spessore medio di tutte e tre le condotte risulta superiore a 10.6 mm.

Lo spessore medio di ciascuna sezione non risulta mai inferiore a 10 mm, fatta eccezione per la sezione terminale del tubo n. 3 (CF1), in cui il valore medio è comunque prossimo a 10 mm (9.85 mm).

Come si può inoltre notare dalla **Tabella 18**, e come evidenziato nel Rapporto di Bytest in Allegato, l'estradosso inferiore della condotta 3 risulta affetto da una riduzione di spessore (posizione C). Tale riduzione di spessore sembra essere determinata dal trasporto solido: il maggior diametro di questa condotta rispetto alle altre due comporta una minore velocità di imbocco, perciò una maggior tendenza a depositare i sedimenti in sospensione rispetto a quanto non succeda per le altre due condotte. I sedimenti vengono quindi trascinati in condotta, scorrendo sul fondo, dando così origine ad un fenomeno di erosione/abrasione.

6.2 Saldature

6.2.1 Generalità

Le indagini non distruttive effettuate sulle saldature hanno riguardato:

- a) le saldature longitudinali e circonferenziali delle tubazioni;
- b) le saldature delle flange terminali delle tubazioni;
- c) le saldature dei passi d'uomo.

Nei report in Allegato sono presenti le immagini di alcune delle saldature indagate.

6.2.2 Saldature delle tubazioni

Per quanto riguarda le tubazioni, si è proceduto ad un esame a spot delle saldature mediante tecnica MT (Magnetic Test) e VT (Visual Test). Il personale impiegato è della ditta Bytest di Volpiano (Torino, Italia), appartenente al gruppo TÜV-SÜD, di comprovata esperienza nel settore delle condotte forzate; gli operatori sono qualificati a Livello 2 o superiore per l'esecuzione dei Controlli Non Distruttivi.

Le saldature in officina (longitudinali e circonferenziali) sono realizzate a piena penetrazione; le saldature circonferenziali in opera sono realizzate a cordoni d'angolo. Sono state indagate le saldature longitudinali della virola centrale dei tubi 2, 102 e 202 e quelle circonferenziali in opera relative alla giunzione di una tubazione.

Le indagini hanno riguardato il 10% circa della lunghezza totale di ciascuna tipologia di saldatura, secondo EN 13445: per l'acciaio di classe 1.1 o 1.2, con snervamento ≤ 275 e ≤ 360 MPa rispettivamente, con testing group 3b, il controllo a spot viene definito tramite NDT pari al 10% della lunghezza delle saldature governanti il giunto (EN 13445-3, Table 6.6.1.1). In tal caso, il coefficiente di efficienza del giunto di saldatura può essere considerato pari a $z_s=0.85$.

I risultati non hanno dato luogo ad alcuna indicazione.

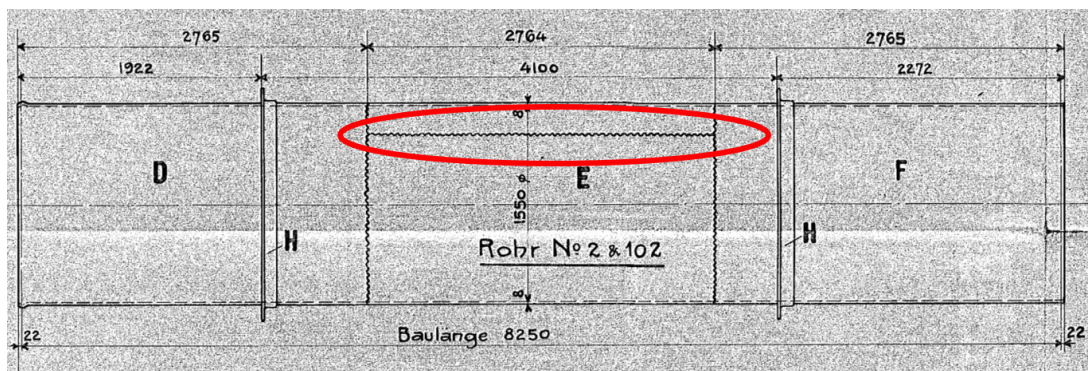


Figura 4: Saldature longitudinali delle tubazioni indagate.

6.2.3 Saldature delle flange

Le flange dei tratti terminali delle tubazioni indagate sono saldate alle tubazioni mediante saldature a cordoni d'angolo (vedi **Figura 5**), che sono state indagate al 100% sia dall'interno che dall'esterno.

I risultati non hanno dato luogo ad alcuna indicazione.

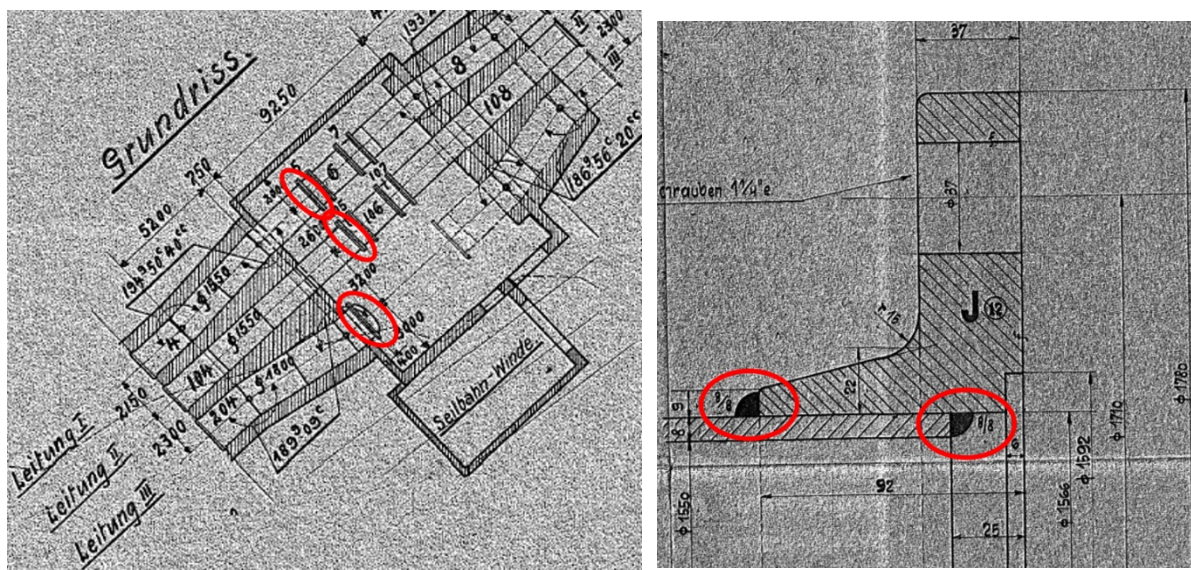


Figura 5: Saldature delle flange indagate.

6.2.4 Saldature dei passi d'uomo

I passi d'uomo oggetto dell'indagine sono quelli installati sulle tubazioni 4 (CF1), 104 (CF2) e 1 (CF3), a monte della valvola di monte. I passi d'uomo sono realizzati in maniera differente per le condotte 1 e 2 e per la condotta 3 (vedi **Figura 6**).

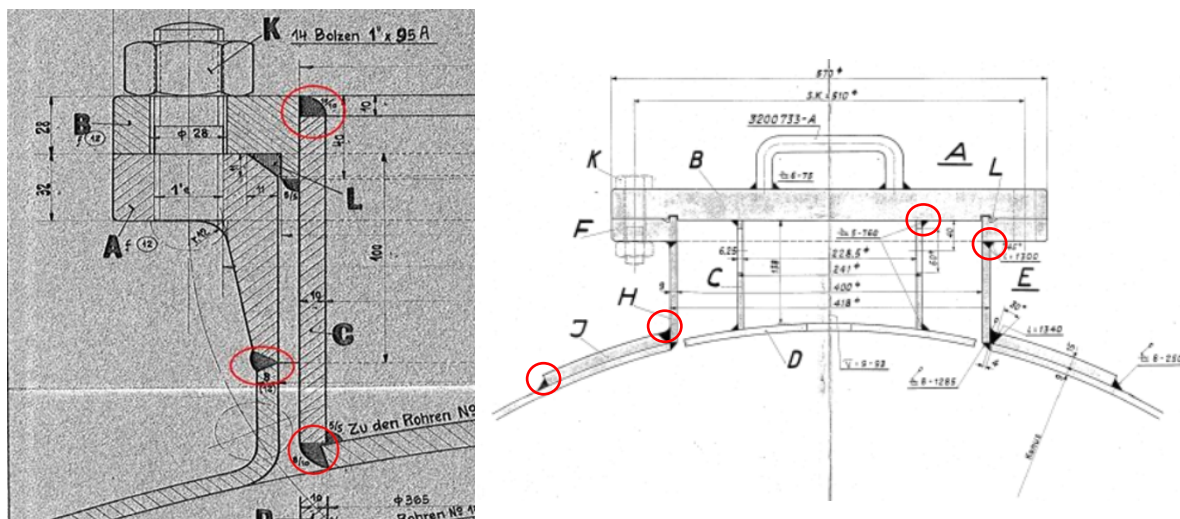


Figura 6: Saldature dei passi d'uomo indagate - CF1 e CF2 (sx) e CF3 (dx).

Sono state indagate le saldature evidenziate, senza riscontrare alcuna indicazione.

La verniciatura sui bordi esterni delle lamiere di chiusura delle CF1 e CF2 risulta degradata, probabilmente a causa di fenomeni di cavitazione (vedi **Figura 7**). Da un esame preliminare realizzato asportando la vernice da una piccola area, il metallo sottostante non sembra particolarmente intaccato.



Figura 7: Chiusure dei passi d'uomo CF1 e CF2.

6.3 Verniciatura

La verniciatura delle condotte 1 e 2 appare in una condizione discreta, sia come estensione che come spessore, anche se la superficie appare irregolare.

Nella condotta 3, invece, esistono aree prive di verniciatura, sia sull'intradosso inferiore, a causa di fenomeni legati al trasporto solido, sia sulle pareti di alcuni tratti, dove il metallo è esposto. Dove la protezione è assente, si osservano fenomeni di corrosione. È opportuno segnalare che le misure spessimetriche della vernice (riportate in Allegato) sono state effettuate in aree dove la verniciatura è ancora presente.



Figura 8: Condotta 2 – Aspetto delle superfici.



Figura 9: Condotta 3 – Dettaglio di un tratto di superficie laterale senza verniciatura .

7. CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI

7.1 Generalità

La presente relazione è stata redatta al fine di individuare gli spessori di calcolo dei tratti delle condotte forzate dell'impianto idroelettrico del Piottino che si trovano a monte della camera valvole in testa alle condotte.

Tali condotte sono costituite da tubazioni saldate ed ammorsate nella roccia tramite getto di intasamento di calcestruzzo, realizzato tra la condotta e lo scavo in roccia.

Per tali condotte, sono stati calcolati gli spessori minimi necessari per la resistenza alla pressione interna ed esterna, secondo gli standard usualmente utilizzati come riferimento per il dimensionamento e la verifica di condotte forzate (CECT e ASCE).

Inoltre, le ispezioni in sito hanno permesso di identificare alcune problematiche che richiedono l'adozione di alcuni interventi, di cui si fa cenno più oltre.

7.2 Risultati dei calcoli di verifica

I calcoli effettuati hanno evidenziato la condizione di carico normale come la più gravosa per pressioni interne; considerando gli spessori di progetto riportati sugli elaborati progettuali, le condotte risultano ampiamente verificate, secondo entrambi gli standard utilizzati, considerando un incremento di pressione per colpo d'ariete pari al 4% della pressione statica alla centrale.

Le condotte risultano ampiamente verificate anche considerando un colpo d'ariete pari al 10% della pressione statica in centrale (situazione futura secondo informazioni fornite da AET).

Una volta effettuata l'analisi, è stato anche possibile definire gli spessori minimi di calcolo secondo i due standard considerati.

Per i casi di carico eccezionali, si sono prese in considerazione le azioni derivanti da un'azione sismica; le sollecitazioni risultanti sono risultate di limitata entità e, in combinazione con i differenti fattori di sicurezza previsti dagli standard, non dimensionanti.

Sono state analizzate anche le condizioni di carico saltuarie; in particolare, la resistenza a pressioni esterne è risultata la condizione di carico dimensionante per queste condotte, come è usuale per questo tipo di installazioni. In questo caso, la condotta è considerata vuota (pressione interna nulla) e al suo esterno si considera che agisca una pressione pari a quella corrispondente al massimo carico idrostatico. Considerando lo spessore medio rilevato in opera ed un coefficiente di efficienza delle saldature z_s pari a 0.85, la resistenza delle condotte contro le massime pressioni esterne risulta garantita in tutto il loro sviluppo (dal triforcato alla camera valvole): i coefficienti di sicurezza sono ampiamente garantiti per le condotte 1 e 2, e comunque accettabili per la condotta 3 ($k=1.5$).

Infine, si è proceduto ad effettuare un'analisi di sensitività per il parametro di efficienza delle saldature; per pressioni interne, non si evidenzia nessun problema.

Per quanto riguarda il caso saltuario (pressioni esterne), la variazione del coefficiente di efficienza delle saldature z_s porta alle seguenti conclusioni:

- considerando lo spessore di progetto (8 mm): con $z_s=0.70$, i coefficienti di sicurezza sono maggiori di 1 per le condotte 1 e 2, ma minori di 1 per la condotta 3; considerando un valore di $z_s=1.0$, i fattori di sicurezza di tutte e 3 le condotte sono superiori a 1, anche se non raggiungono i minimi precisati negli standard considerati ($k = P_{cr} / P_{est} \geq 1.5$ o 1.6, a seconda dei codici);
- considerando lo spessore medio rilevato in sito (10 mm): con $z_s=0.70$, i coefficienti di sicurezza sono maggiori del minimo ammissibile per le CF1 e CF2 ($k=1.74$) ma non per la CF3 ($k=1.33$). Tuttavia, già considerando un coefficiente z_s pari a 0.85, come è lecito dati i controlli a spot effettuati sulle saldature, il fattore di sicurezza k della condotta 3 raggiunge il minimo previsto da ASCE ($k=1.5$).

Occorre tenere presente che i risultati sopra esposti considerano che la pressione esterna massima sia applicata uniformemente su tutto lo sviluppo della condotta (dal triforcato alla camera valvole); questa è però un'assunzione conservativa: dal momento che all'interno della camera valvole la pressione esterna è nulla, dovrà svilupparsi un gradiente di pressione tra il triforcato e la camera valvole. Considerando gli spessori attuali delle condotte ed una pressione esterna variabile linearmente tra la massima e 0, i coefficienti di sicurezza sono ampiamente positivi per tutte le condotte.

Infine, anche per quanto riguarda la pressione esterna massima si sono fatte assunzioni conservative: per determinarne il valore, sono stati utilizzati come riferimenti il livello statico del bacino di Rodi e la quota del FPI (che risulta inferiore a quella delle condotte, quasi 5 m alla sezione di imbocco e circa 1 m alla sezione di sbocco). Durante le operazioni di svuotamento, che normalmente implicano un valore limitato di variazione di pressione e che perciò avvengono nell'arco di 1-2 giorni, anche la falda esterna eventualmente presente ed insistente sulle condotte tenderà ad abbassarsi, limitando così di fatto la pressione esterna agente sulla condotta vuota.

In conclusione, è possibile affermare che lo stato delle condotte risulta ampiamente entro i limiti considerati, sia per quanto riguarda le tensioni ammissibili dovute a pressioni interne sia per quanto riguarda la resistenza ad imbozzamento dovuta alle pressioni esterne.

7.3 Risultati delle ispezioni

Come evidenziato, a carico della condotta 3 si segnala una riduzione di spessore all'intradosso inferiore, dovuta probabilmente a fenomeni abrasivi riconducibili al trasporto solido. Al momento, dati gli spessori residui, la situazione non desta preoccupazioni. Occorre però tenere presente che con il procedere del tempo l'azione di erosione/abrasione potrà continuare, riducendo ulteriormente lo

spessore della lamiera; se questo non desta particolari preoccupazioni per l'esercizio, dal momento che lo spessore è comunque sovrabbondante per resistere alle pressioni interne, il problema potrebbe manifestarsi in occasione di un futuro svuotamento dell'impianto, in cui potranno verificarsi le massime differenze tra pressioni esterne ed interne, con un conseguente rischio di imbozzamento della lamiera della tubazione. Anche se il rischio può essere più o meno moderato, a seconda dell'estensione del degrado, le conseguenze di un eventuale imbozzamento possono invece essere importanti, dal momento che le riparazioni necessarie comporteranno un fermo impianto prolungato.

Sulla verniciatura delle chiusure dei passi d'uomo, in corrispondenza dei bordi esterni delle lamiere a contatto con l'acqua, sono stati riscontrati fenomeni di degrado. Nonostante la lamiera sottostante non pare sia particolarmente intaccata (dopo verifica effettuata su una piccola area con distacco parziale di vernice già esistente), il fenomeno merita una successiva indagine.

7.4 Raccomandazioni

7.4.1 Condotta forzata 3

Si raccomanda di proteggere adeguatamente il fondo della condotta 3 contro gli effetti di usura meccanica causati dai fenomeni di trasporto solido.

La protezione può essere realizzata installando sul fondo della condotta una lamiera sacrificale. Tale provvedimento consentirà di arrestare il degrado della condotta e di preservare le sue caratteristiche di resistenza alle pressioni esterne.

La lamiera potrebbe avere uno spessore limitato (6 mm, indicativamente) ed avere un'estensione limitata al settore di condotta più deteriorato (compreso tra le ore 5 e le ore 7 indicativamente). Il materiale più idoneo consigliato dovrebbe avere una tempratura superficiale, per garantire una buona resistenza all'abrasione (come ad es. un Hardox). Infine, occorrerà prevedere una modalità di installazione che garantisca contro l'insorgenza di corrosione nell'intercapedine che si creerà (ad es. praticando alcune aperture per consentire il riempimento d'acqua o prevedendo l'incollaggio della lamiera con adeguate resine).

In alternativa, ritenendo il metallo esistente ancora sufficiente per garantire la resistenza meccanica, si può optare anche per l'adozione di una verniciatura resistente ai fenomeni di abrasione causati dal trasporto (come ad es. una vernice epossidica-ceramica).

Eventualmente, si possono anche combinare le due soluzioni menzionate, utilizzando una lamiera di acciaio meno performante (S235, S275 o S355) protetta mediante vernici resistenti all'abrasione.

7.4.2 Passi d'uomo condotte forzate 1 e 2

Come anticipato nei capitoli precedenti, risulta necessario controllare le chiusure dei passi d'uomo delle condotte 1 e 2, per verificare se i danneggiamenti a carico della verniciatura sui bordi delle

superfici a contatto con l'acqua abbiano intaccato anche le lamiere. Tale controllo dovrà essere realizzato mediante asportazione della vernice.

Inoltre, dato il degrado rilevato a carico di questi elementi, sarà necessario indagare anche lo stato di tutti gli altri passi d'uomo delle condotte 1 e 2 (5 ogni condotta, a valle delle valvole). Dal momento che le pressioni a cui sono soggetti sono più importanti, i fenomeni di degrado potrebbero essere più significativi e interessare anche il metallo, causando una riduzione della resistenza residua degli elementi.

Qualora il fenomeno dovesse interessare in maniera significativa anche le lamiere, sarebbe opportuno prevedere un intervento, che potrebbe configurarsi secondo le seguenti ipotesi:

- a) riparazione della lamiera degradata mediante riporti di saldatura. Questa è la soluzione di minimo impatto economico. Tuttavia, occorre considerare che le riparazioni andrebbero ad interessare la zona contigua alle esistenti saldature che sono quelle che garantiscono la resistenza meccanica della chiusura. Qualora l'estensione della riparazione fosse solo puntuale, si potrebbe prendere in considerazione, diversamente sarebbe sconsigliato.
- b) Sostituzione delle lamiere di chiusura. In questo caso, l'intervento consisterebbe nella rimozione della lamiera esistente saldata alla flangia e nella sua sostituzione con una nuova. Tale intervento potrebbe riportare a nuovo le chiusure; tuttavia, rimanendo lo schema funzionale il medesimo, è possibile che le stesse problematiche che si riscontrano attualmente si manifesteranno anche in futuro.
- c) Sostituzione completa delle chiusure. In questo caso, la chiusura potrebbe essere realizzata tramite flangia cieca con un guidavento, secondo il modello della condotta 3. Tale installazione è la meno complicata dal punto di vista realizzativo e garantisce una funzionalità migliore, dal momento che la parte a contatto con il flusso (e dove perciò è possibile l'innescare di fenomeni di degrado) non ha funzioni strutturali che possano compromettere la resistenza meccanica della chiusura. Questo risulterebbe l'intervento maggiormente opportuno.

7.4.3 Protezioni superficiali

In occasione dei lavori sopra menzionati, sarà anche conveniente prevedere un ripristino delle protezioni superficiali di tutte e tre le condotte.

ALLEGATO A

Report Controlli Non Distruttivi

In data 22-24 Febbraio 2021, sono stati eseguiti alcuni Controlli Non Distruttivi sulle tubazioni oggetto della presente relazione; in particolare, sono stati eseguiti:

- misura degli spessori delle condotte tramite tecnica US;
- verifica a spot (circa il 10% dello sviluppo) delle saldature longitudinali e circonferenziali delle tubazioni, tramite tecniche MT e VT;
- verifica a spot dello spessore della verniciatura interna.

I CND sono stati eseguiti dalla ditta Bytest; i report relativi sono riportati di seguito.



BYTEST Srl - TÜV SÜD Group
bytest@tuv.it - www.tuv.it - (Laboratori-Bytest)
Partita IVA e CF 05102770012 - REA N° 685017/89 - Reg. Imprese 3397
Società unipersonale, soggetta al controllo e coordinamento di TÜV SÜD AG

- Sede legale e operativa:
Via Pisa 12 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221 - Fax 011.99538.53
- ☐ Unità operativa di Benevento:
Zona Industriale ASI-Z5 - SS 90 Ponte Valentino
82100 - Benevento (BN) - Tel. 0824.1755562
- ☐ Unità operativa impianti NDT:
C.so Piemonte 8 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221
- ☐ *Altra sede operativa Bytest

NonDestructive Testing
NDT
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Certificato secondo
UNI EN ISO 9001:2008
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Aerospaziale Certificato secondo
AS EN 9100:2009
Personale I° II° e III° Livello Certificato
secondo **UNI EN ISO 9712** e **SNT-TC-1A**

RAPPORTO DI PROVA Test Report

Il presente rapporto riguarda esclusivamente i campioni sottoposti a prova.
La riproduzione parziale del presente rapporto è vietata, salvo autorizzazione scritta della Bytest srl.
This report concerns only the tested specimens.

Partial reproductions of this report without written permission of Bytest srl is forbidden.
Certificazione di Conformità

Si certifica che tutte le attività oggetto di questo rapporto di prova sono state condotte in conformità ai requisiti della normativa di riferimento indicata, come richiesto dall'ordine d'acquisto.

Certificate of Conformity
This is to certify that all the activities covered by this test report were conducted in accordance with the requirements of the specified reference standard, as required by purchase order.

Rapporto N° Report N°	001 UTS		
Lotto Bytest N° Bytest Batch N°	--		
OC-Commessa OC-Job n°	--		
Data emissione Issue date	05/3/2021		
Pagina n° Page n°	1	di of	6

CLIENTE: Customer	Lombardi SA Ingegneri Consulenti	INDIRIZZO: Address	Via Simen 19 -6648 Minusio CH
RIF. ORDINE: Customer Order	Email	* DATA ESECUZIONE PROVA: Test Place and Date	Triforcazione impianto del Piottino 22/23-02-2021

DESCRIZIONE COMPONENTE IN ESAME: Tested part/s description:	Triforcazione impianto del Piottino proprietà di AET
IDENTIFICAZIONE - RIFERIMENTI Identification - References	Controllo spessimetrico (Vedi pagine seguenti)
MATERIALE - CONDIZIONE T.T.: Material- Heat treatment condition	C.S.
STATO SUPERFICIALE: Surface Conditions	<input type="checkbox"/> Lavorato/Worked <input type="checkbox"/> Grezzo/Raw <input checked="" type="checkbox"/> Finito/Finished <input type="checkbox"/> Saldato/Weld <input type="checkbox"/> Altro/Other.....

TIPO DI PROVA / Type Test				
<input type="checkbox"/> RT X Ray Test P01	<input type="checkbox"/> MT Magnetic test P02	<input checked="" type="checkbox"/> UT Ultrasonic Test P03	<input type="checkbox"/> PT Penetrant Test P04	<input type="checkbox"/> OT Other Test

ESITO DELLA PROVA / Result Test		
Parti Ispezionate Part inspected Spessori parete interna	Parti Conformi Conforming Parts Vedi pagine seguenti	Parti Ispezionate Non Conformi Non Conforming Parts

PARAMETRI DI ESAME / Technique Equipments			
PROVA ESEGUITA IN CONFORMITA' ALLA NORMA Test performed according to EN14127 del 2011	CRITERI DI ACCETTABILITA' INDICAZIONI Indications evaluation criteria: A carico del cliente	PROCEDURA BYTEST APPLICABILE /CICLO PROCESSO: Applicable Bytest procedure/CP: PP UTS 053 Rev.1	ESTENSIONE ESAME: Test Extention: 2 sezioni per virola

PG 02-04 / 02-UTS

Rapporto redatto da:
Report Issued by:

Approvato da:
Approved by:

SUPERVISORE (Cliente o Terza Parte)
Witness(Customer or Third Part)





BYTEST Srl - TÜV SÜD Group
bytest@tuv.it - www.tuv.it - (Laboratori-Bytest)
Partita IVA e CF 05102770012 - REA N° 685017/89 - Reg. Imprese 3397
Società unipersonale, soggetta al controllo e coordinamento di TÜV SÜD AG

- Sede legale e operativa:
Via Pisa 12 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221 - Fax 011.99538.53
- Unità operativa di Benevento:
Zona Industriale ASI-Z5 - SS 90 Ponte Valentino
82100 - Benevento (BN) - Tel. 0824.1755562
- Unità operativa impianti NDT:
C.so Piemonte 8 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221
- *Altra sede operativa Bytest

NonDestructive Testing
NDT
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Certificato secondo
UNI EN ISO 9001:2008
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Aerospaziale Certificato secondo
AS EN 9100:2009
Personale I° II° e III° Livello Certificato
secondo **UNI EN ISO 9712** e **SNT-TC-1A**

RAPPORTO DI PROVA Test Report

Il presente rapporto riguarda esclusivamente i campioni sottoposti a prova.
La riproduzione parziale del presente rapporto è vietata, salvo autorizzazione scritta della Bytest srl.
This report concerns only the tested specimens.

Partial reproductions of this report without written permission of Bytest srl is forbidden.
Certificazione di Conformità

Si certifica che tutte le attività oggetto di questo rapporto di prova sono state condotte in conformità ai requisiti della normativa di riferimento indicata, come richiesto dall'ordine d'acquisto.

Certificate of Conformity
This is to certify that all the activities covered by this test report were conducted in accordance with the requirements of the specified reference standard, as required by purchase order.

Rapporto N° Report N°	001 UTS		
Lotto Bytest N° Bytest Batch N°	--		
OC-Commessa OC-Job n°	--		
Data emissione Issue date	05/3/2021		
Pagina n° Page n°	2	di of	6

CONTROLLO ULTRASONORO SPESSIMETRICO - PARAMETRI DI ESAME: *Ultrasonic Testing - Technique and Equipments:*

Tecnica di esame <i>Technique</i>	RIFLESSIONE	Strumento <i>Equipment</i>	GE DM5E
Accoppiamento <i>Coupling</i>	GRASSO	Dispositivi di scansione <i>Scanning devices</i>	MANUALE
Sistema Valutazione <i>Evaluation system</i>	LETTURA DIGITALE DIRETTA	Blocco campione <i>Calibration block</i>	--
Livello Registrazione <i>Recording level</i>	--	Blocco di riferimento <i>Reference block</i>	BLOCCO A GRADINI S/N 1020

Trasduttore <i>Transducer</i>	Tipo onde <i>Waves</i>	Dimensioni utili <i>Effective size</i>	Frequenza <i>Frequency</i>	Angolo <i>Beam angle</i>	Cristallo (S/D) <i>Single/Double elem.</i>
DA501	L	10mm.	5MHz	0°	D

PG 04-02D1 / 02

PG 02-04 / 02-UTS

Rapporto redatto da:
Report Issued by:

Approvato da:
Approved by:

SUPERVISORE (Cliente o Terza Parte)
Witness (Customer or Third Part)



SCHETTINO Daniele
livello 2 in accordo
UNI EN 473



BYTEST Srl - TÜV SÜD Group
bytest@tuv.it - www.tuv.it - (Laboratori-Bytest)
Partita IVA e CF 05102770012 - REA N° 685017/89 - Reg. Imprese 3397
Società unipersonale, soggetta al controllo e coordinamento di TÜV SÜD AG

- Sede legale e operativa:
Via Pisa 12 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221 - Fax 011.99538.53
- Unità operativa di Benevento:
Zona Industriale ASI-Z5 - SS 90 Ponte Valentino
82100 - Benevento (BN) - Tel. 0824.1755562
- Unità operativa impianti NDT:
C.so Piemonte 8 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221
- *Altra sede operativa Bytest

NonDestructive Testing
NDT
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Certificato secondo
UNI EN ISO 9001:2008
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Aerospaziale Certificato secondo
AS EN 9100:2009
Personale I° II° e III° Livello Certificato
secondo **UNI EN ISO 9712** e **SNT-TC-1A**

RAPPORTO DI PROVA Test Report

Il presente rapporto riguarda esclusivamente i campioni sottoposti a prova.
La riproduzione parziale del presente rapporto è vietata, salvo autorizzazione scritta della Bytest srl.
This report concerns only the tested specimens.

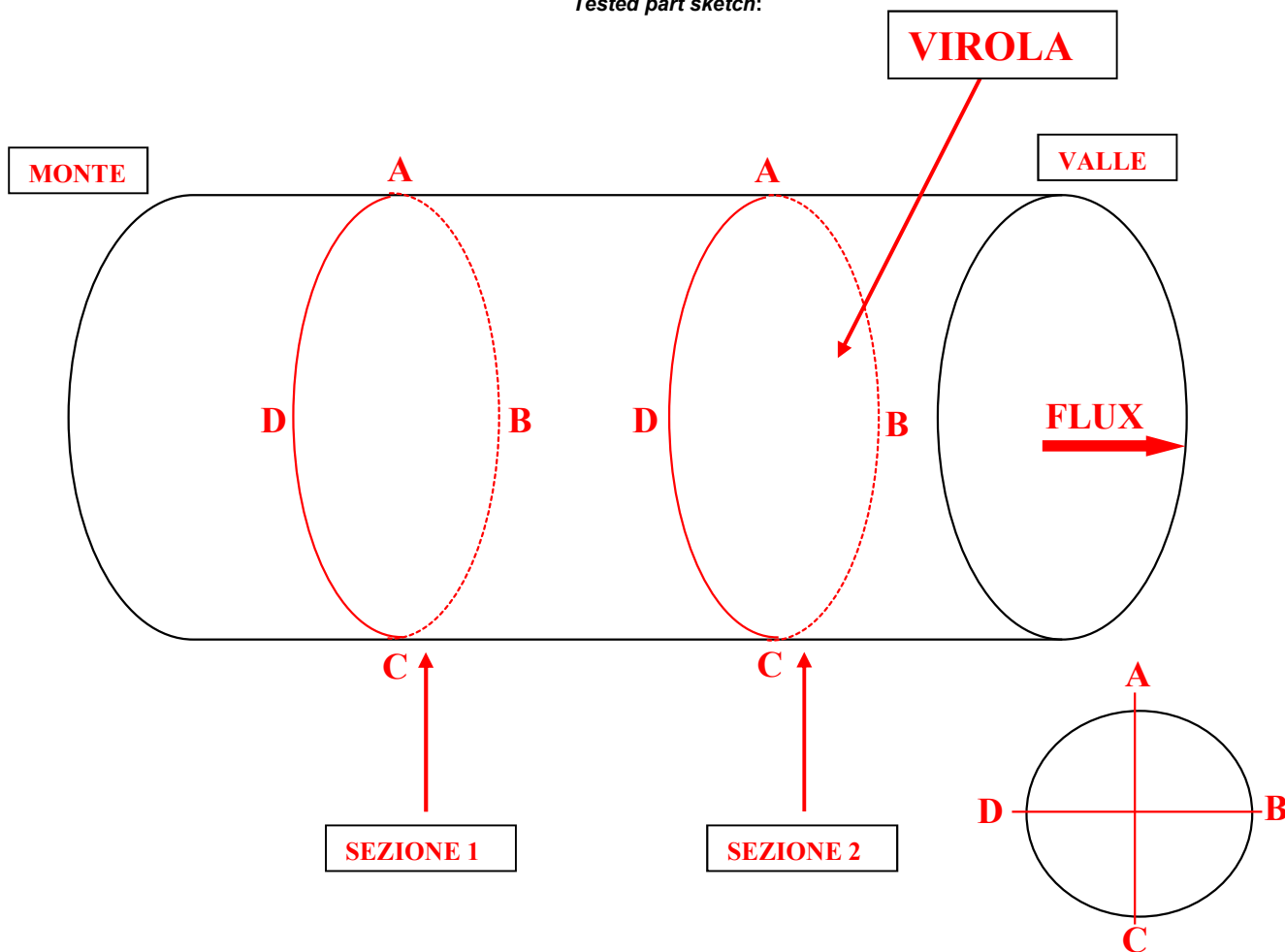
Partial reproductions of this report without written permission of Bytest srl is forbidden.
Certificazione di Conformità

Si certifica che tutte le attività oggetto di questo rapporto di prova sono state condotte in conformità ai requisiti della normativa di riferimento indicata, come richiesto dall'ordine d'acquisto.

Certificate of Conformity
This is to certify that all the activities covered by this test report were conducted in accordance with the requirements of the specified reference standard, as required by purchase order.

Rapporto N° Report N°	001 UTS		
Lotto Bytest N° Bytest Batch N°	--		
OC-Commessa OC-Job n°	--		
Data emissione Issue date	05/3/2021		
Pagina n° Page n°	3	di of	6

SCHEMA COMPONENTE ESAMINATO: Tested part sketch:



PG 02-04 / 02-UTS

Rapporto redatto da:
Report Issued by:

Approvato da:
Approved by:

SUPERVISORE (Cliente o Terza Parte)
Witness (Customer or Third Part)

235



SCHETTINO Daniele
livello 2 in accordo
UNI EN 473



BYTEST Srl - TÜV SÜD Group
bytest@tuv.it - www.tuv.it - (Laboratori-Bytest)
Partita IVA e CF 05102770012 - REA N° 685017/89 - Reg. Imprese 3397
Società unipersonale, soggetta al controllo e coordinamento di TÜV SÜD AG

- Sede legale e operativa:
Via Pisa 12 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221 - Fax 011.99538.53
- Unità operativa di Benevento:
Zona Industriale ASI-Z5 - SS 90 Ponte Valentino
82100 - Benevento (BN) - Tel. 0824.1755562
- Unità operativa impianti NDT:
C.so Piemonte 8 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221
- *Altra sede operativa Bytest

NonDestructive Testing
NDT
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Certificato secondo
UNI EN ISO 9001:2008
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Aerospaziale Certificato secondo
AS EN 9100:2009
Personale I° II° e III° Livello Certificato
secondo **UNI EN ISO 9712** e **SNT-TC-1A**

RAPPORTO DI PROVA Test Report

Il presente rapporto riguarda esclusivamente i campioni sottoposti a prova.
La riproduzione parziale del presente rapporto è vietata, salvo autorizzazione scritta della Bytest srl.
This report concerns only the tested specimens.

Partial reproductions of this report without written permission of Bytest srl is forbidden.
Certificazione di Conformità

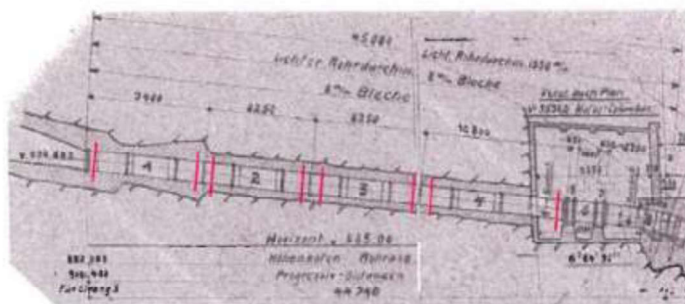
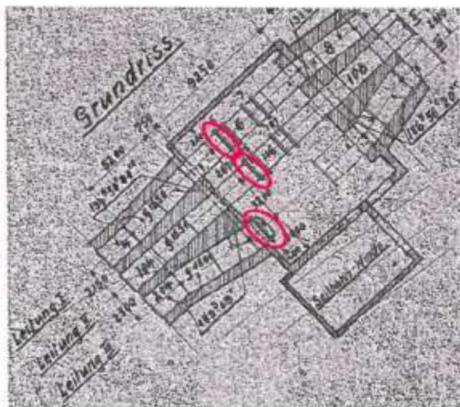
Si certifica che tutte le attività oggetto di questo rapporto di prova sono state condotte in conformità ai requisiti della normativa di riferimento indicata, come richiesto dall'ordine d'acquisto.

Certificate of Conformity

This is to certify that all the activities covered by this test report were conducted in accordance with the requirements of the specified reference standard, as required by purchase order.

Rapporto N° Report N°	001 UTS		
Lotto Bytest N° Bytest Batch N°	--		
OC-Commessa OC-Job n°	--		
Data emissione Issue date	05/3/2021		
Pagina n° Page n°	4	di of	6

SCHEMA COMPONENTE ESAMINATO: Tested part sketch:



PG 02-04 / 02-UTS

Rapporto redatto da:
Report Issued by:

Approvato da:
Approved by:

SUPERVISORE (Cliente o Terza Parte)
Witness (Customer or Third Part)





BYTEST Srl - TÜV SÜD Group
bytest@tuv.it - www.tuv.it - (Laboratori-Bytest)
Partita IVA e CF 05102770012 - REA N° 685017/89 - Reg. Imprese 3397
Società unipersonale, soggetta al controllo e coordinamento di TÜV SÜD AG

- Sede legale e operativa:
Via Pisa 12 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221 - Fax 011.99538.53
- Unità operativa di Benevento:
Zona Industriale ASI-Z5 - SS 90 Ponte Valentino
82100 - Benevento (BN) - Tel. 0824.1755562
- Unità operativa impianti NDT:
C.so Piemonte 8 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221
- *Altra sede operativa Bytest

NonDestructive Testing
NDT
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Certificato secondo
UNI EN ISO 9001:2008
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Aerospaziale Certificato secondo
AS EN 9100:2009
Personale I° II° e III° Livello Certificato
secondo **UNI EN ISO 9712** e **SNT-TC-1A**

RAPPORTO DI PROVA Test Report

Il presente rapporto riguarda esclusivamente i campioni sottoposti a prova.
La riproduzione parziale del presente rapporto è vietata, salvo autorizzazione scritta della Bytest srl.
This report concerns only the tested specimens.

Partial reproductions of this report without written permission of Bytest srl is forbidden.
Certificazione di Conformità

Si certifica che tutte le attività oggetto di questo rapporto di prova sono state condotte in conformità ai requisiti della normativa di riferimento indicata, come richiesto dall'ordine d'acquisto.

Certificate of Conformity
This is to certify that all the activities covered by this test report were conducted in accordance with the requirements of the specified reference standard, as required by purchase order.

Rapporto N° Report N°	001 UTS		
Lotto Bytest N° Bytest Batch N°	--		
OC-Commessa OC-Job n°	--		
Data emissione Issue date	05/3/2021		
Pagina n° Page n°	5	di of	6

SPESSORI RILEVATI TUBAZIONE SULLA TRIFORCAZIONE (espressi in mm)

TUBAZIONE	VIOLA	SPES.NOM.	SEZIONE	A	B	C	D
CF1	1	8 mm	1	11.9	12.0	10.5	11.5
			2	11.5	11.5	11.0	11.5
	2		1	12.0	12.0	11.5	11.2
			2	11.8	10.5	10.6	10.1
	3		1	11.3	10.4	9.1	10.4
			2	9.6	10.0	10.2	9.6
	4		1	10.7	10.0	11.8	10.7
			2	11.7	11.3	11.5	11.0

TUBAZIONE	VIOLA	SPES.NOM.	SEZIONE	A	B	C	D
CF2	101	8 mm	1	10.9	11.3	11.0	11.2
			2	11.3	11.6	11.2	10.3
	102		1	10.2	10.4	10.6	10.1
			2	10.5	10.8	10.2	10.2
	103		1	10.6	10.4	10.8	11.2
			2	11.2	10.8	8.5	10.3
	104		1	11.8	10.4	11.3	10.4
			2	11.2	10.7	9.8	10.3

PG 02-04 / 02-UTS

Rapporto redatto da:
Report Issued by:

Approvato da:
Approved by:

SUPERVISORE (Cliente o Terza Parte)
Witness (Customer or Third Part)



SCHETTINO Daniele
livello 2 in accordo
UNI EN 473



BYTEST Srl - TÜV SÜD Group
bytest@tuv.it - www.tuv.it - (Laboratori-Bytest)
Partita IVA e CF 05102770012 - REA N° 685017/89 - Reg. Imprese 3397
Società unipersonale, soggetta al controllo e coordinamento di TÜV SÜD AG

- Sede legale e operativa:
Via Pisa 12 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221 - Fax 011.99538.53
- Unità operativa di Benevento:
Zona Industriale ASI-Z5 - SS 90 Ponte Valentino
82100 - Benevento (BN) - Tel. 0824.1755562
- Unità operativa impianti NDT:
C.so Piemonte 8 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221
- *Altra sede operativa Bytest

NonDestructive Testing
NDT
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Certificato secondo
UNI EN ISO 9001:2008
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Aerospaziale Certificato secondo
AS EN 9100:2009
Personale I° II° e III° Livello Certificato
secondo **UNI EN ISO 9712** e **SNT-TC-1A**

RAPPORTO DI PROVA Test Report

Il presente rapporto riguarda esclusivamente i campioni sottoposti a prova.
La riproduzione parziale del presente rapporto è vietata, salvo autorizzazione scritta della Bytest srl.
This report concerns only the tested specimens.

Partial reproductions of this report without written permission of Bytest srl is forbidden.
Certificazione di Conformità

Si certifica che tutte le attività oggetto di questo rapporto di prova sono state condotte in conformità ai requisiti della normativa di riferimento indicata, come richiesto dall'ordine d'acquisto.

Certificate of Conformity
This is to certify that all the activities covered by this test report were conducted in accordance with the requirements of the specified reference standard, as required by purchase order.

Rapporto N° Report N°	001 UTS		
Lotto Bytest N° Bytest Batch N°	--		
OC-Commessa OC-Job n°	--		
Data emissione Issue date	05/3/2021		
Pagina n° Page n°	6	di of	6

SPESSORI RILEVATI TUBAZIONE SULLA TRIFORCAZIONE (espressi in mm)

TUBAZIONE	VIOLA	SPES.NOM.	SEZIONE	A	B	C	D
CF3	201	8 mm	1	12.3	12.2	12.0	11.6
			2	12.0	12.7	9.1	12.3
	202		1	12.0	11.1	10.0	10.9
			2	10.9	11.5	8.7	9.8
	203		1	12.0	11.0	8.8	11.0
			2	11.6	10.1	9.2	10.6
	204		1	10.4	10.4	8.3	10.2
			2	9.7	9.4	8.0	9.7

Fine del Rapporto di Prova
End of the Test Report

PG 02-04 / 02-UTS

Rapporto redatto da:
Report Issued by:

Approvato da:
Approved by:

SUPERVISORE (Cliente o Terza Parte)
Witness (Customer or Third Part)



SCHETTINO Daniele
livello 2 in accordo
UNI EN 473



BYTEST Srl - TÜV SÜD Group
bytest@tuv.it - www.tuv.it - (Laboratori-Bytest)
Partita IVA e CF 05102770012 - REA N° 685017/89 - Reg. Imprese 3397
Società unipersonale, soggetta al controllo e coordinamento di TÜV SÜD AG

- ☐ Sede legale e operativa:
Via Pisa 12 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221 - Fax 011.99538.53
- ☐ Unità operativa di Benevento:
Zona Industriale ASI-Z5 - SS 90 Ponte Valentino
82100 - Benevento (BN) - Tel. 0824.1755562
- ☐ Unità operativa impianti NDT:
C.so Piemonte 8 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221
- ☐ *Altra sede operativa Bytest

NonDestructive Testing
NDT
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Certificato secondo
UNI EN ISO 9001:2008
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Aerospaziale Certificato secondo
AS EN 9100:2009
Personale I° II° e III° Livello Certificato
secondo **UNI EN ISO 9712** e **SNT-TC-1A**

RAPPORTO DI PROVA Test Report

Il presente rapporto riguarda esclusivamente i campioni sottoposti a prova.
La riproduzione parziale del presente rapporto è vietata, salvo autorizzazione scritta della Bytest srl.
This report concerns only the tested specimens.

Partial reproductions of this report without written permission of Bytest srl is forbidden.

Certificazione di Conformità

Si certifica che tutte le attività oggetto di questo rapporto di prova sono state condotte in conformità ai requisiti della normativa di riferimento indicata, come richiesto dall'ordine d'acquisto.

Certificate of Conformity

This is to certify that all the activities covered by this test report were conducted in accordance with the requirements of the specified reference standard, as required by purchase order.

Rapporto N° <i>Report N°</i>	001 MT		
Lotto Bytest N° <i>Bytest Batch N°</i>	--		
OC-Commessa <i>OC-Job n°</i>	-----		
Data emissione <i>Issue date</i>	05/03/2021		
Pagina n° <i>Page n°</i>	1	di <i>of</i>	8

CLIENTE: <i>Customer</i>	Lombardi SA Ingegneri Consulenti	INDIRIZZO: <i>Address</i>	Via Simen 19 -6648 Minusio CH
RIF. ORDINE: <i>Customer Order</i>	e-mail	* DATA ESECUZIONE PROVA: <i>Test Place and Date</i>	Triforcazione impianto del Piottino 22/23/24-02-2021

DESCRIZIONE COMPONENTE IN ESAME: <i>Tested part/s description:</i>	Condotta forzata 1 Impianto del Piottino proprietà di AET
IDENTIFICAZIONE - RIFERIMENTI <i>Identification - References</i>	Saldature triforcazione CF 1-2-3
MATERIALE - CONDIZIONE T.T.: <i>Material- Heat treatment condition</i>	a.c.
STATO SUPERFICIALE: <i>Surface Conditions</i>	<input type="checkbox"/> Lavorato/Worked <input type="checkbox"/> Grezzo/Raw <input type="checkbox"/> Finito/Finished <input checked="" type="checkbox"/> Saldato/Weld <input checked="" type="checkbox"/> Altro/other Spazzolato

TIPO DI PROVA / Type Test

<input type="checkbox"/> RT <i>X Ray Test</i> P01	<input checked="" type="checkbox"/> MT <i>Magnetic test</i> P02	<input type="checkbox"/> UT <i>Ultrasonic Test</i> P03	<input type="checkbox"/> PT <i>Penetrant Test</i> P04	<input type="checkbox"/> OT <i>Other Test</i>
---	---	--	---	---

ESITO DELLA PROVA / Result Test

Parti Ispezionate <i>Part inspected</i>	Parti Conformi <i>Conforming Parts</i>	Parti Ispezionate Non Conformi <i>Non Conforming Parts</i>
Vedi pagine seguenti	--	

PARAMETRI DI ESAME / Technique Equipments

PROVA ESEGUITA IN CONFORMITA' ALLA NORMA <i>Test performed according to</i>	CRITERI DI ACCETTABILITA' INDICAZIONI <i>Indications evaluation criteria:</i>	PROCEDURA BYTEST APPLICABILE /CICLO PROCESSO: <i>Applicable Bytest procedure/CP:</i>	ESTENSIONE ESAME: <i>Test Extention:</i>
UNI EN 17638	EN 23278 Liv.2	PP MTG 057 Rev.3	100% zone richieste

Rapporto redatto da: <i>Report Issued by:</i>	Approvato da: <i>Approved by:</i>	PG 02-04 / 02-MT SUPERVISORE (Cliente o Terza Parte) <i>Witness(Customer or Third Part)</i>
--	--------------------------------------	---





BYTEST Srl - TÜV SÜD Group
bytest@tuv.it - www.tuv.it - (Laboratori-Bytest)
Partita IVA e CF 05102770012 - REA N° 685017/89 - Reg. Imprese 3397
Società unipersonale, soggetta al controllo e coordinamento di TÜV SÜD AG

- ☐ Sede legale e operativa:
Via Pisa 12 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221 - Fax 011.99538.53
- ☐ Unità operativa di Benevento:
Zona Industriale ASI-Z5 - SS 90 Ponte Valentino
82100 - Benevento (BN) - Tel. 0824.1755562
- ☐ Unità operativa impianti NDT:
C.so Piemonte 8 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221
- ☐ *Altra sede operativa Bytest

NonDestructive Testing
NDT
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Certificato secondo
UNI EN ISO 9001:2008
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Aerospaziale Certificato secondo
AS EN 9100:2009
Personale I° II° e III° Livello Certificato
secondo **UNI EN ISO 9712** e **SNT-TC-1A**

RAPPORTO DI PROVA Test Report

Il presente rapporto riguarda esclusivamente i campioni sottoposti a prova.
La riproduzione parziale del presente rapporto è vietata, salvo autorizzazione scritta della Bytest srl.
This report concerns only the tested specimens.

Partial reproductions of this report without written permission of Bytest srl is forbidden.

Certificazione di Conformità

Si certifica che tutte le attività oggetto di questo rapporto di prova sono state condotte in conformità ai requisiti della normativa di riferimento indicata, come richiesto dall'ordine d'acquisto.

Certificate of Conformity

This is to certify that all the activities covered by this test report were conducted in accordance with the requirements of the specified reference standard, as required by purchase order.

Rapporto N° Report N°	001 MT		
Lotto Bytest N° Bytest Batch N°	--		
OC-Commessa OC-Job n°	-----		
Data emissione Issue date	05/03/2021		
Pagina n° Page n°	2	di of	8

CONTROLLO MAGNETOSCOPICO - PARAMETRI DI ESAME

Magnetic Particle Test - Equipment and technique:

Generatore (marca/mod./matr.) Equipment (manuf./type/SN)	YOKE HELLING UM-15 HANSA 42 CA	Tipo corrente magnetizzante Magnetizing current type	A.C.
Tecnica magnetizzazione Magnetization technique	Localizzata con elettromagnete	Intensità corrente (A) Current intensity	--
Rivelatore (marca/tipo/lotto) Particles (manuf./type/batch n.)	N.D.T. Italiana BW2	Numero spire (Asp) Number of turns	--
Mezzo di applicazione Application technique	Spray	Distanza puntali (puntali) Prod distance (Prod technique)	--
Mezzo di contrasto Contrast medium	Vernice Bianca WBL5	Distanza teste di contatto (giogo) Heads distance (Yoke techn.)	100÷150 mm
Indicatore di campo Field indicator	Pie indicator	Scheda magnetizzazione Inspection sheet	--

PG 02-04A1 /02

Rapporto redatto da: Report Issued by:	Approvato da: Approved by:	PG 02-04 / 02-MT SUPERVISORE (Cliente o Terza Parte) Witness (Customer or Third Part)
---	-------------------------------	---





Bytest

BYTEST Srl - TÜV SÜD Group

bytest@tuv.it - www.tuv.it - (Laboratori-Bytest)

Partita IVA e CF 05102770012 - REA N° 685017/89 - Reg. Imprese 3397
Società unipersonale, soggetta al controllo e coordinamento di TÜV SÜD AG

- ☐ Sede legale e operativa:
Via Pisa 12 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221 - Fax 011.99538.53
- ☐ Unità operativa di Benevento:
Zona Industriale ASI-Z5 - SS 90 Ponte Valentino
82100 - Benevento (BN) - Tel. 0824.1755562
- ☐ Unità operativa impianti NDT:
C.so Piemonte 8 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221
- ☐ *Altra sede operativa Bytest

NonDestructive Testing

NDT

Azienda con Sistema di Gestione Qualità

Certificato secondo

UNI EN ISO 9001:2008

Azienda con Sistema di Gestione Qualità

Aerospaziale Certificato secondo

AS EN 9100:2009

Personale I° II° e III° Livello Certificato

secondo UNI EN ISO 9712 e SNT-TC-1A

RAPPORTO DI PROVA

Test Report

Il presente rapporto riguarda esclusivamente i campioni sottoposti a prova.

La riproduzione parziale del presente rapporto è vietata, salvo autorizzazione scritta della Bytest srl.

This report concerns only the tested specimens.

Partial reproductions of this report without written permission of Bytest srl is forbidden.

Certificazione di Conformità

Si certifica che tutte le attività oggetto di questo rapporto di prova sono state condotte in conformità ai requisiti della normativa di riferimento indicata, come richiesto dall'ordine d'acquisto.

Certificate of Conformity

This is to certify that all the activities covered by this test report were conducted in accordance with the requirements of the specified reference standard, as required by purchase order.

Rapporto N° <i>Report N°</i>	001 MT		
Lotto Bytest N° <i>Bytest Batch N°</i>	--		
OC-Commessa <i>OC-Job n°</i>	-----		
Data emissione <i>Issue date</i>	05/03/2021		
Pagina n° <i>Page n°</i>	3	di <i>of</i>	8

SCHEMA COMPONENTE ESAMINATO CF1:

Tested part sketch:



Rapporto redatto da: <i>Report Issued by:</i>	Approvato da: <i>Approved by:</i>	PG 02-04 / 02-MT SUPERVISORE (Cliente o Terza Parte) <i>Witness (Customer or Third Part)</i>
--	--------------------------------------	--

453



PORTA Fulvio

Livello 2 VT-PT in accordo a
UNI EN ISO 9712



BYTEST Srl - TÜV SÜD Group
bytest@tuv.it - www.tuv.it - (Laboratori-Bytest)
Partita IVA e CF 05102770012 - REA N° 685017/89 - Reg. Imprese 3397
Società unipersonale, soggetta al controllo e coordinamento di TÜV SÜD AG

- ☐ Sede legale e operativa:
Via Pisa 12 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221 - Fax 011.99538.53
- ☐ Unità operativa di Benevento:
Zona Industriale ASI-Z5 - SS 90 Ponte Valentino
82100 - Benevento (BN) - Tel. 0824.1755562
- ☐ Unità operativa impianti NDT:
C.so Piemonte 8 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221
- ☐ *Altra sede operativa Bytest

NonDestructive Testing
NDT
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Certificato secondo
UNI EN ISO 9001:2008
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Aerospaziale Certificato secondo
AS EN 9100:2009
Personale I° II° e III° Livello Certificato
secondo **UNI EN ISO 9712** e **SNT-TC-1A**

RAPPORTO DI PROVA Test Report

Il presente rapporto riguarda esclusivamente i campioni sottoposti a prova.
La riproduzione parziale del presente rapporto è vietata, salvo autorizzazione scritta della Bytest srl.
This report concerns only the tested specimens.

Partial reproductions of this report without written permission of Bytest srl is forbidden.

Certificazione di Conformità

Si certifica che tutte le attività oggetto di questo rapporto di prova sono state condotte in conformità ai requisiti della normativa di riferimento indicata, come richiesto dall'ordine d'acquisto.

Certificate of Conformity

This is to certify that all the activities covered by this test report were conducted in accordance with the requirements of the specified reference standard, as required by purchase order.

Rapporto N° Report N°	001 MT		
Lotto Bytest N° Bytest Batch N°	--		
OC-Commessa OC-Job n°	-----		
Data emissione Issue date	05/03/2021		
Pagina n° Page n°	4	di of	8

Particolari Controllati INDICAZIONI RILEVANTI: Relevant Indications

Saldatura Weld	Posizione Position	Indicazione n. Indication n.	Dist. da 0 asse X X Distance	Dist. da 0 asse Y Y distance	Estensione su asse X X extension	Estensione su asse Y Y extension	Descrizione Description	Giudizio Assessment
GF1 Circonferenziale	Virola 2/3	/	Nessuna indicazione da registrare					CONFORME
CF1 Circonferenziale	Virola 4/valvola	/	Nessuna indicazione da registrare					CONFORME
CF1 Longitudinale	Virola 2 ore 12	/	Nessuna indicazione da registrare					CONFORME
CF1 PDU	Saldatura di testa e ad angolo	/	Nessuna indicazione da registrare					CONFORME
CF1 Flangia PDU	Saldatura di testa	/	Nessuna indicazione da registrare					CONFORME

PG 02-04A2 / 02

Rapporto redatto da: Report Issued by:	Approvato da: Approved by:	PG 02-04 / 02-MT SUPERVISORE (Cliente o Terza Parte) Witness (Customer or Third Part)
---	-------------------------------	---





Bytest

BYTEST Srl - TÜV SÜD Group

bytest@tuv.it - www.tuv.it - (Laboratori-Bytest)

Partita IVA e CF 05102770012 - REA N° 685017/89 - Reg. Imprese 3397

Società unipersonale, soggetta al controllo e coordinamento di TÜV SÜD AG

- ☐ Sede legale e operativa:
Via Pisa 12 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221 - Fax 011.99538.53
- ☐ Unità operativa di Benevento:
Zona Industriale ASI-Z5 - SS 90 Ponte Valentino
82100 - Benevento (BN) - Tel. 0824.175562
- ☐ Unità operativa impianti NDT:
C.so Piemonte 8 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221
- ☐ *Altra sede operativa Bytest

NonDestructive Testing

NDT

Azienda con Sistema di Gestione Qualità

Certificato secondo

UNI EN ISO 9001:2008

Azienda con Sistema di Gestione Qualità

Aerospaziale Certificato secondo

AS EN 9100:2009

Personale I° II° e III° Livello Certificato

secondo UNI EN ISO 9712 e SNT-TC-1A

RAPPORTO DI PROVA

Test Report

Il presente rapporto riguarda esclusivamente i campioni sottoposti a prova.

La riproduzione parziale del presente rapporto è vietata, salvo autorizzazione scritta della Bytest srl.

This report concerns only the tested specimens.

Partial reproductions of this report without written permission of Bytest srl is forbidden.

Certificazione di Conformità

Si certifica che tutte le attività oggetto di questo rapporto di prova sono state condotte in conformità ai requisiti della normativa di riferimento indicata, come richiesto dall'ordine d'acquisto.

Certificate of Conformity

This is to certify that all the activities covered by this test report were conducted in accordance with the requirements of the specified reference standard, as required by purchase order.

Rapporto N° <i>Report N°</i>	001 MT		
Lotto Bytest N° <i>Bytest Batch N°</i>	--		
OC-Commessa <i>OC-Job n°</i>	-----		
Data emissione <i>Issue date</i>	05/03/2021		
Pagina n° <i>Page n°</i>	5	di <i>of</i>	8

SCHEMA COMPONENTE ESAMINATO CF2:

Tested part sketch



Rapporto redatto da: <i>Report Issued by:</i>	Approvato da: <i>Approved by:</i>	PG 02-04 / 02-MT SUPERVISORE (Cliente o Terza Parte) <i>Witness (Customer or Third Part)</i>
--	--------------------------------------	--

453



PORTA Fulvio

Livello 2 VT-PT in accordo a
UNI EN ISO 9712



BYTEST Srl - TÜV SÜD Group
bytest@tuv.it - www.tuv.it - (Laboratori-Bytest)
Partita IVA e CF 05102770012 - REA N° 685017/89 - Reg. Imprese 3397
Società unipersonale, soggetta al controllo e coordinamento di TÜV SÜD AG

- ☐ Sede legale e operativa:
Via Pisa 12 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221 - Fax 011.99538.53
- ☐ Unità operativa di Benevento:
Zona Industriale ASI-Z5 - SS 90 Ponte Valentino
82100 - Benevento (BN) - Tel. 0824.1755562
- ☐ Unità operativa impianti NDT:
C.so Piemonte 8 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221
- ☐ *Altra sede operativa Bytest

NonDestructive Testing
NDT
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Certificato secondo
UNI EN ISO 9001:2008
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Aerospaziale Certificato secondo
AS EN 9100:2009
Personale I° II° e III° Livello Certificato
secondo **UNI EN ISO 9712** e **SNT-TC-1A**

RAPPORTO DI PROVA Test Report

Il presente rapporto riguarda esclusivamente i campioni sottoposti a prova.
La riproduzione parziale del presente rapporto è vietata, salvo autorizzazione scritta della Bytest srl.
This report concerns only the tested specimens.

Partial reproductions of this report without written permission of Bytest srl is forbidden.

Certificazione di Conformità

Si certifica che tutte le attività oggetto di questo rapporto di prova sono state condotte in conformità ai requisiti della normativa di riferimento indicata, come richiesto dall'ordine d'acquisto.

Certificate of Conformity

This is to certify that all the activities covered by this test report were conducted in accordance with the requirements of the specified reference standard, as required by purchase order.

Rapporto N° Report N°	001 MT		
Lotto Bytest N° Bytest Batch N°	--		
OC-Commessa OC-Job n°	-----		
Data emissione Issue date	05/03/2021		
Pagina n° Page n°	6	di of	8

Particolari Controllati INDICAZIONI RILEVANTI: Relevant Indications

Saldatura Weld	Posizione Position	Indicazione n. Indication n.	Dist. da 0 asse X X Distance	Dist. da 0 asse Y Y distance	Estensione su asse X X extension	Estensione su asse Y Y extension	Descrizione Description	Giudizio Assessment
GF2 Circonferenziale	Virola 102/103	/	Nessuna indicazione da registrare					CONFORME
CF2 Circonferenziale	Virola 104/valvola	/	Nessuna indicazione da registrare					CONFORME
CF2 Longitudinale	Virola 102 ore 3	/	Nessuna indicazione da registrare					CONFORME
CF2 PDU	Saldatura di testa e ad angolo	/	Nessuna indicazione da registrare					CONFORME
CF2 Flangia PDU	Saldatura di testa	/	Nessuna indicazione da registrare					CONFORME

PG 02-04A2 / 02

Rapporto redatto da: Report Issued by:	Approvato da: Approved by:	PG 02-04 / 02-MT SUPERVISORE (Cliente o Terza Parte) Witness (Customer or Third Part)
---	-------------------------------	---





Bytest

BYTEST Srl - TÜV SÜD Group
bytest@tuv.it - www.tuv.it - (Laboratori-Bytest)
Partita IVA e CF 05102770012 - REA N° 685017/89 - Reg. Imprese 3397
Società unipersonale, soggetta al controllo e coordinamento di TÜV SÜD AG

- ☐ Sede legale e operativa:
Via Pisa 12 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221 - Fax 011.99538.53
- ☐ Unità operativa di Benevento:
Zona Industriale ASI-Z5 - SS 90 Ponte Valentino
82100 - Benevento (BN) - Tel. 0824.1755562
- ☐ Unità operativa impianti NDT:
C.so Piemonte 8 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221
- ☐ *Altra sede operativa Bytest

NonDestructive Testing
NDT
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Certificato secondo
UNI EN ISO 9001:2008
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Aerospaziale Certificato secondo
AS EN 9100:2009
Personale I° II° e III° Livello Certificato
secondo **UNI EN ISO 9712** e **SNT-TC-1A**

RAPPORTO DI PROVA Test Report

Il presente rapporto riguarda esclusivamente i campioni sottoposti a prova.
La riproduzione parziale del presente rapporto è vietata, salvo autorizzazione scritta della Bytest srl.
This report concerns only the tested specimens.

Partial reproductions of this report without written permission of Bytest srl is forbidden.

Certificazione di Conformità

Si certifica che tutte le attività oggetto di questo rapporto di prova sono state condotte in conformità ai requisiti della normativa di riferimento indicata, come richiesto dall'ordine d'acquisto.

Certificate of Conformity

This is to certify that all the activities covered by this test report were conducted in accordance with the requirements of the specified reference standard, as required by purchase order.

Rapporto N° <i>Report N°</i>	001 MT		
Lotto Bytest N° <i>Bytest Batch N°</i>	--		
OC-Commessa <i>OC-Job n°</i>	-----		
Data emissione <i>Issue date</i>	05/03/2021		
Pagina n° <i>Page n°</i>	7	di <i>of</i>	8

SCHEMA COMPONENTE ESAMINATO CF2: *Tested part sketch*



Rapporto redatto da: <i>Report Issued by:</i>	Approvato da: <i>Approved by:</i>	PG 02-04 / 02-MT SUPERVISORE (Cliente o Terza Parte) <i>Witness (Customer or Third Part)</i>
--	--------------------------------------	--



BYTEST Srl - TÜV SÜD Group
bytest@tuv.it - www.tuv.it - (Laboratori-Bytest)
Partita IVA e CF 05102770012 - REA N° 685017/89 - Reg. Imprese 3397
Società unipersonale, soggetta al controllo e coordinamento di TÜV SÜD AG

- ☐ Sede legale e operativa:
Via Pisa 12 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221 - Fax 011.99538.53
- ☐ Unità operativa di Benevento:
Zona Industriale ASI-Z5 - SS 90 Ponte Valentino
82100 - Benevento (BN) - Tel. 0824.1755562
- ☐ Unità operativa impianti NDT:
C.so Piemonte 8 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221
- ☐ *Altra sede operativa Bytest

NonDestructive Testing
NDT
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Certificato secondo
UNI EN ISO 9001:2008
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Aerospaziale Certificato secondo
AS EN 9100:2009
Personale I° II° e III° Livello Certificato
secondo **UNI EN ISO 9712** e **SNT-TC-1A**

RAPPORTO DI PROVA Test Report

Il presente rapporto riguarda esclusivamente i campioni sottoposti a prova.
La riproduzione parziale del presente rapporto è vietata, salvo autorizzazione scritta della Bytest srl.
This report concerns only the tested specimens.

Partial reproductions of this report without written permission of Bytest srl is forbidden.

Certificazione di Conformità

Si certifica che tutte le attività oggetto di questo rapporto di prova sono state condotte in conformità ai requisiti della normativa di riferimento indicata, come richiesto dall'ordine d'acquisto.

Certificate of Conformity

This is to certify that all the activities covered by this test report were conducted in accordance with the requirements of the specified reference standard, as required by purchase order.

Rapporto N° Report N°	001 MT
Lotto Bytest N° Bytest Batch N°	--
OC-Commessa OC-Job n°	-----
Data emissione Issue date	05/03/2021
Pagina n° Page n°	8 di 8

Particolari Controllati INDICAZIONI RILEVANTI: Relevant Indications

Saldatura Weld	Posizione Position	Indicazione n. Indication n.	Dist. da 0 asse X X Distance	Dist. da 0 asse Y Y distance	Estensione su asse X X extension	Estensione su asse Y Y extension	Descrizione Description	Giudizio Assessment
GF3 Circonferenziale	Virola 202/203	/	Nessuna indicazione da registrare					CONFORME
CF3 Circonferenziale	Virola 204/valvola	/	Nessuna indicazione da registrare					CONFORME
CF3 Longitudinale	Virola 202 ore 12	/	Nessuna indicazione da registrare					CONFORME
CF3 PDU	Saldatura di testa	/	Nessuna indicazione da registrare					CONFORME
CF3 Flangia PDU	Saldature ad angolo	/	Nessuna indicazione da registrare					CONFORME

PG 02-04A2 / 02

Fine del Rapporto di Prova End of the Test Report

Rapporto redatto da: Report Issued by:	Approvato da: Approved by:	PG 02-04 / 02-MT SUPERVISORE (Cliente o Terza Parte) Witness (Customer or Third Part)
---	-------------------------------	---





BYTEST Srl - TÜV SÜD Group
bytest@tuv.it - www.tuv.it - (Laboratori-Bytest)
Partita IVA e CF 05102770012 - REA N° 685017/89 - Reg. imprese 3397
Società unipersonale, soggetta al controllo e coordinamento di TÜV SÜD AG

- Sede legale e operativa:
Via Pisa 12 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221 - Fax 011.99538.53
- Unità operativa di Benevento:
Zona Industriale ASI-Z5 - SS 90 Ponte Valentino
82100 - Benevento (BN) - Tel. 0824.1755562
- Unità operativa impianti NDT:
C.so Piemonte 8 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221
- *Altra sede operativa Bytest

NonDestructive Testing
NDT
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Certificato secondo
UNI EN ISO 9001:2008
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Aerospaziale Certificato secondo
AS EN 9100:2009
Personale I° II° e III° Livello Certificato
secondo **UNI EN ISO 9712** e **SNT-TC-1A**

RAPPORTO DI PROVA Test Report

Il presente rapporto riguarda esclusivamente i campioni sottoposti a prova.
La riproduzione parziale del presente rapporto è vietata, salvo autorizzazione scritta della Bytest srl.
This report concerns only the tested specimens.

Partial reproductions of this report without written permission of Bytest srl is forbidden.

Certificazione di Conformità

Si certifica che tutte le attività oggetto di questo rapporto di prova sono state condotte in conformità ai requisiti della normativa di riferimento indicata, come richiesto dall'ordine d'acquisto.

Certificate of Conformity

This is to certify that all the activities covered by this test report were conducted in accordance with the requirements of the specified reference standard, as required by purchase order.

Rapporto N° <i>Report N°</i>	001 VT
Lotto Bytest N° <i>Bytest Batch N°</i>	--
OC-Commissa <i>OC-Job n°</i>	--
Data emissione <i>Issue date</i>	05/3/2021
Pagina n° <i>Page n°</i>	1 di 9

CLIENTE: <i>Customer</i>	Lombardi SA Ingegneri Consulenti	INDIRIZZO: <i>Address</i>	Via Simen 19 -6648 Minusio CH
RIF. ORDINE: <i>Customer Order</i>	Email	* DATA ESECUZIONE PROVA: <i>Test Place and Date</i>	Triforcazione Impianto del Piottino 22/23-02-2021

DESCRIZIONE COMPONENTE IN ESAME: <i>Tested part/s description:</i>	Triforcazione Impianto del Piottino proprietà di AET
IDENTIFICAZIONE - RIFERIMENTI <i>Identification - References</i>	Controllo Visivo (Vedi pagine seguenti)
MATERIALE - CONDIZIONE T.T.: <i>Material- Heat treatment condition</i>	C.S.
STATO SUPERFICIALE: <i>Surface Conditions</i>	<input type="checkbox"/> Lavorato/Worked <input type="checkbox"/> Grezzo/Raw <input checked="" type="checkbox"/> Finito/Finished <input type="checkbox"/> Saldato/Weld <input checked="" type="checkbox"/> Altro/Other Verniciato

TIPO DI PROVA / Type Test

<input type="checkbox"/> RT X Ray Test P01	<input type="checkbox"/> MT Magnetic test P02	<input type="checkbox"/> UT Ultrasonic Test P03	<input type="checkbox"/> PT Penetrant Test P04	<input checked="" type="checkbox"/> OT Other Test VT*
--	---	---	--	---

ESITO DELLA PROVA / Result Test

Parti Ispezionate <i>Part inspected</i>	Parti Conformi <i>Conforming Parts</i>	Parti Ispezionate Non Conformi <i>Non Conforming Parts</i>
Pareti interne virole	Vedi pagine seguenti	

PARAMETRI DI ESAME / Technique Equipments

PROVA ESEGUITA IN CONFORMITA' ALLA NORMA <i>Test performed according to</i> EN 17637 del 2017	CRITERI DI ACCETTABILITA' INDICAZIONI <i>Indications evaluation criteria:</i> EN 5817 del 2008	PROCEDURA BYTEST APPLICABILE /CICLO PROCESSO: <i>Applicable Bytest procedure/CP:</i> PP VTW 033 Rev.4	ESTENSIONE ESAME: <i>Test Extention:</i> 100% Indicato dal cliente
---	--	---	--

PG 02-04 / 02-VT

Rapporto redatto da:
Report Issued by:

Approvato da:
Approved by:

SUPERVISORE (Cliente o Terza Parte)
Witness (Customer or Third Part)





BYTEST Srl - TÜV SÜD Group
bytest@tuv.it - www.tuv.it - (Laboratori-Bytest)
Partita IVA e CF 05102770012 - REA N° 685017/89 - Reg. imprese 3397
Società unipersonale, soggetta al controllo e coordinamento di TÜV SÜD AG

- Sede legale e operativa:
Via Pisa 12 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221 - Fax 011.99538.53
- ☐ Unità operativa di Benevento:
Zona Industriale ASI-Z5 - SS 90 Ponte Valentino
82100 - Benevento (BN) - Tel. 0824.1755562
- ☐ Unità operativa impianti NDT:
C.so Piemonte 8 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221
- ☐ *Altra sede operativa Bytest

NonDestructive Testing
NDT
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Certificato secondo
UNI EN ISO 9001:2008
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Aerospaziale Certificato secondo
AS EN 9100:2009
Personale I° II° e III° Livello Certificato
secondo **UNI EN ISO 9712** e **SNT-TC-1A**

RAPPORTO DI PROVA Test Report

Il presente rapporto riguarda esclusivamente i campioni sottoposti a prova.
La riproduzione parziale del presente rapporto è vietata, salvo autorizzazione scritta della Bytest srl.
This report concerns only the tested specimens.

Partial reproductions of this report without written permission of Bytest srl is forbidden.

Certificazione di Conformità

Si certifica che tutte le attività oggetto di questo rapporto di prova sono state condotte in conformità ai requisiti della normativa di riferimento indicata, come richiesto dall'ordine d'acquisto.

Certificate of Conformity

This is to certify that all the activities covered by this test report were conducted in accordance with the requirements of the specified reference standard, as required by purchase order.

Rapporto N° <i>Report N°</i>		001 VT	
Lotto Bytest N° <i>Bytest Batch N°</i>		--	
OC-Commessa <i>OC-Job n°</i>		--	
Data emissione <i>Issue date</i>		05/3/2021	
Pagina n° <i>Page n°</i>	2	di <i>of</i>	9

CONTROLLO VISIVO - Mezzi di ispezione. *Visual Test - Inspection aids:*

Mezzi di illuminazione <i>Lighting media</i>	LUCE NATURALE - LAMPADA
Mezzi ausiliari di osservazione <i>Viewing aids</i>	LENTE - SPECCHIO
Strumenti di misura <i>Measurement instruments</i>	LUXOMETRO - METRO - PROFILOMETRO

PG 02-04/02

PG 02-04 / 02-VT

Rapporto redatto da:
Report Issued by:

Approvato da:
Approved by:

SUPERVISORE (Cliente o Terza Parte)
Witness (Customer or Third Part)





BYTEST Srl - TÜV SÜD Group

bytest@tuv.it - www.tuv.it - (Laboratori-Bytest)

Partita IVA e CF 05102770012 - REA N° 685017/89 - Reg. imprese 3397

Società unipersonale, soggetta al controllo e coordinamento di TÜV SÜD AG

■ Sede legale e operativa:

Via Pisa 12 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221 - Fax 011.99538.53

□ Unità operativa di Benevento:

Zona Industriale ASI-Z5 - SS 90 Ponte Valentino
82100 - Benevento (BN) - Tel. 0824.1755562

□ Unità operativa impianti NDT:

C.so Piemonte 8 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221

□ *Altra sede operativa Bytest

NonDestructive Testing

NDT

Azienda con Sistema di Gestione Qualità

Certificato secondo

UNI EN ISO 9001:2008

Azienda con Sistema di Gestione Qualità

Aerospaziale Certificato secondo

AS EN 9100:2009

Personale I° II° e III° Livello Certificato
secondo UNI EN ISO 9712 e SNT-TC-1A

RAPPORTO DI PROVA

Test Report

Il presente rapporto riguarda esclusivamente i campioni sottoposti a prova.

La riproduzione parziale del presente rapporto è vietata, salvo autorizzazione scritta della Bytest srl.

This report concerns only the tested specimens.

Partial reproductions of this report without written permission of Bytest srl is forbidden.

Certificazione di Conformità

Si certifica che tutte le attività oggetto di questo rapporto di prova sono state condotte in conformità ai requisiti della normativa di riferimento indicata, come richiesto dall'ordine d'acquisto.

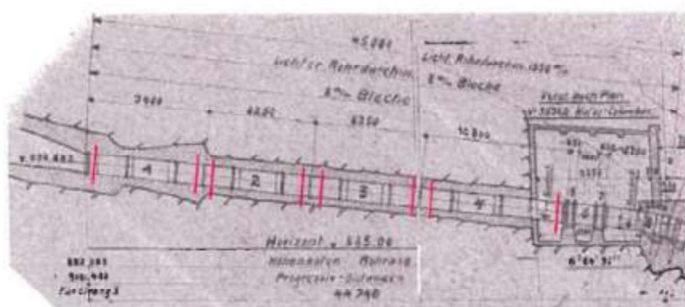
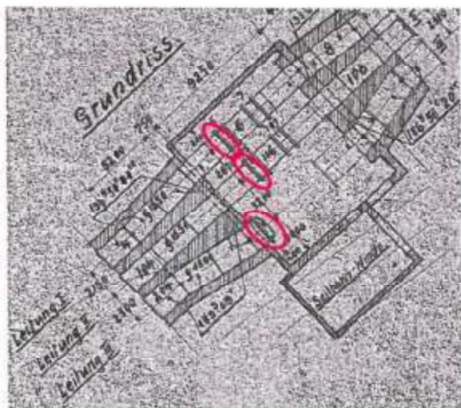
Certificate of Conformity

This is to certify that all the activities covered by this test report were conducted in accordance with the requirements of the specified reference standard, as required by purchase order.

Rapporto N° Report N°	001 VT		
Lotto Bytest N° Bytest Batch N°	--		
OC-Commissa OC-Job n°	--		
Data emissione Issue date	05/3/2021		
Pagina n° Page n°	3	di of	9

SCHEMA COMPONENTE ESAMINATO:

Tested part sketch:



PG 02-04 / 02-VT

Rapporto redatto da:
Report Issued by:

Approvato da:
Approved by:

SUPERVISORE (Cliente o Terza Parte)
Witness (Customer or Third Part)





BYTEST Srl - TÜV SÜD Group
bytest@tuv.it - www.tuv.it - (Laboratori-Bytest)
Partita IVA e CF 05102770012 - REA N° 685017/89 - Reg. imprese 3397
Società unipersonale, soggetta al controllo e coordinamento di TÜV SÜD AG

- Sede legale e operativa:
Via Pisa 12 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221 - Fax 011.99538.53
- Unità operativa di Benevento:
Zona Industriale ASI-Z5 - SS 90 Ponte Valentino
82100 - Benevento (BN) - Tel. 0824.1755562
- Unità operativa impianti NDT:
C.so Piemonte 8 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221
- *Altra sede operativa Bytest

NonDestructive Testing
NDT
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Certificato secondo
UNI EN ISO 9001:2008
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Aerospaziale Certificato secondo
AS EN 9100:2009
Personale I° II° e III° Livello Certificato
secondo **UNI EN ISO 9712** e **SNT-TC-1A**

RAPPORTO DI PROVA Test Report

Il presente rapporto riguarda esclusivamente i campioni sottoposti a prova.
La riproduzione parziale del presente rapporto è vietata, salvo autorizzazione scritta della Bytest srl.
This report concerns only the tested specimens.
Partial reproductions of this report without written permission of Bytest srl is forbidden.
Certificazione di Conformità
Si certifica che tutte le attività oggetto di questo rapporto di prova sono state condotte in conformità ai requisiti della normativa di riferimento indicata, come richiesto dall'ordine d'acquisto.
Certificate of Conformity
This is to certify that all the activities covered by this test report were conducted in accordance with the requirements of the specified reference standard, as required by purchase order.

Rapporto N° Report N°	001 VT		
Lotto Bytest N° Bytest Batch N°	--		
OC-Commessa OC-Job n°	--		
Data emissione Issue date	05/3/2021		
Pagina n° Page n°	4	di of	9

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA TRIFORCAZIONE:



PG 02-04 / 02-VT

Rapporto redatto da:
Report Issued by:

Approvato da:
Approved by:

SUPERVISORE (Cliente o Terza Parte)
Witness (Customer or Third Part)





BYTEST Srl - TÜV SÜD Group
bytest@tuv.it - www.tuv.it - (Laboratori-Bytest)
Partita IVA e CF 05102770012 - REA N° 685017/89 - Reg. imprese 3397
Società unipersonale, soggetta al controllo e coordinamento di TÜV SÜD AG

- Sede legale e operativa:
Via Pisa 12 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221 - Fax 011.99538.53
- Unità operativa di Benevento:
Zona Industriale ASI-Z5 - SS 90 Ponte Valentino
82100 - Benevento (BN) - Tel. 0824.1755562
- Unità operativa impianti NDT:
C.so Piemonte 8 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221
- *Altra sede operativa Bytest

NonDestructive Testing
NDT
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Certificato secondo
UNI EN ISO 9001:2008
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Aerospaziale Certificato secondo
AS EN 9100:2009
Personale I° II° e III° Livello Certificato
secondo **UNI EN ISO 9712** e **SNT-TC-1A**

RAPPORTO DI PROVA Test Report

Il presente rapporto riguarda esclusivamente i campioni sottoposti a prova.
La riproduzione parziale del presente rapporto è vietata, salvo autorizzazione scritta della Bytest srl.
This report concerns only the tested specimens.

Partial reproductions of this report without written permission of Bytest srl is forbidden.

Certificazione di Conformità

Si certifica che tutte le attività oggetto di questo rapporto di prova sono state condotte in conformità ai requisiti della normativa di riferimento indicata, come richiesto dall'ordine d'acquisto.

Certificate of Conformity

This is to certify that all the activities covered by this test report were conducted in accordance with the requirements of the specified reference standard, as required by purchase order.

Rapporto N° Report N°	001 VT		
Lotto Bytest N° Bytest Batch N°	--		
OC-Commessa OC-Job n°	--		
Data emissione Issue date	05/3/2021		
Pagina n° Page n°	5	di of	9

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA CF1:



Note:

Le giunzioni delle virole non presentano anomalie degne di nota, la vernice di protezione è omogenea e ben aderente, non si notano vesciche, fessurazioni o punti di ruggine.

La valvola a farfalla è libera da ostruzioni ed è in buono stato di conservazione.

PG 02-04 / 02-VT

Rapporto redatto da:
Report Issued by:

Approvato da:
Approved by:

SUPERVISORE (Cliente o Terza Parte)
Witness (Customer or Third Part)





BYTEST Srl - TÜV SÜD Group
bytest@tuv.it - www.tuv.it - (Laboratori-Bytest)
Partita IVA e CF 05102770012 - REA N° 685017/89 - Reg. imprese 3397
Società unipersonale, soggetta al controllo e coordinamento di TÜV SÜD AG

- Sede legale e operativa:
Via Pisa 12 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221 - Fax 011.99538.53
- Unità operativa di Benevento:
Zona Industriale ASI-Z5 - SS 90 Ponte Valentino
82100 - Benevento (BN) - Tel. 0824.1755562
- Unità operativa impianti NDT:
C.so Piemonte 8 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221
- *Altra sede operativa Bytest

NonDestructive Testing
NDT
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Certificato secondo
UNI EN ISO 9001:2008
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Aerospaziale Certificato secondo
AS EN 9100:2009
Personale I° II° e III° Livello Certificato
secondo **UNI EN ISO 9712** e **SNT-TC-1A**

RAPPORTO DI PROVA Test Report

Il presente rapporto riguarda esclusivamente i campioni sottoposti a prova.
La riproduzione parziale del presente rapporto è vietata, salvo autorizzazione scritta della Bytest srl.
This report concerns only the tested specimens.

Partial reproductions of this report without written permission of Bytest srl is forbidden.

Certificazione di Conformità

Si certifica che tutte le attività oggetto di questo rapporto di prova sono state condotte in conformità ai requisiti della normativa di riferimento indicata, come richiesto dall'ordine d'acquisto.

Certificate of Conformity

This is to certify that all the activities covered by this test report were conducted in accordance with the requirements of the specified reference standard, as required by purchase order.

Rapporto N° Report N°	001 VT		
Lotto Bytest N° Bytest Batch N°	--		
OC-Commessa OC-Job n°	--		
Data emissione Issue date	05/3/2021		
Pagina n° Page n°	6	di of	9

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA CF2:



PG 02-04 / 02-VT

Rapporto redatto da:
Report Issued by:

Approvato da:
Approved by:

SUPERVISORE (Cliente o Terza Parte)
Witness (Customer or Third Part)





BYTEST Srl - TÜV SÜD Group
bytest@tuv.it - www.tuv.it - (Laboratori-Bytest)
Partita IVA e CF 05102770012 - REA N° 685017/89 - Reg. imprese 3397
Società unipersonale, soggetta al controllo e coordinamento di TÜV SÜD AG

- Sede legale e operativa:
Via Pisa 12 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221 - Fax 011.99538.53
- Unità operativa di Benevento:
Zona Industriale ASI-Z5 - SS 90 Ponte Valentino
82100 - Benevento (BN) - Tel. 0824.1755562
- Unità operativa impianti NDT:
C.so Piemonte 8 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221
- *Altra sede operativa Bytest

NonDestructive Testing
NDT
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Certificato secondo
UNI EN ISO 9001:2008
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Aerospaziale Certificato secondo
AS EN 9100:2009
Personale I° II° e III° Livello Certificato
secondo **UNI EN ISO 9712** e **SNT-TC-1A**

RAPPORTO DI PROVA Test Report

Il presente rapporto riguarda esclusivamente i campioni sottoposti a prova.
La riproduzione parziale del presente rapporto è vietata, salvo autorizzazione scritta della Bytest srl.
This report concerns only the tested specimens.

Partial reproductions of this report without written permission of Bytest srl is forbidden.

Certificazione di Conformità

Si certifica che tutte le attività oggetto di questo rapporto di prova sono state condotte in conformità ai requisiti della normativa di riferimento indicata, come richiesto dall'ordine d'acquisto.

Certificate of Conformity

This is to certify that all the activities covered by this test report were conducted in accordance with the requirements of the specified reference standard, as required by purchase order.

Rapporto N° Report N°	001 VT		
Lotto Bytest N° Bytest Batch N°	--		
OC-Commessa OC-Job n°	--		
Data emissione Issue date	05/3/2021		
Pagina n° Page n°	7	di of	9

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA CF2:



Note:

Le giunzioni delle virole non presentano anomalie degne di nota, la vernice di protezione è omogenea e ben aderente, non si notano vesciche, fessurazioni o punti di ruggine.

E' presente del residuo sabbioso sul fondo di scorrimento della condotta.

La valvola a farfalla è libera da ostruzioni ed è in buono stato di conservazione.

PG 02-04 / 02-VT

Rapporto redatto da:
Report Issued by:

Approvato da:
Approved by:

SUPERVISORE (Cliente o Terza Parte)
Witness (Customer or Third Part)





BYTEST Srl - TÜV SÜD Group
bytest@tuv.it - www.tuv.it - (Laboratori-Bytest)
Partita IVA e CF 05102770012 - REA N° 685017/89 - Reg. imprese 3397
Società unipersonale, soggetta al controllo e coordinamento di TÜV SÜD AG

- Sede legale e operativa:
Via Pisa 12 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221 - Fax 011.99538.53
- Unità operativa di Benevento:
Zona Industriale ASI-Z5 - SS 90 Ponte Valentino
82100 - Benevento (BN) - Tel. 0824.1755562
- Unità operativa impianti NDT:
C.so Piemonte 8 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221
- *Altra sede operativa Bytest

NonDestructive Testing
NDT
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Certificato secondo
UNI EN ISO 9001:2008
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Aerospaziale Certificato secondo
AS EN 9100:2009
Personale I° II° e III° Livello Certificato
secondo **UNI EN ISO 9712** e **SNT-TC-1A**

RAPPORTO DI PROVA Test Report

Il presente rapporto riguarda esclusivamente i campioni sottoposti a prova.
La riproduzione parziale del presente rapporto è vietata, salvo autorizzazione scritta della Bytest srl.
This report concerns only the tested specimens.

Partial reproductions of this report without written permission of Bytest srl is forbidden.

Certificazione di Conformità

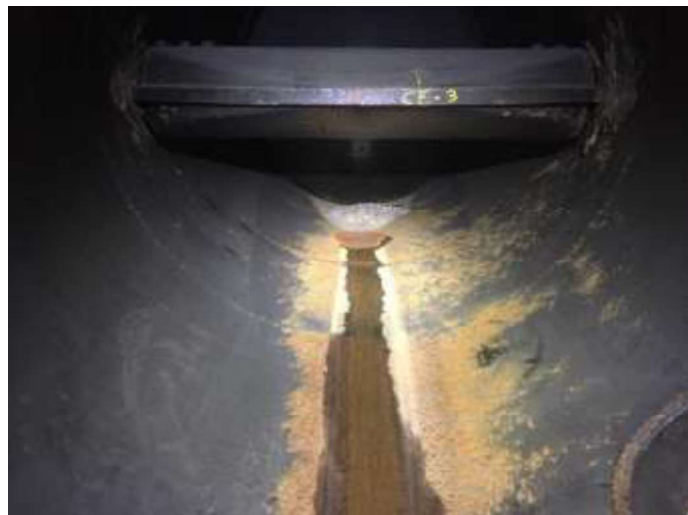
Si certifica che tutte le attività oggetto di questo rapporto di prova sono state condotte in conformità ai requisiti della normativa di riferimento indicata, come richiesto dall'ordine d'acquisto.

Certificate of Conformity

This is to certify that all the activities covered by this test report were conducted in accordance with the requirements of the specified reference standard, as required by purchase order.

Rapporto N° Report N°	001 VT		
Lotto Bytest N° Bytest Batch N°	--		
OC-Commessa OC-Job n°	--		
Data emissione Issue date	05/3/2021		
Pagina n° Page n°	8	di of	9

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA CF3:



Note:

Le giunzioni delle virole non presentano anomalie degne di nota, la vernice di protezione è assente su tutto il fondo di scorrimento, non si notano vesciche o fessurazioni.

E' presente del residuo sabbioso sul fondo di scorrimento della condotta.

La valvola a farfalla è libera da ostruzioni ed è in buono stato di conservazione.

PG 02-04 / 02-VT

Rapporto redatto da:
Report Issued by:

Approvato da:
Approved by:

SUPERVISORE (Cliente o Terza Parte)
Witness (Customer or Third Part)





BYTEST Srl - TÜV SÜD Group
bytest@tuv.it - www.tuv.it - (Laboratori-Bytest)
Partita IVA e CF 05102770012 - REA N° 685017/89 - Reg. imprese 3397
Società unipersonale, soggetta al controllo e coordinamento di TÜV SÜD AG

- Sede legale e operativa:
Via Pisa 12 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221 - Fax 011.99538.53
- Unità operativa di Benevento:
Zona Industriale ASI-Z5 - SS 90 Ponte Valentino
82100 - Benevento (BN) - Tel. 0824.1755562
- Unità operativa impianti NDT:
C.so Piemonte 8 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221
- *Altra sede operativa Bytest

NonDestructive Testing
NDT
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Certificato secondo
UNI EN ISO 9001:2008
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Aerospaziale Certificato secondo
AS EN 9100:2009
Personale I° II° e III° Livello Certificato
secondo **UNI EN ISO 9712** e **SNT-TC-1A**

RAPPORTO DI PROVA Test Report

Il presente rapporto riguarda esclusivamente i campioni sottoposti a prova.
La riproduzione parziale del presente rapporto è vietata, salvo autorizzazione scritta della Bytest srl.
This report concerns only the tested specimens.

Partial reproductions of this report without written permission of Bytest srl is forbidden.

Certificazione di Conformità

Si certifica che tutte le attività oggetto di questo rapporto di prova sono state condotte in conformità ai requisiti della normativa di riferimento indicata, come richiesto dall'ordine d'acquisto.

Certificate of Conformity

This is to certify that all the activities covered by this test report were conducted in accordance with the requirements of the specified reference standard, as required by purchase order.

Rapporto N° Report N°	001 VT		
Lotto Bytest N° Bytest Batch N°	--		
OC-Commessa OC-Job n°	--		
Data emissione Issue date	05/3/2021		
Pagina n° Page n°	9	di of	9

CONCLUSIONI:

In seguito al controllo si evidenzia un buono stato generale di conservazione della condotta.

La vernice è omogenea su tutta la superficie delle condotte 1 e 2, priva di evidenti anomalie.

Come indicato nelle note, la condotta 3 è priva della vernice di protezione sul tratto del fondo di scorrimento innescando così un processo di corrosione.

Si consiglia la rimozione del materiale di risulta dalle condotte 2 e 3 e il ripristino della vernice alla condotta 3.

Le giunzioni della triforcazione tra CLS e virole in CA sono in buono stato di conservazione, privo di distacchi o fessurazioni.

Il tratto della triforcazione in CLS a monte delle virole 1,101,201 presenta dell'erosione; si consiglia il ripristino della stessa.

Fine del Rapporto di Prova
End of the Test Report

PG 02-04 / 02-VT

Rapporto redatto da:
Report Issued by:

Approvato da:
Approved by:

SUPERVISORE (Cliente o Terza Parte)
Witness (Customer or Third Part)





BYTEST Srl - TÜV SÜD Group
bytest@tuv.it - www.tuv.it - (Laboratori-Bytest)
Partita IVA e CF 05102770012 - REA N° 685017/89 - Reg. Imprese 3397
Società unipersonale, soggetta al controllo e coordinamento di TÜV SÜD AG

- Sede legale e operativa:
Via Pisa 12 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221 - Fax 011.99538.53
- ☐ Unità operativa di Benevento:
Zona Industriale ASI-Z5 - SS 90 Ponte Valentino
82100 - Benevento (BN) - Tel. 0824.1755562
- ☐ Unità operativa impianti NDT:
C.so Piemonte 8 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221
- ☐ *Altra sede operativa Bytest

NonDestructive Testing
NDT
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Certificato secondo
UNI EN ISO 9001:2008
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Aerospaziale Certificato secondo
AS EN 9100:2009
Personale I° II° e III° Livello Certificato
secondo **UNI EN ISO 9712** e **SNT-TC-1A**

RAPPORTO DI PROVA Test Report

Il presente rapporto riguarda esclusivamente i campioni sottoposti a prova.
La riproduzione parziale del presente rapporto è vietata, salvo autorizzazione scritta della Bytest srl.
This report concerns only the tested specimens.

Partial reproductions of this report without written permission of Bytest srl is forbidden.

Certificazione di Conformità

Si certifica che tutte le attività oggetto di questo rapporto di prova sono state condotte in conformità ai requisiti della normativa di riferimento indicata, come richiesto dall'ordine d'acquisto.

Certificate of Conformity

This is to certify that all the activities covered by this test report were conducted in accordance with the requirements of the specified reference standard, as required by purchase order.

Rapporto N° Report N°	001 Vernice		
Lotto Bytest N° Bytest Batch N°	--		
OC-Commessa OC-Job n°	--		
Data emissione Issue date	05/03/2021		
Pagina n° Page n°	1	di of	4

CLIENTE: Customer	Lombardi SA Ingegneri Consulenti	INDIRIZZO: Address	Via Simen 19 -6648 Minusio CH
RIF. ORDINE: Customer Order	Email	* DATA ESECUZIONE PROVA: Test Place and Date	Triforcazione impianto del Piottino 22/23-02-2021

DESCRIZIONE COMPONENTE IN ESAME: Tested part/s description:	Triforcazione impianto del Piottino proprietà di AET
IDENTIFICAZIONE - RIFERIMENTI Identification - References	Controllo spessimetrico della vernice (Vedi pagine seguenti)
MATERIALE - CONDIZIONE T.T.: Material- Heat treatment condition	C.S.
STATO SUPERFICIALE: Surface Conditions	<input type="checkbox"/> Lavorato/Worked <input type="checkbox"/> Grezzo/Raw <input type="checkbox"/> Finito/Finished <input type="checkbox"/> Saldato/Weld <input checked="" type="checkbox"/> Altro/Other Verniciato

TIPO DI PROVA / Type Test

<input type="checkbox"/> RT X Ray Test P01	<input type="checkbox"/> MT Magnetic test P02	<input checked="" type="checkbox"/> UT Ultrasonic Test P03	<input type="checkbox"/> PT Penetrant Test P04	<input type="checkbox"/> OT Other Test
--	---	--	--	--

ESITO DELLA PROVA / Result Test

Parti Ispezionate Part inspected Spessori vernice interna	Parti Conformi Conforming Parts Vedi pagine seguenti	Parti Ispezionate Non Conformi Non Conforming Parts
---	--	--

PARAMETRI DI ESAME / Technique Equipments

PROVA ESEGUITA IN CONFORMITA' ALLA NORMA Test performed according to UNI EN ISO 2178-2016	CRITERI DI ACCETTABILITA' INDICAZIONI Indications evaluation criteria: A Carico del cliente	PROCEDURA BYTEST APPLICABILE /CICLO PROCESSO: Applicable Bytest procedure/CP: -	ESTENSIONE ESAME: Test Extention: 4 punti per sezione
--	--	--	---

PG 02-04 / 02-UTS

Rapporto redatto da:
Report Issued by:

Approvato da:
Approved by:

SUPERVISORE (Cliente o Terza Parte)
Witness(Customer or Third Part)

235



SCHETTINO Daniele
livello 2 in accordo
UNI EN 473



BYTEST Srl - TÜV SÜD Group
bytest@tuv.it - www.tuv.it - (Laboratori-Bytest)
Partita IVA e CF 05102770012 - REA N° 685017/89 - Reg. Imprese 3397
Società unipersonale, soggetta al controllo e coordinamento di TÜV SÜD AG

- ☒ Sede legale e operativa:
Via Pisa 12 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221 - Fax 011.99538.53
- ☐ Unità operativa di Benevento:
Zona Industriale ASI-Z5 - SS 90 Ponte Valentino
82100 - Benevento (BN) - Tel. 0824.1755562
- ☐ Unità operativa impianti NDT:
C.so Piemonte 8 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221
- ☐ *Altra sede operativa Bytest

NonDestructive Testing
NDT
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Certificato secondo
UNI EN ISO 9001:2008
Azienda con Sistema di Gestione Qualità
Aerospaziale Certificato secondo
AS EN 9100:2009
Personale I° II° e III° Livello Certificato
secondo **UNI EN ISO 9712** e **SNT-TC-1A**

RAPPORTO DI PROVA Test Report

Il presente rapporto riguarda esclusivamente i campioni sottoposti a prova.
La riproduzione parziale del presente rapporto è vietata, salvo autorizzazione scritta della Bytest srl.
This report concerns only the tested specimens.

Partial reproductions of this report without written permission of Bytest srl is forbidden.

Certificazione di Conformità

Si certifica che tutte le attività oggetto di questo rapporto di prova sono state condotte in conformità ai requisiti della normativa di riferimento indicata, come richiesto dall'ordine d'acquisto.

Certificate of Conformity

This is to certify that all the activities covered by this test report were conducted in accordance with the requirements of the specified reference standard, as required by purchase order.

Rapporto N° Report N°	001 Vernice		
Lotto Bytest N° Bytest Batch N°	--		
OC-Commessa OC-Job n°	--		
Data emissione Issue date	05/03/2021		
Pagina n° Page n°	2	di of	4

CONTROLLO SPESSIMETRICO - PARAMETRI DI ESAME: Thickness Testing - Technique and Equipments:

Tecnica di esame Technique	Magnetic induction (F) – Eddy current (N)	Strumento Equipment	Sonacoat easy FN
Accoppiamento Coupling	Diretto	Dispositivi di scansione Scanning devices	Manuale
Sistema Valutazione Evaluation system	-	Blocco campione Calibration block	-
Livello Registrazione Recording level	-	Blocco di riferimento Reference block	-
PG 04-02D1 / 02			

Gauge model: ☒ SONACOEASY-FN

Serial No: 17887

The measured values below have been taken on a flat substrate (Fe or Al) according to the Works Calibration.

Ball probe	Steel (Fe)	Aluminium (Al)
True value (µm)	Range of 5 (new) (µm)	Range of 5 (new) (µm)
80.1	96	97
357.2	364	368
730.2	790	788
1987.3	1984	1988

* True values are the true values of the used thickness standards

The used thickness standards are traceable to the length standard of the Federal Republic of Germany.

The used measuring equipment for documentation purposes of the uncertainty is: Length measuring instrument Model MT 1201, S.No. 3686438, Id.No. 00101402, calibrated at IDCCN-AIN using the calibration standard with the official number 40151 PTR 11. Used reference standards of which the calibration are listed: Set of gauge blocks S/Nr. 96750 calibrated by the testing laboratory Feinmess Jena GmbH according to certificate No. 6874 DKO K 155943/140 2016 11.

Sonatest Ltd
Finestra Road
Old Wokingham
Wokingham
RG40 3SQ
England

Date: 02.10.2018

Name of Inspector: Susan Collier

PG 02-04 / 02-UTS

Rapporto redatto da:
Report Issued by:

Approvato da:
Approved by:

SUPERVISORE (Cliente o Terza Parte)
Witness (Customer or Third Part)

235



SCHETTINO Daniele
livello 2 in accordo
UNI EN 473



Bytest

BYTEST Srl - TÜV SÜD Group

bytest@tuv.it - www.tuv.it - (Laboratori-Bytest)

Partita IVA e CF 05102770012 - REA N° 685017/89 - Reg. Imprese 3397

Società unipersonale, soggetta al controllo e coordinamento di TÜV SÜD AG

■ Sede legale e operativa:

Via Pisa 12 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221 - Fax 011.99538.53

□ Unità operativa di Benevento:

Zona Industriale ASI-Z5 - SS 90 Ponte Valentino
82100 - Benevento (BN) - Tel. 0824.1755562

□ Unità operativa impianti NDT:

C.so Piemonte 8 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221

□ *Altra sede operativa Bytest

NonDestructive Testing

NDT

Azienda con Sistema di Gestione Qualità

Certificato secondo

UNI EN ISO 9001:2008

Azienda con Sistema di Gestione Qualità

Aerospaziale Certificato secondo

AS EN 9100:2009

Personale I° II° e III° Livello Certificato

secondo UNI EN ISO 9712 e SNT-TC-1A

RAPPORTO DI PROVA

Test Report

Il presente rapporto riguarda esclusivamente i campioni sottoposti a prova.

La riproduzione parziale del presente rapporto è vietata, salvo autorizzazione scritta della Bytest srl.

This report concerns only the tested specimens.

Partial reproductions of this report without written permission of Bytest srl is forbidden.

Certificazione di Conformità

Si certifica che tutte le attività oggetto di questo rapporto di prova sono state condotte in conformità ai requisiti della normativa di riferimento indicata, come richiesto dall'ordine d'acquisto.

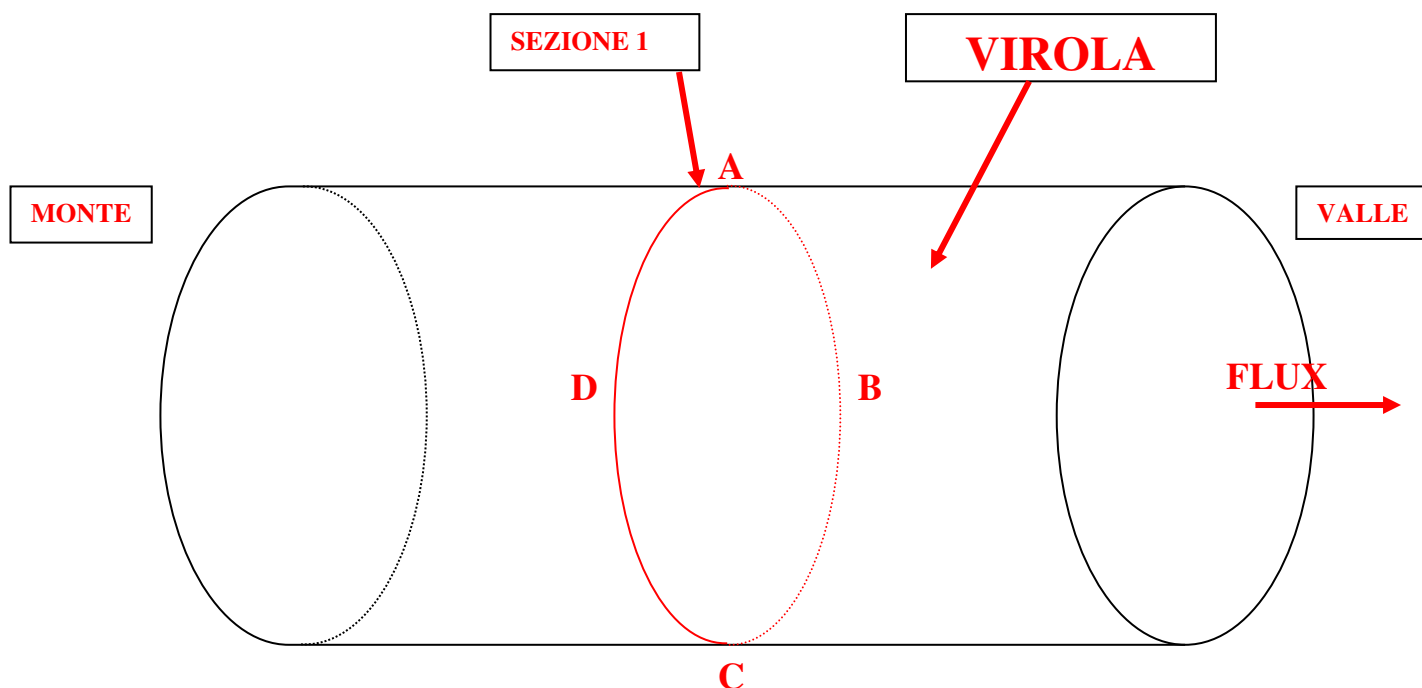
Certificate of Conformity

This is to certify that all the activities covered by this test report were conducted in accordance with the requirements of the specified reference standard, as required by purchase order.

Rapporto N° <i>Report N°</i>	001 Vernice		
Lotto Bytest N° <i>Bytest Batch N°</i>	--		
OC-Commessa <i>OC-Job n°</i>	--		
Data emissione <i>Issue date</i>	05/03/2021		
Pagina n° <i>Page n°</i>	3	di <i>of</i>	4

SCHEMA COMPONENTE ESAMINATO:

Tested part sketch:



PG 02-04 / 02-UTS

Rapporto redatto da:
Report Issued by:

Approvato da:
Approved by:

SUPERVISORE (Cliente o Terza Parte)
Witness (Customer or Third Part)

235



SCHETTINO Daniele

livello 2 in accordo

UNI EN 473



Bytest

BYTEST Srl - TÜV SÜD Group

bytest@tuv.it - www.tuv.it - (Laboratori-Bytest)

Partita IVA e CF 05102770012 - REA N° 685017/89 - Reg. Imprese 3397

Società unipersonale, soggetta al controllo e coordinamento di TÜV SÜD AG

■ Sede legale e operativa:

Via Pisa 12 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221 - Fax 011.99538.53

□ Unità operativa di Benevento:

Zona Industriale ASI-Z5 - SS 90 Ponte Valentino
82100 - Benevento (BN) - Tel. 0824.175562

□ Unità operativa impianti NDT:

C.so Piemonte 8 - 10088 - Volpiano (TO)
Tel. 011 037221

□ *Altra sede operativa Bytest

NonDestructive Testing

NDT

Azienda con Sistema di Gestione Qualità

Certificato secondo

UNI EN ISO 9001:2008

Azienda con Sistema di Gestione Qualità

Aerospaziale Certificato secondo

AS EN 9100:2009

Personale I° II° e III° Livello Certificato

secondo UNI EN ISO 9712 e SNT-TC-1A

RAPPORTO DI PROVA

Test Report

Il presente rapporto riguarda esclusivamente i campioni sottoposti a prova.

La riproduzione parziale del presente rapporto è vietata, salvo autorizzazione scritta della Bytest srl.

This report concerns only the tested specimens.

Partial reproductions of this report without written permission of Bytest srl is forbidden.

Certificazione di Conformità

Si certifica che tutte le attività oggetto di questo rapporto di prova sono state condotte in conformità ai requisiti della normativa di riferimento indicata, come richiesto dall'ordine d'acquisto.

Certificate of Conformity

This is to certify that all the activities covered by this test report were conducted in accordance with the requirements of the specified reference standard, as required by purchase order.

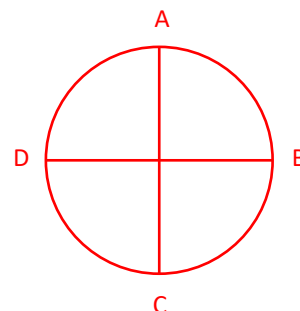
Rapporto N° Report N°	001 Vernice		
Lotto Bytest N° Bytest Batch N°	--		
OC-Commessa OC-Job n°	--		
Data emissione Issue date	05/03/2021		
Pagina n° Page n°	4	di of	4

SPESSORI DI VERNICIATURA RILEVATI SU VIROLE: (espressi in µm)

	Virola N°	A	B	C	D
CF1	1	604	568	486	667
	2	530	729	896	820
	3	522	542	943	640
	4	538	494	625	503

	Virola N°	A	B	C	D
CF2	101	598	470	904	819
	102	967	520	739	714
	103	1066	504	565	967
	104	655	1010	551	903

	Virola N°	A	B	C	D
CF3	201	562	864	428	652
	202	924	780	391	935
	203	633	798	214	710
	204	765	571	171	786



Fine del Rapporto di Prova
End of the Test Report

PG 02-04 / 02-UTS

Rapporto redatto da:
Report Issued by:

Approvato da:
Approved by:

SUPERVISORE (Cliente o Terza Parte)
Witness (Customer or Third Part)

235



SCHETTINO Daniele

livello 2 in accordo

UNI EN 473