



Ministero
per i beni e le
attività culturali
e per il turismo

SECRETARIATO REGIONALE DEL MINISTERO PER I BENI E LE ATTIVITA' CULTURALI E PER IL TURISMO
DELLA BASILICATA

Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio della Basilicata

Programmazione finanziata ai sensi dell'art. 1, commi 9 e 10, della legge 23 Dicembre 2014, n. 190
(legge di stabilità 2015) annualità 2019-2020



**GRUMENTO NOVA - PZ - Miglioramento dell'accessibilità
del sito ed unificazione delle aree interne al Parco**

FATTIBILITA' TECNICA
ED ECONOMICA

PROGETTO

DEFINITIVO

ESECUTIVO

DATA		
	REV.	
SCALA		

TAVOLA

ELABORATO

R.2

RELAZIONE SPECIALISTICA:
Relazione di calcolo del sottopasso

PROGETTISTI

Geom. Francesco FITTIPALDI - Geom. Giuseppe IANNARELLA

DIRETTORE SCIENTIFICO:

Dott. Francesco TARLANO

II RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:

Arch. Simonetta MONTONATO

CUP: F47E19000240001

CIG: Z112CB9E4E

S.M.

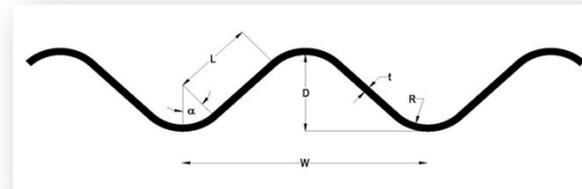
VERIFICA STRUTTURALE DI CONDOTTE IN LAMIERA ONDULATA (DM 17/01/2018)

"Ogni cura è stata riposta nella redazione del presente documento, tuttavia IMEVA SpA non assume alcuna responsabilità relativamente all'utilizzo dei contenuti che dovranno essere verificati ed accettati dall'utilizzatore che ne rimane unico responsabile"

Cantiere	IMPRESA
Identificazione condotta	Condotta Sezione Sottopasso Tipo1 - Luce mm 2700 - Freccia mm 2340 - Spessore mm 4,00 - Ondulazione mm 152,4 x 50,8

Dato	um	valore	note	Geometria/Acciaio/Fattori di carico
GEOMETRIA E GRADO DELL'ACCIAIO				
Luce	[mm]	2700	condotta ribassata/sottopasso	
Freccia	[mm]	2340	Validità del calcolo secondo ASTM A796/A796M per luci <= 6400 mm	
Raggio della testa	[mm]	1095		
Raggio del bordo	[mm]	2215		

Ondulazione	ONDA	150	
Spessore nominale	[mm]	4,0	reinserire sempre lo spessore dopo la scelta del profilo!
Spessore di calcolo (t)	[mm]	3,76	tolleranze dimensionali secondo UNI EN 10051
Spessore zincatura	[μ/partite]	70	spessori minimi secondo UNI EN ISO 1461
Raggio calandratura (R)	[mm]	28,50	
Raggio medio	[mm]	30,38	
Semiampiezza curvatura (α)	[°]	44,80	
Lunghezza tratto lineare (L)	[mm]	47,05	
Lunghezza d'onda (W)	[mm]	152,40	
Altezza d'onda (D)	[mm]	50,80	
Baricentro settore circolare dal centro dell'arco	[mm]	27,41	



Geometria delle masse iniziale		
A	J	r
[mm ² /mm]	[mm ⁴ /mm]	[mm]
4,6660	1411,1090	17,39

Grado dell'acciaio		S235
Modulo di Young	[MPa]	210000

Resistenza del materiale		
f _{yk}	f _{tk}	γ _{M1}
[MPa]	[MPa]	[-]
235	360	1,10

Fattore di Flessibilità	[mm/N]	0,025
FF di riferimento	[mm/N]	0,171

VERIFICATI I REQUISITI DI INSTALLAZIONE (ASTM A796/A796M)

DURABILITA'		
Ambiente interno		aggressivo
Condizioni interne		immersa
Perdita di zinco interno	[μ/partexanno]	14,00
Perdita di zinco lato controterra	[μ/partexanno]	4,00
Durabilità	[anni]	100
Spessore di sacrificio	[μ]	1961,13

CSPI: Tech Bull n. 13 - 24/10/2011

UK Design Manual for Roads and Bridges BD 12/01, Vol. 2, Section 2, Part 6

CSPI: Tech Bull n. 13 - 24/10/2011

VERIFICA STRUTTURALE DI CONDOTTE IN LAMIERA ONDULATA (DM 17/01/2018)

"Ogni cura è stata riposta nella redazione del presente documento, tuttavia IMEVA SpA non assume alcuna responsabilità relativamente all'utilizzo dei contenuti che dovranno essere verificati ed accettati dall'utilizzatore che ne rimane unico responsabile"

Cantiere	IMPRESA
Identificazione condotta	Condotta Sezione Sottopasso Tipo1 - Luce mm 2700 - Freccia mm 2340 - Spessore mm 4,00 - Ondulazione mm 152,4 x 50,8

Dato	um	valore	note	Geometria/Acciaio/Fattori di carico														
RICOPRIMENTO MINIMO/CARICHI MOBILI																		
Spessore a lungo termine	[mm]	1,799	Spessore di calcolo a lungo termine (le verifiche strutturali tengono conto di questo valore)	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Geometria delle masse finale</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>J</th> <th>r</th> </tr> <tr> <th>[mm²/mm]</th> <th>[mm⁴/mm]</th> <th>[mm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,2323</td> <td>672,9037</td> <td>17,36</td> </tr> </tbody> </table>			Geometria delle masse finale			A	J	r	[mm ² /mm]	[mm ⁴ /mm]	[mm]	2,2323	672,9037	17,36
Geometria delle masse finale																		
A	J	r																
[mm ² /mm]	[mm ⁴ /mm]	[mm]																
2,2323	672,9037	17,36																
Baricentro settore circolare	[mm]	27,39																
Carico mobile	Categoria	Stradale I	Carichi secondo DM 17/01/2018 - Detratti degli effetti dinamici i carichi ferroviari: cfr §5.2.2.3.1.5 NTC18															
Carico per asse (Q _{1k})	[kN]	300,00																
Carico distribuito (q _{1k})	[kPa]	9,00	ASTM A796/A796M - Asse standard cantiere 130 kN															
Parametro di Rigidezza	[1/mm] ^{0.5}	0,216																
Tipo di pavimentazione		flessibile	esclusa la sv stradale/ferroviaria Compresa la fondazione in stabilizzato granulometrica se sv flessibile															
Ricoprimento minimo	[mm]	337,50																
Sovrastruttura stradale/ferroviaria	[mm]	200,00																
Ricoprimento effettivo (compresa la sv stradale)	[mm]	600,00																
RICOPRIMENTO ADEGUATO ASTM A796/A796M																		

CARICHI PERMANENTI CARATTERISTICI		
Peso di volume terreno	[kN/m ³]	20,00
Pressione sulla condotta	[kPa]	12,00
Carico lineare equivalente sulla condotta	[kN/m]	32,40

Fattori di carico (ASTM A796/A796M)		
Permanenti	Mobili	Sismici
1,95	1,75	1,33

CARICHI MOBILI CARATTERISTICI		
Pressione sulla condotta	[kPa]	63,48
Carico lineare equivalente sulla condotta	[kN/m]	145,54

tiene conto della porzione effettivamente diffusa

CARICHI SISMICI VERTICALI		
Coefficiente sismico verticale	[g]	0,24
Pressione addizionale sulla condotta	[kPa]	2,88
Carico lineare equivalente sulla condotta	[kN/m]	7,78

$k_v \geq 0.50 k_h$; $k_h = S_s \times S_T \times a_g / g$

VERIFICA SEZIONE CONDOTTA			
Pressione fattorizzata	[kPa]	134,49	Max (Combinazione carichi mobili, Combinazione sismica)
Carico circonferenziale di progetto (E _d)	[kN/m]	181,55	
Coefficiente di rinfiaccio	[-]	0,25	Gruppo A1a, A1b, A2-4 AASHTO (M145-82) compattata al 90% della Proctor Standard
Resistenza di progetto (tensione)	[MPa]	223,81	ASTM A796/A796M
Resistenza di progetto (Rd)	[kN/m]	499,61	Rd >= Ed. SEZIONE VERIFICATA

VERIFICA STRUTTURALE DI CONDOTTE IN LAMIERA ONDULATA (DM 17/01/2018)

"Ogni cura è stata riposta nella redazione del presente documento, tuttavia IMEVA SpA non assume alcuna responsabilità relativamente all'utilizzo dei contenuti che dovranno essere verificati ed accettati dall'utilizzatore che ne rimane unico responsabile"

Cantiere	IMPRESA
Identificazione condotta	Condotta Sezione Sottopasso Tipo1 - Luce mm 2700 - Freccia mm 2340 - Spessore mm 4,00 - Ondulazione mm 152,4 x 50,8

Dato	um	valore	note	Geometria/Acciaio/Fattori di carico															
VERIFICA DEL GIUNTO BULLONATO																			
Tipo di vite		M20		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Resistenza del bullone (classe 8.8)</th> </tr> <tr> <th>f_{yb}</th> <th>f_{tb}</th> <th>$\gamma_{M2} / \gamma_{M3}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>649</td> <td>800</td> <td>1,25</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <th>γ_{M7}</th> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>1,10</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>serraggio non controllato</i></p>	Resistenza del bullone (classe 8.8)			f_{yb}	f_{tb}	$\gamma_{M2} / \gamma_{M3}$	649	800	1,25			γ_{M7}			1,10
Resistenza del bullone (classe 8.8)																			
f_{yb}	f_{tb}	$\gamma_{M2} / \gamma_{M3}$																	
649	800	1,25																	
		γ_{M7}																	
		1,10																	
Sezione resistente	[mm ²]	245,0																	
Numero di bulloni x onda	[-]	2,0																	
Numero di bulloni x m	[-/m]	13,12																	
Forza di precarico per bullone	[kN]	124,7	$F_{p,C} = 0.7 \times A_{res} \times f_{tb} / \gamma_{M7}$																
Coefficiente di attrito del giunto	[-]	0,55	CETE (2002) "Dossier LCPC n° 2001 6H 21"																
Resistenza di progetto a taglio del giunto bullonato	[kN/m]	1234,65	$F_{v,Rd} = n \times 0.6 \times A_{res} \times f_{tb} / \gamma_{M2}$																
Resistenza di progetto ad attrito del giunto bullonato	[kN/m]	720,21	$F_{s,Rd} = n \times \mu \times F_{p,C} / \gamma_{M3}$																
Resistenza di progetto del giunto	[kN/m]	720,21	FRd >= Ed, GIUNTO VERIFICATO																

PRESSIONE DI BORDO SUL TERRENO		
Larghezza L1	[mm]	3092,82
Larghezza L2	[mm]	4651,67
Coefficiente di diffusione trasversale del carico	[-]	0,66
Pressione di calcolo a testa condotta	[kPa]	54,21
Pressione di bordo condotta sul terreno (caratteristica)	[kPa]	26,80
Pressione di bordo condotta sul terreno (fattorizzata GEO)	[kPa]	33,06

Fattori di carico (GEO A2M1R2 DM14/01/2008)		
Permanenti	Mobili	Sismici
1,00	1,30	1,00

VERIFICA STRUTTURALE DI CONDOTTE IN LAMIERA ONDULATA (DM 14/01/2008)

"Ogni cura è stata riposta nella redazione del presente documento, tuttavia IMEVA SpA non assume alcuna responsabilità relativamente all'utilizzo dei contenuti che dovranno essere verificati ed accettati dall'utilizzatore che ne rimane unico responsabile"

Cantiere	IMPRESA
Identificazione condotta	Condotta Sezione Sottopasso Tipo1 - Luce mm 2700 - Freccia mm 2340 - Spessore mm 4,00 - Ondulazione mm 152,4 x 50,8

Dato	um	valore	note
DEFLESSIONE DELLA CONDOTTA			
Raggio medio della condotta (R)	[mm]	1285,40	Non valida per strutture ad arco [(luce+freccia)/4 + altezza d'onda/2]
Rigidità della condotta (PS = Pipe Stiffness) iniziale	[N/mm ²]	0,936437	PS = EJ / (0.149 R ³)
Rigidità della condotta (PS = Pipe Stiffness) finale	[N/mm ²]	0,446551	
Modulo di contrazione orizzontale del terreno (Es)	[MPa]	6,89	Gruppo A1a,A1b,A2-4 AASHTO (M145-82) compattata al 90% della Proctor Standard
Fattore di carico differito (D _L)	[-]	1,0	Per condotte in lamiera ondulata
Fattore di allettamento (K)	[-]	0,1	Per condotte in lamiera ondulata
Carico permanente	[MPa]	0,0126	
Carico mobile	[MPa]	0,0566	
Variazione laterale del diametro (iniziale permanenti)	[%]	0,09	Formula dello Iowa modificata [$\Delta x/D$ (%) = 100 x K x (D _L x EL) / (0.149(PS)+0.061Es)]
Deflessione orizzontale	[mm]	1,19	
Deflessione verticale	[mm]	2,55	Il carico viene assorbito durante le fasi di costruzione e quindi la deflessione si considera 0 mm
Variazione laterale del diametro (iniziale mobili)	[%]	1,01	Formula dello Iowa modificata [$\Delta x/D$ (%) = 100 x K x (LL ¹) / (0.149(PS)+0.061Es)]
Deflessione orizzontale	[mm]	13,00	
Deflessione verticale (collaudo)	[mm]	27,80	Deflessione di collaudo
Variazione laterale del diametro (finale permanenti)	[%]	0,26	Formula dello Iowa modificata [$\Delta x/D$ (%) = 100 x K x (D _L x EL) / (0.149(PS)+0.061Es)]
Deflessione orizzontale	[mm]	3,33	
Deflessione verticale	[mm]	7,62	
Variazione laterale del diametro (finale mobili)	[%]	1,16	Formula dello Iowa modificata [$\Delta x/D$ (%) = 100 x K x (LL ¹) / (0.149(PS)+0.061Es)]
Deflessione orizzontale	[mm]	14,95	
Deflessione verticale	[mm]	34,23	
Deflessione totale a lungo termine (con mobili)	[mm]	39,30	1,53% del diametro medio
Deflessione a lungo termine (solo permanenti)	[mm]	5,07	0,20% del diametro medio
Verifica dell'ovalizzazione a lungo termine ($\Delta x + \Delta y$)/4	[mm]	19,60	OK! <= 0.05D (UNI EN 1993-4-3)

Documento redatto da:	
Data:	

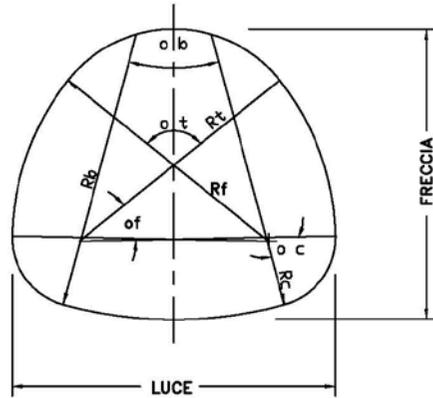
AP
09/07/2020 17:32

OGGETTO: CONDOTTA SOTTOPASSO TIPO1- ONDA 150

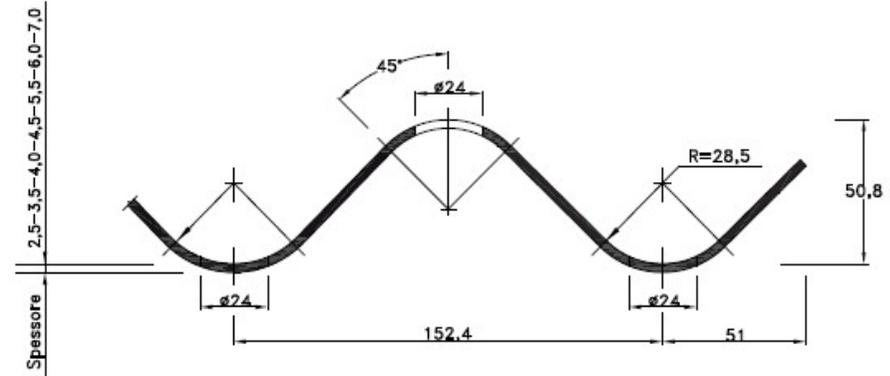


DATA 29-11-11	SCALA ==	TRATTAMENTO ZINCATURA	PESO ==	DISEGNATO PASCUCCI A.	DIS. N. S1/34NC2555
------------------	-------------	--------------------------	------------	--------------------------	---------------------

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE



LUCE : mm.2700
FRECCIA : mm.2340
INTERASSI : N. 34

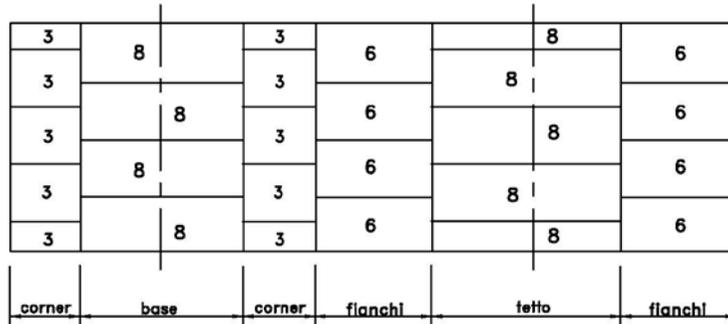


LATO INTERNO CONDOTTA A CURVATURA CONCAVA

PIASTRE DI BASE			PIASTRE DI CORNERS			PIASTRE DI FIANCO			PIASTRE DI TETTO		
Rb=mm.4115			Rc=mm.505			Rf=mm.2215			Rt=mm.1095		
NUMERO INTERASSI	CORDA mm.	ANGOLO GRADI	NUMERO INTERASSI	CORDA mm.	ANGOLO GRADI	NUMERO INTERASSI	CORDA mm.	ANGOLO GRADI	NUMERO INTERASSI	CORDA mm.	ANGOLO GRADI
8	1921	27,0	3x2	642	79,00	6x2	1414	37,2	8	1684	100,5

SVILUPPO IN PIANO DELLA CONDOTTA

COMPOSIZIONE STANDARD DA Sp.=mm2,5 a Sp.=mm5,5



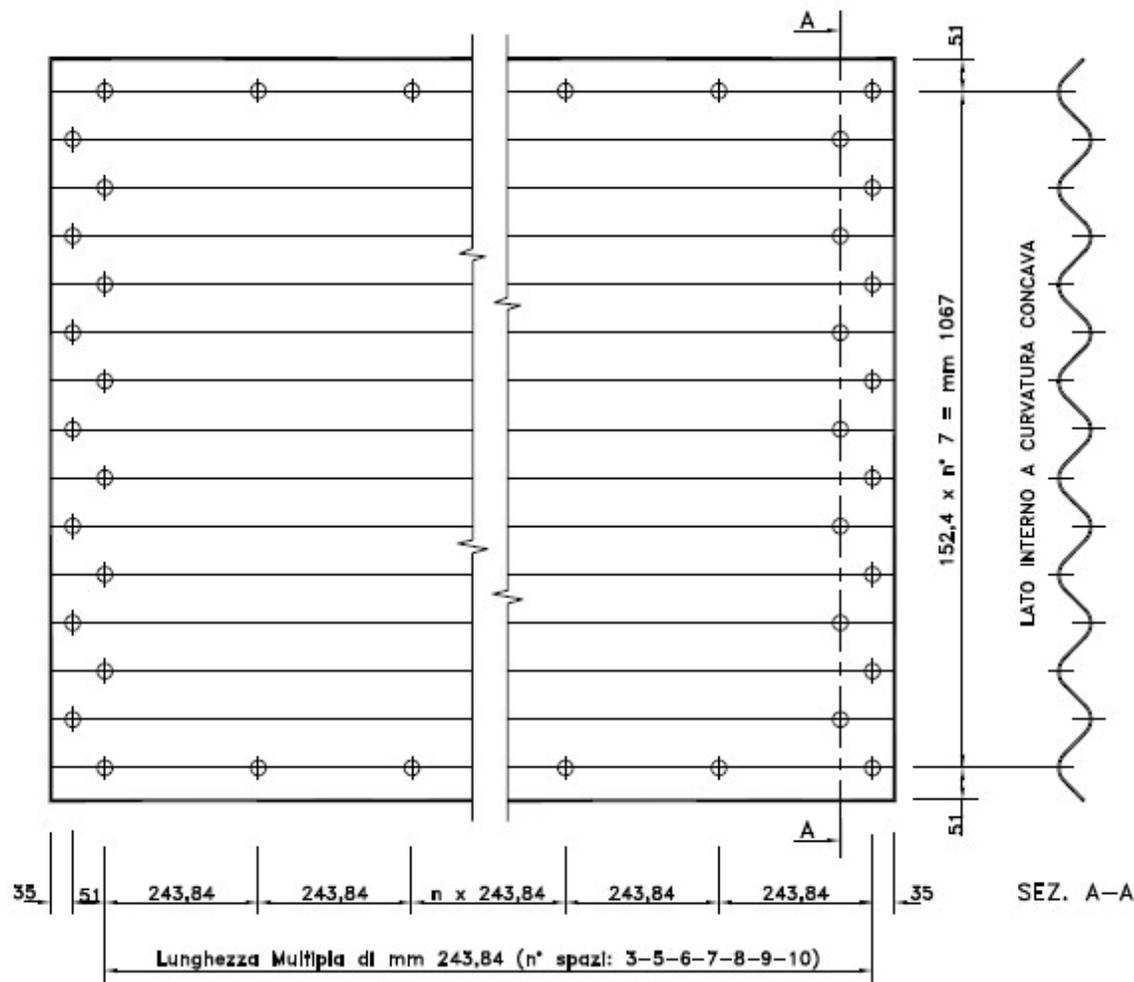
QUESTO SCHEMA RAPPRESENTA LA VISTA INTERNA DELLA STRUTTURA IMMAGINATA APERTA LUNGO UN GIUNTO CORNER-FIANCO E RETTIFICATA IN PIANO DA UNA PARTE E DALL'ALTRA DELLA BASE I NUMERI IN ESSO RIPORTATI INDICANO LA LUNGHEZZA DELLE VARIE PIASTRE IN TERMINI DI INTERASSI CONTENUTI NELLE LINEE DI FORI AI BORDI CURVI.

PIASTRE PER "MULTIPLATE" - ONDULAZIONE dim.152,4 x 50,8 mm
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ELASTICHE

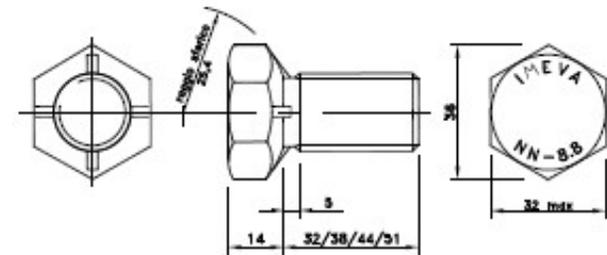
T (*)	MOMENTO D'INERZIA	RAGGIO D'INERZIA	AREA SPECIFICA	RESISTENZA ULTIMA A COMPRESIONE GIUNTO BULLONATO	
				(n° 2 bulloni / onda)	(n° 4 bulloni / onda)
mm	I [cm ⁴ /cm]	r [cm]	a [cm ² /cm]	kg / m	kg / m
2,5	0,9279	1,441	0,3100	73.200	
3,5	1,3062	1,734	0,4342	107.700	
4,0	1,4968	1,736	0,4965	135.200	
4,5	1,6884	1,738	0,5588	141.300	
5,5	2,0746	1,742	0,6835	188.400	297.100
6,0	2,2693	1,744	0,7460	223.700	328.800
7,0	2,6617	1,748	0,8712	236.300	354.500

(*) spessori lamiera di origine grezza non zincata. Tolleranze UNI EN 10051

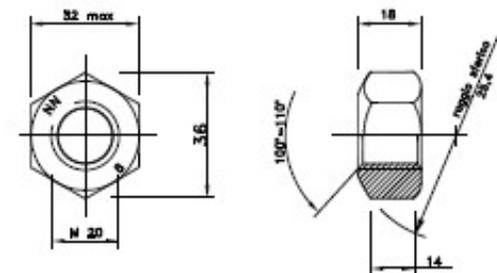
COPPIA DI SERRAGGIO Nm da 220 fino a 300



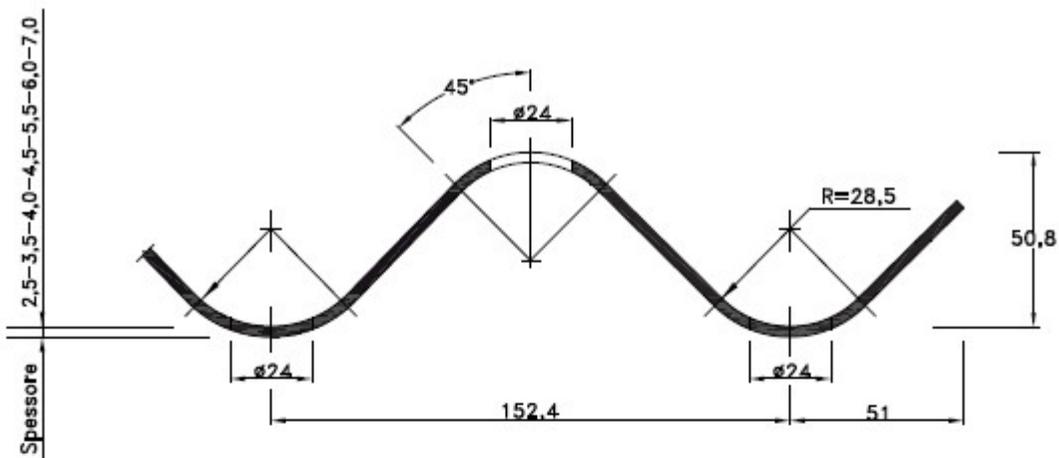
VITE T.E. M20x32/38/44/51 - Classe 8.8 secondo UNI EN ISO 898-1 -
 - Passo mm 2,25 -



DADO M20 - Classe 8 - Secondo UNI EN ISO 20898-2



PER VITI E DADI - ZINCATURA : Secondo UNI EN ISO 1461



LATO INTERNO CONDOTTA A CURVATURA CONCAVA

PIASTRE PER "MULTIPLATE" - ONDULAZIONE dim.152,4 x 50,8 mm

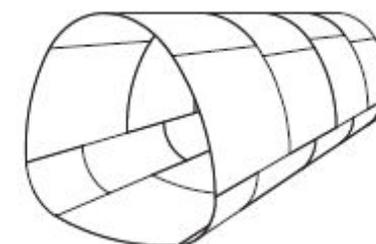
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ELASTICHE

T (*)	MOMENTO D'INERZIA	RAGGIO D'INERZIA	AREA SPECIFICA	RESISTENZA ULTIMA A COMPRESIONE GIUNTO BULLONATO	
				(n° 2 bulloni / onda)	(n° 4 bulloni / onda)
mm	I [cm ⁴ /cm]	r [cm]	a [cm ² /cm]	kg / m	kg / m
2,5	0,9279	1,441	0,3100	73.200	
3,5	1,3062	1,734	0,4342	107.700	
4,0	1,4968	1,736	0,4965	135.200	
4,5	1,6884	1,738	0,5588	141.300	
5,5	2,0746	1,742	0,6835	188.400	297.100
6,0	2,2693	1,744	0,7460	223.700	328.800
7,0	2,6617	1,748	0,8712	236.300	354.500

(*) spessori lamiera di origine grezza non zincata. Tolleranze UNI EN 10051

COPPIA DI SERRAGGIO Nm
da 220 fino a 300

→ onda 150 sezione sottopasso tipo 1



SPESSORE DELLA CONDOTTA mm						CARATTERISTICHE GEOMETRICHE					PESO TEORICO CON BULLONERIA kg/m						
altezza del rilevato m						n° di piastre	n° spazi	Luce m	Freccia m	sezione m²	spessore mm						
min	1,01	2,51	4,01	5,51	7,01						2,5	3,5	4,0	4,5	5,5	6,0	7,0
+	+	+	+	+	+												
1,00	2,50	4,00	5,50	7,00	8,50												
2,5	2,5	2,5	2,5	3,5	3,5	6	28	2,20	1,96	3,55	247	310	359	389	497	528	590
2,5	2,5	2,5	2,5	3,5	3,5		32	2,45	2,25	4,60	274	347	401	437	555	591	663
3,5	2,5	3,5	3,5	3,5	4,0		34	2,70	2,34	5,20	288	366	422	460	583	623	699
3,5	2,5	3,5	3,5	4,0	4,0		38	2,95	2,67	6,50	315	404	465	508	642	727	799
3,5	3,5	3,5	3,5	4,0	4,0		41	3,20	2,85	7,50	342	440	506	554	696	765	853
3,5	3,5	3,5	3,5	4,0	4,5	7	44	3,45	3,16	8,90	343	467	528	588	711	794	907
4,0	3,5	4,0	4,0	4,4	4,5		47	3,70	3,36	10,10	364	495	560	624	754	841	962
4,0	3,5	4,0	4,0	4,0	5,5	8	51	3,95	3,66	11,80	397	541	611	681	823	936	1062
4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	5,5		53	4,20	3,74	12,80	411	560	632	705	851	968	1098
4,5	4,0	4,5	4,5	5,5	6,0		56	4,45	3,95	14,30	431	588	664	741	895	1014	1152

Condotta con ondulazione mm 152,4 x 50,8, in lamiera di acciaio EN 10025, qualità S235 JR, zincata a caldo secondo la norma UNI EN ISO 1461. Bulloneria D. M20 con sottotesta sferico. Passo mm 1067