



<b>Contraente:</b> 	<b>Progetto:</b> <b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI  IMERESE DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR -  FASE 2</b>		<b>Cliente:</b> 
	<b>N° Contratto :</b> <b>N° Commessa :</b>		
<b>N° documento:</b> 03858-SAN-RE-201-001	<b>Foglio</b> 1 <b>di</b> 88	<b>Data</b> 05-03-2020	RE-TEC-023

**VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO**



00	05-03-2020	EMMISSIONE	MARCONI	CIARONI	PEDINI
REV	DATA	TITOLO REVISIONE	PREPARATO	CONTROLLATO	APPROVATO

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>					
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>					
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>					
N° Documento:		Foglio	Rev.:	N° Documento Cliente:	
03858-SAN-RE-201-001		2 di 88	00		RE-TEC-023

## INDICE

<b>1</b>	<b>SCOPO DELL'OPERA.....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>SCOPO DEL DOCUMENTO .....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>RIFERIMENTI.....</b>	<b>8</b>
<b>3.1</b>	<b>Norme e Standard .....</b>	<b>8</b>
<b>3.2</b>	<b>Documenti di Riferimento .....</b>	<b>8</b>
<b>3.3</b>	<b>Abbreviazioni.....</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>DATI DI CALCOLO .....</b>	<b>10</b>
<b>4.1</b>	<b>Dati Sismici.....</b>	<b>10</b>
<b>4.2</b>	<b>Condizioni di Progetto .....</b>	<b>10</b>
<b>4.3</b>	<b>Parametri Meccanici .....</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>CRITERI DI VERIFICA ALLO SCUOTIMENTO SISMICO.....</b>	<b>12</b>
<b>5.1</b>	<b>Premessa .....</b>	<b>12</b>
<b>5.2</b>	<b>Criterio di Verifica .....</b>	<b>13</b>
<b>5.3</b>	<b>Metodologia di Calcolo - Tratto Rettilineo .....</b>	<b>13</b>
5.3.1.	Massima deformazione indotta dalle onde sismiche.....	13
5.3.2.	Derivazione dei coefficienti di amplificazione della velocità di propagazione..	15
5.3.3.	Applicazione del criterio di verifica .....	16
<b>5.4</b>	<b>Metodologia di Calcolo - Tratto in Curva .....</b>	<b>18</b>
5.4.1.	Applicazione del criterio di verifica .....	19
5.4.2.	Parametri geotecnici .....	21
5.4.3.	Parametri sismici.....	22
<b>6</b>	<b>VERIFICHE A SCUOTIMENTO SISMICO .....</b>	<b>23</b>
<b>6.1</b>	<b>Sintesi Parametri di Calcolo.....</b>	<b>23</b>
<b>6.2</b>	<b>Verifica a Scuotimento Sismico DN 400 Macroarea 1 .....</b>	<b>25</b>
6.2.1.	Dati di ingresso .....	25
6.2.2.	Verifica tratto rettilineo .....	26
6.2.3.	Verifica tratto in curva .....	27

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>					
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>					
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>					
N° Documento:		Foglio	Rev.:	N° Documento Cliente:	
03858-SAN-RE-201-001		3 di 88	00	RE-TEC-023	

<b>6.3</b>	<b>Verifica a Scuotimento Sismico DN 400 Macroarea 2</b>	<b>28</b>
6.3.1.	Dati di ingresso	28
6.3.2.	Verifica tratto rettilineo	29
6.3.3.	Verifica tratto in curva	30
<b>6.4</b>	<b>Verifica a Scuotimento Sismico DN 400 Macroarea 3</b>	<b>31</b>
6.4.1.	Dati di ingresso	31
6.4.2.	Verifica tratto rettilineo	32
6.4.3.	Verifica tratto in curva	33
<b>6.5</b>	<b>Verifica a Scuotimento Sismico DN 400 Macroarea 4</b>	<b>34</b>
6.5.1.	Dati di ingresso	34
6.5.2.	Verifica tratto rettilineo	35
6.5.3.	Verifica tratto in curva	36
<b>6.6</b>	<b>Verifica a Scuotimento Sismico DN 400 Macroarea 5</b>	<b>37</b>
6.6.1.	Dati di ingresso	37
6.6.2.	Verifica tratto rettilineo	38
6.6.3.	Verifica tratto in curva	39
<b>6.7</b>	<b>Verifica a Scuotimento Sismico DN 400 Macroarea 6</b>	<b>40</b>
6.7.1.	Dati di ingresso	40
6.7.2.	Verifica tratto rettilineo	41
6.7.3.	Verifica tratto in curva	42
<b>6.8</b>	<b>Verifica a Scuotimento Sismico DN 400 Macroarea 7</b>	<b>43</b>
6.8.1.	Dati di ingresso	43
6.8.2.	Verifica tratto rettilineo	44
6.8.3.	Verifica tratto in curva	45
<b>6.9</b>	<b>Verifica a Scuotimento Sismico DN 400 Macroarea 8</b>	<b>46</b>
6.9.1.	Dati di ingresso	46
6.9.2.	Verifica tratto rettilineo	47
6.9.3.	Verifica tratto in curva	48
<b>6.10</b>	<b>Verifica a Scuotimento Sismico DN 400 Macroarea 9</b>	<b>49</b>
6.10.1.	Dati di ingresso	49
6.10.2.	Verifica tratto rettilineo	50
6.10.3.	Verifica tratto in curva	51
<b>6.11</b>	<b>Verifica a Scuotimento Sismico DN 400 Macroarea 10</b>	<b>52</b>
6.11.1.	Dati di ingresso	52
6.11.2.	Verifica tratto rettilineo	53
6.11.3.	Verifica tratto in curva	54
<b>6.12</b>	<b>Verifica a Scuotimento Sismico DN 400 Macroarea 11</b>	<b>55</b>
6.12.1.	Dati di ingresso	55
6.12.2.	Verifica tratto rettilineo	56
6.12.3.	Verifica tratto in curva	57

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>						
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>						
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>						
N° Documento: 03858-SAN-RE-201-001	Foglio 4 di 88		Rev.:			N° Documento Cliente: RE-TEC-023
			00			

<b>6.13</b>	<b>Verifica a Scuotimento Sismico DN 400 Macroarea 12</b>	<b>58</b>
6.13.1.	Dati di ingresso	58
6.13.2.	Verifica tratto rettilineo	59
6.13.3.	Verifica tratto in curva	60
<b>6.14</b>	<b>Verifica a Scuotimento Sismico DN 400 Macroarea 13</b>	<b>61</b>
6.14.1.	Dati di ingresso	61
6.14.2.	Verifica tratto rettilineo	62
6.14.3.	Verifica tratto in curva	63
<b>6.15</b>	<b>Verifica a Scuotimento Sismico DN 300 Macroarea 14</b>	<b>64</b>
6.15.1.	Dati di ingresso	64
6.15.2.	Verifica tratto rettilineo	65
6.15.3.	Verifica tratto in curva	66
<b>6.16</b>	<b>Verifica a Scuotimento Sismico DN 300 Macroarea 15</b>	<b>67</b>
6.16.1.	Dati di ingresso	67
6.16.2.	Verifica tratto rettilineo	68
6.16.3.	Verifica tratto in curva	69
<b>6.17</b>	<b>Verifica a Scuotimento Sismico DN 300 Macroarea 16</b>	<b>70</b>
6.17.1.	Dati di ingresso	70
6.17.2.	Verifica tratto rettilineo	71
6.17.3.	Verifica tratto in curva	72
<b>6.18</b>	<b>Verifica a Scuotimento Sismico DN 300 Macroarea 17</b>	<b>73</b>
6.18.1.	Dati di ingresso	73
6.18.2.	Verifica tratto rettilineo	74
6.18.3.	Verifica tratto in curva	75
<b>6.19</b>	<b>Verifica a Scuotimento Sismico DN 150 – Calcolo Generale Allacciamenti</b>	<b>76</b>
6.19.1.	Dati di ingresso	76
6.19.2.	Verifica tratto rettilineo	77
6.19.3.	Verifica tratto in curva	78
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>79</b>
<b>7.1</b>	<b>Sintesi dei risultati</b>	<b>79</b>
7.1.1.	Macroarea 1	79
7.1.2.	Macroarea 2	80
7.1.3.	Macroarea 3	80
7.1.4.	Macroarea 4	81
7.1.5.	Macroarea 5	81
7.1.6.	Macroarea 6	82
7.1.7.	Macroarea 7	82
7.1.8.	Macroarea 8	83
7.1.9.	Macroarea 9	83
7.1.10.	Macroarea 10	84
7.1.11.	Macroarea 11	84

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>					
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>					
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>					
N° Documento:	Foglio	Rev.:			N° Documento Cliente:
03858-SAN-RE-201-001	5 di 88	00			RE-TEC-023

7.1.12.	Macroarea 12.....	85
7.1.13.	Macroarea 13.....	85
7.1.14.	Macroarea 14.....	86
7.1.15.	Macroarea 15.....	86
7.1.16.	Macroarea 16.....	87
7.1.17.	Macroarea 17.....	87
7.1.18.	Allacciamenti.....	88

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>					
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>					
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>					
<b>N° Documento:</b>		<b>Foglio</b>		<b>Rev.:</b>	
03858-SAN-RE-201-001		6 di 88		00	
				<b>N° Documento Cliente:</b>	
				RE-TEC-023	

## 1 SCOPO DELL'OPERA

Il progetto denominato "Rifacimento Met.to Gagliano – T. Imerese DN 400/300 (16"/12"), DP 75 bar – Fase 2" prevede la quasi totale sostituzione del metanodotto esistente denominato "Met. Gagliano – T. Imerese DN 400/300 (16"/12"), MOP 24 bar", ad eccezione di alcuni tratti di recente realizzazione, che saranno solo ricollegati alla nuova linea in progetto.

Nello specifico, la linea in progetto prevede la realizzazione del tratto di metanodotto che va dal PIL n. 5 in comune di Nicosia (EN), al PIDI n. 18 in comune di Sclafani Bagni (PA), per una lunghezza complessiva pari a 56,810 km, suddivisa in n. 9 Interventi, e del tratto che va dall'HPRS di Sciara (PA) all'impianto di isolamento di T. Imerese per una lunghezza pari a 3,640 km (Intervento n. 10). La lunghezza complessiva dei n. 10 Interventi in progetto è di 60,450 km.

Nel progetto sono ricompresi tutti i rifacimenti degli allacciamenti esistenti DN150 (6"), che dovranno essere ricollegati alla nuova condotta in progetto, per una lunghezza complessiva pari a 0,330 km.

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>					
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>					
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>					
N° Documento:	Foglio	Rev.:			N° Documento Cliente:
03858-SAN-RE-201-001	7 di 88	00			RE-TEC-023

## 2 SCOPO DEL DOCUMENTO

La presente relazione di analisi sismica si riferisce al “Rifacimento del Metanodotto Gagliano – T. Imerese DN 400/300 (16"/12"), DP 75 bar – Fase 2”

I calcoli e le verifiche effettuate prendono in considerazione il massimo terremoto di progetto previsto lungo il tracciato, calcolato in accordo a quanto previsto dalle norme tecniche NTC 2018 (Rif.[3]). Le sollecitazioni, calcolate attraverso il metodo di verifica descritto nelle “Guidelines For The Seismic Design Of Oil And Gas Pipeline Systems” (Rif.[4]) e nel “Manuale per la Progettazione di Gasdotti In Aree a Rischio Sismico” (Rif.[9]), vengono confrontate con i valori ammissibili previsti dalla normativa internazionale di riferimento (Rif.[1], [2]).

Il gasdotto principale DN 400/300 è quindi soggetto a verifica delle tensioni indotte da scuotimento sismico secondo la teoria applicata, la quale prevede che la deformazione massima del terreno sia uguale a quella del tubo (nessuno scorrimento relativo tra tubo-terreno).

Sotto questa ipotesi, poiché i tratti degli allacciamenti DN 150 sono di modesta estensione (il maggiore è 130 m, Ricoll. All. Comune di Bompietro) se comparati alla lunghezza d’onda del sisma ( $\approx 1\text{km}^1$ ), il calcolo a scuotimento risulterebbe conservativo in quanto per sezioni ridotte l’azione sismica si svilupperebbe solo parzialmente.

Tuttavia date le caratteristiche sismiche della zona in esame (non sono attraversate zone particolarmente critiche dal punto di vista dei parametri sismici), cautelativamente viene eseguita una verifica come per il tronco principale, tralasciando la possibilità di valutare un’azione sismica ridotta.

Per gli allacciamenti è quindi presentato un solo calcolo rappresentativo, i cui parametri nascono dall’involuppo delle condizioni peggiori che si ritrovano tra i vari siti già analizzati, (selezione dei massimi parametri sismici, delle peggiori categorie del suolo e topografiche, del terreno più sfavorevole).

<sup>1</sup> Le ASCE 2001 “Guidelines for the Design of Buried Steel Pipe” (Rif. [5]), in mancanza di informazioni, suggeriscono di assumere conservativamente una lunghezza d’onda pari a 1.0 km (sez. 11.1).

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>					
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>					
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>					
<b>N° Documento:</b>	<b>Foglio</b>	<b>Rev.:</b>			<b>N° Documento Cliente:</b>
03858-SAN-RE-201-001	8 di 88	00			RE-TEC-023

### 3 RIFERIMENTI

#### 3.1 Norme e Standard

- |                           |   |
|---------------------------|---|
| [1] ASME B31.8 - 2016     | Gas Transmission and Distribution Piping Systems  |
| [2] EN1594 - 2013         | Gas Infrastructure – Pipelines for maximum operating pressure over 16 bar – Functional requirements |
| [3] D.M. 17/01/2018       | Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni   |
| [4] ASCE 1984             | Guidelines for The Seismic Design of Oil and Gas Pipeline Systems                                   |
| [5] ALA ASCE 2001/05      | Guidelines for the Design of Buried Steel Pipe (July 2001 – w/ addenda through February 2005)       |
| [6] PRCI 2004             | Guidelines for the Seismic Design and Assessment of Natural Gas and Liquid Hydrocarbon Pipelines    |
| [7] UNI EN 1993-4-3:2007  | Progettazione delle Strutture di Acciaio - Parte 4-3: Condotte                                      |
| [8] UNI EN 1998-4:2006    | Progettazione delle Strutture per la Resistenza Sismica – Parte 4: Silos, Serbatoi e Condotte       |
| [9] GASD C.04.01.50 SIS-1 | Manuale per la Progettazione di Gasdotti In Aree a Rischio Sismico                                  |

#### 3.2 Documenti di Riferimento

- |                  |   |
|------------------|---|
| [10] RE-GEO-020  | Relazione Geologica e Geomorfologica                        |
| [11] RE-SISM-032 | Relazione Sismica   |
| [12] RE-GEO-030  | Relazione sulle Indagini Geotecniche e Geofisiche           |
| [13] RE-CSGA-033 | Relazione di Compatibilità Idrogeologica                    |
| [14] RE-TEC-001  | Relazione Tecnica Progetto di Fattibilità Tecnico Economica |



<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>					
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>					
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>					
<b>N° Documento:</b>	<b>Foglio</b>	<b>Rev.:</b>			<b>N° Documento Cliente:</b>
03858-SAN-RE-201-001	9 di 88	00			RE-TEC-023

### 3.3 Abbreviazioni

ALA	American Lifelines Alliance
ASCE	American Society of Civil Engineers
ASME	American Society of Mechanical Engineers
DISS	Database of Individual Seismogenic Sources
D.M.	Decreto Ministeriale
DN	Diametro Nominale
DP	Design Pressure
EN	European Norm
HPRS	High Pressure Reduction System
INGV	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
ISPRA	Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
ITHACA	ITalyHAzard from CAPablefaults
MASW	Multichannel Analysis of Surface Waves
MOP	Maximum Operating Pressure
NTC	Norme Tecniche per le Costruzioni
PIL	Punto di Intercettazione di Linea
PIDI	Punto di Intercettazione di Derivazione Importante
PRCI	Pipeline Research Council International
SLV	Stato Limite di Salvaguardia della Vita
sp.	Spessore
UNI	Ente Italiano di Normazione
w/	with

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>					
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>					
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>					
N° Documento:	Foglio		Rev.:		N° Documento Cliente:
03858-SAN-RE-201-001	10	di 88	00		RE-TEC-023

## 4 DATI DI CALCOLO

### 4.1 Dati Sismici

Le aree attraversate dal gasdotto sono state oggetto di caratterizzazione sismica, i cui dettagli sono riportati nella "Relazione Sismica" Rif.[11] e nella "Relazione sulle Indagini Geotecniche e Geofisiche" Rif.[12].

I parametri utilizzati in fase di progettazione, necessari per la determinazione delle azioni sismiche ( $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$ ), sono riferiti allo spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali per SLV (con tempo di ritorno  $T_R \approx 950$  anni), componenti relative all'area di maggior pericolosità sismica secondo le mappe disponibili, anche in formato ".kml", nel sito INGV <http://zonesismiche.mi.ingv.it/> (software di calcolo dei parametri sismici "Spettri di risposta" fornito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici).

Alla luce delle indagini geognostiche che hanno permesso di ricostruire le peculiarità del territorio, e delle indagini sismiche (Rif.[12]) eseguite nell'ambito della realizzazione delle opere stesse, è stato possibile calcolare la  $V_{S30}$  per i primi 30 metri di profondità. Le velocità equivalenti lungo il tracciato identificano le seguenti categorie di sottosuolo descritte nella tabella delle NTC 2018:

- **"B"** Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s;
- **"C"** Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

### 4.2 Condizioni di Progetto

Di seguito si riportano il salto Termico e il valore di Pressione di esercizio utilizzati per la verifica in concomitanza allo scuotimento sismico della condotta in oggetto:

Salto Termico:  $\Delta T$  45 °C  
 Pressione: P 75 barg

### 4.3 Parametri Meccanici

DN 16" (400) – gasdotto principale:

- Diametro Nominale 400 (16")
- Diametro Interno 384.2 mm
- Diametro Esterno 406.4 mm
- Materiale EN L360 NB/MB
- Spessore in linea 11.1 mm
- Spessore in curva 11.1 mm

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>						
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>						
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>						
<b>N° Documento:</b>		<b>Foglio</b>		<b>Rev.:</b>		<b>N° Documento Cliente:</b>
03858-SAN-RE-201-001		11 di 88		00		RE-TEC-023

- Raggio curva (7DN) 2845 mm

DN 12" (300) – gasdotto principale:

- Diametro Nominale 300 (12")
- Diametro Interno 304.9 mm
- Diametro Esterno 323.9 mm
- Materiale EN L360 NB/MB
- Spessore in linea 9.5 mm
- Spessore in curva 9.5 mm
- Raggio curva (7DN) 2267 mm

DN 6" (150) – allacciamenti:

- Diametro Nominale 150 (6")
- Diametro Interno 154.1 mm
- Diametro Esterno 168.3 mm
- Materiale EN L360 NB/MB
- Spessore in linea 7.1 mm
- Spessore in curva 7.1 mm
- Raggio curva (7DN) 1178 mm

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>					
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>					
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>					
N° Documento:	Foglio	Rev.:			N° Documento Cliente:
03858-SAN-RE-201-001	12 di 88	00			RE-TEC-023

## 5 CRITERI DI VERIFICA ALLO SCUOTIMENTO SISMICO

### 5.1 Premessa

I calcoli e le verifiche degli stati tensionali, indotti dallo scuotimento sismico del terreno (shaking) sui tratti rettilinei e curvi della tubazione in occasione di un terremoto (di progetto) concomitante all'esercizio, sono stati condotti per il Rifacimento del Metanodotto Gagliano – T. Imerese DN 400/300 (16"/12"), DP 75 bar.

Lo "shaking" è provocato dalla propagazione delle onde sismiche nel terreno che impartisce movimenti alle particelle di suolo. La tubazione interrata pertanto tende a deformarsi, così come il terreno circostante. Le tensioni indotte dalle onde sismiche sulla tubazione sono variabili sia nel tempo, che nello spazio, in funzione della direzione di propagazione del movimento sismico rispetto all'asse della condotta.

Secondo le indicazioni degli studi riportati dalla letteratura tecnica internazionale, l'azione di contenimento esercitata sulla tubazione dal terreno circostante, consente di trascurare gli effetti dinamici di amplificazione (Hindy, Novak 1979). Pertanto la condotta può considerarsi semplicemente investita da una composizione di onde sinusoidali (Rif.[4]), distinte come segue:

- onde di compressione (onde P o primarie);
- onde di taglio (onde S o secondarie);
- onde superficiali (onde R o di Rayleigh).

Nei tratti di tubazione rettilinea le onde P determinano le massime sollecitazioni assiali durante la prima parte del moto. Le onde S sono responsabili delle massime sollecitazioni di flessione durante la parte centrale del moto. I fenomeni descritti non avvengono contemporaneamente. Le onde R trasferiscono al terreno componenti di movimento sia parallelamente che perpendicolarmente alla direzione di propagazione dell'onda, mentre la loro energia decade esponenzialmente con la profondità.

Poiché attualmente non è disponibile una Normativa Italiana finalizzata all'analisi sismica delle tubazioni interrate, la metodologia di verifica applicata è stata sviluppata secondo le indicazioni del "Manuale per la Progettazione di Gasdotti In Aree a Rischio Sismico" (Rif.[9]) e della Normativa sismica Americana Rif.[4].

Quest'ultima è ritenuta sufficientemente conservativa, poiché considera la simultaneità dell'azione (e quindi del relativo massimo effetto) delle onde P, S ed R, anche se trascura (nei tratti rettilinei) l'interazione trasversale tra tubo e terreno. L'interazione tubo-terreno viene invece considerata nell'analisi dei tratti di tubazione curvi.

Il metodo di verifica esclude fenomeni di carattere localizzato (frane, faglie, liquefazione, ecc).

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>					
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>					
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>					
N° Documento:	Foglio	Rev.:			N° Documento Cliente:
03858-SAN-RE-201-001	13 di 88	00			RE-TEC-023

## 5.2 Criterio di Verifica

La verifica allo scuotimento sismico è condotta operando una sostanziale distinzione fra tratto rettilineo di tubazione (cap. 5.3) e tratto in curva (cap. 5.4). Le tensioni indotte dal sisma sulla tubazione, in ciascuno dei suddetti scenari, sono calcolate secondo l'approccio proposto dalle ASCE 1984 (Rif.[4]).

Le "tensioni sismiche" così determinate sono quindi combinate con i carichi operativi (tipicamente dovuti a salto termico e pressione) secondo le modalità previste dalla normativa ASME B31.8 (Rif.[1]) e confrontate con i valori ammissibili definiti nella medesima normativa.

In accordo alla "Good Engineering Practice", un'ulteriore analisi è condotta al fine di verificare l'insorgere di fenomeni di instabilità di parete, nel caso in cui risulti presente una deformazione negativa "ε" dovuta ad una tensione di compressione.

Per una tubazione a parete sottile, fenomeni d'instabilità possono verificarsi per un accorciamento percentuale superiore a  $\varepsilon_{cr}$ , dato dalla seguente espressione (Rif.[4]):

$$\varepsilon_{cr} = 0.35 \frac{t}{D_e - t}$$

## 5.3 Metodologia di Calcolo - Tratto Rettilineo

I criteri di verifica proposti dalle ASCE 1984 (Rif.[4]) prevedono di trascurare l'interazione tubo-terreno nei tratti di tubazione rettilinei. Tale assunzione fornisce valori conservativi per quanto concerne lo stato tensionale indotto sulla tubazione. L'ipotesi che la tubazione rettilinea si deformi così come si deforma il suolo circostante a seguito del passaggio dell'onda sismica, rende le tensioni indotte pressoché indipendenti dallo spessore della tubazione.

A causa dell'effetto del terreno intorno al tubo, che attutisce sensibilmente le vibrazioni del tubo stesso, e della rigidità torsionale elevata della sezione circolare, viene effettuata un'analisi statica degli effetti del sisma, trascurando l'amplificazione elastica.

### 5.3.1. Massima deformazione indotta dalle onde sismiche

La formula generale per la massima deformazione assiale prodotta dalle differenti onde sismiche, nell'ipotesi di assenza di scorrimenti fra tubazione e terreno, è di seguito riportata (Rif.[4] – par. 6.1):

$$\varepsilon_g = \frac{V_{max}}{\alpha_\varepsilon C}$$

dove:

$\varepsilon_g$       massima deformazione assiale sismica del tubo (e del terreno)

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE					
DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2					
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO					
N° Documento:	Foglio	Rev.:			N° Documento Cliente:
03858-SAN-RE-201-001	14 di 88	00			RE-TEC-023

- $V_{max}$  massima velocità del terreno  
 $\alpha_\epsilon$  coefficiente di deformazione, dipendente dal tipo di onda e dall'angolo di incidenza formato da questa con l'asse longitudinale della condotta  
 $C$  velocità apparente di propagazione dell'onda sismica

La massima curvatura della condotta è espressa dalla formula seguente (Rif.[4] – par. 6.1):

$$k_{max} = k_g = \frac{a_g}{(\alpha_k C)^2}$$

dove:

- $k_{max}$  massima curvatura sismica della condotta (e del terreno  $k_g$ )  
 $a_g$  massima accelerazione del terreno  
 $\alpha_k$  coefficiente di curvatura del terreno, dipendente dal tipo di onda e dall'angolo di incidenza formato da questa con l'asse longitudinale della condotta  
 $C$  velocità apparente di propagazione dell'onda sismica

Per il calcolo delle deformazioni prodotte da ciascun tipo di onda, si riporta di seguito la tabella tratta dall'Appendice B del Rif.[4], con i relativi coefficienti di amplificazione della velocità di propagazione ( $\alpha_\epsilon$ ,  $\alpha_k$ ), derivati massimizzando l'effetto dell'angolo di incidenza "g".

Tipo Onda	Massima Deformazione	Coeff.
S	$\epsilon_g = -\frac{V_{max}}{2C}$	$\alpha_\epsilon=2.0$
	$k_g = \frac{a_g}{C^2}$	$\alpha_k=1.0$
P	$\epsilon_g = -\frac{V_{max}}{C}$	$\alpha_\epsilon=1.0$
	$k_g = \frac{a_g}{2.6C^2}$	$\alpha_k=1.6$
R	$\epsilon_g = -\frac{V_{max}}{C}$	$\alpha_\epsilon=1.0$
	$k_g = \frac{a_g}{C^2}$	$\alpha_k=1.0$

Tab. 5.A - Massima deformazione sismica

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>					
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>					
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>					
N° Documento:	Foglio	Rev.:			N° Documento Cliente:
03858-SAN-RE-201-001	15 di 88	00			RE-TEC-023

### 5.3.2. Derivazione dei coefficienti di amplificazione della velocità di propagazione

Detto “ $\vartheta$ ” l’angolo di incidenza tra l’asse della tubazione e la direzione di propagazione del movimento sismico, le tensioni assiali e di flessione indotte dalle onde di taglio S, obliquamente incidenti l’asse della condotta, sono rispettivamente:

$$\sigma_{\varepsilon \text{ SISMA}}^S = \pm E \frac{V_{\max}}{C} \sin \vartheta \cos \vartheta$$

$$\sigma_{k \text{ SISMA}}^S = \pm E \frac{D_e a_g}{2 C^2} \cos^3 \vartheta$$

dove:

E        modulo di elasticità del materiale della condotta

Massimizzando questi valori rispetto all’angolo di incidenza  $\vartheta$ , i valori massimi delle tensioni  $\sigma_{\varepsilon}$  e  $\sigma_k$  si ottengono, rispettivamente, per  $\vartheta = 45^\circ$  e  $\vartheta = 0^\circ$ :

$$\sigma_{\varepsilon \text{ SISMA}}^S = \pm E \frac{V_{\max}}{2C}$$

$$\sigma_{k \text{ SISMA}}^S = \pm E \frac{D a_g}{2 C^2}$$

Le tensioni assiali e di flessione indotte dalle onde di compressione P, sono rispettivamente:

$$\sigma_{\varepsilon \text{ SISMA}}^P = \pm E \frac{V_{\max}}{C} \cos^2 \vartheta$$

$$\sigma_{k \text{ SISMA}}^P = \pm E \frac{D a_g}{2 C^2} \sin \vartheta \cos^2 \vartheta$$

Massimizzando questi valori rispetto all’angolo d’incidenza  $\vartheta$ , i valori massimi delle tensioni  $\sigma_{\varepsilon}$  e  $\sigma_k$  si ottengono, rispettivamente, per  $\vartheta = 0^\circ$  e  $\vartheta = 35^\circ 16'$ :

$$\sigma_{\varepsilon \text{ SISMA}}^P = \pm E \frac{V_{\max}}{C}$$

$$\sigma_{k \text{ SISMA}}^P = \pm 0.385 E \frac{D a_g}{2 C^2}$$

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>					
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>					
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>					
N° Documento:	Foglio	Rev.:			N° Documento Cliente:
03858-SAN-RE-201-001	16 di 88	00			RE-TEC-023

Le massime tensioni assiali e di flessione indotte dalle onde superficiali di Rayleigh R, sono una combinazione delle precedenti onde P ed S e, nei valori massimi, risultano rispettivamente:

$$\sigma_{\varepsilon \text{ SISMA}}^R = \pm E \frac{V_{\max}}{C}$$

$$\sigma_{k \text{ SISMA}}^R = \pm E \frac{D a_g}{2 C^2}$$

### 5.3.3. Applicazione del criterio di verifica

Una stima conservativa delle tensioni massime assiali e di flessione si ottiene col metodo della radice quadrata della somma dei quadrati (SRSS method: Square Route Square Sum).

$$\sigma_{\varepsilon \text{ SISMA}} = \sqrt{\sigma_{\varepsilon \text{ SISMA}}^S{}^2 + \sigma_{\varepsilon \text{ SISMA}}^P{}^2 + \sigma_{\varepsilon \text{ SISMA}}^R{}^2}$$

$$\sigma_{k \text{ SISMA}} = \sqrt{\sigma_{k \text{ SISMA}}^S{}^2 + \sigma_{k \text{ SISMA}}^P{}^2 + \sigma_{k \text{ SISMA}}^R{}^2}$$

La massima tensione dovuta all'evento sismico risulta quindi:

$$\vartheta_{\text{SISMA}} = \vartheta_{\varepsilon \text{ SISMA}} + \vartheta_{k \text{ SISMA}}$$

Ai sensi delle ASME B31.8 (para. 833), vengono condotte le verifiche di controllo delle tensioni secondo due distinte ipotesi:

- “unrestrained pipeline”
- “restrained pipeline”.

#### “Unrestrained Pipeline”

La normativa ASME B31.8 (para 833.6) prescrive di verificare che la tensione longitudinale sia compresa entro un valore ammissibile pari al 75% della tensione di snervamento:

$$\sigma_{LO} \leq 0.75\sigma_Y$$

con:

$$\sigma_{LO} = 0.5\sigma_H + \sigma_{\text{SISMA}}$$

dove:

$$\sigma_H = \frac{PD_e}{2t}$$



<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>						
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>						
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>						
<b>N° Documento:</b>		<b>Foglio</b>		<b>Rev.:</b>		<b>N° Documento Cliente:</b>
03858-SAN-RE-201-001		17 di 88		00		RE-TEC-023

*“Restrained Pipeline”*

La normativa ASME B31.8 (para 833.3) prescrive di verificare che la tensione longitudinale sia compresa entro un valore ammissibile pari al 90% della tensione di snervamento:

$$\sigma_{LT} \leq 0.9\sigma_Y$$

con:

$$\sigma_{LT} = -\nu\sigma_H + \sigma_{\Delta T} + \sigma_{SISMA}$$

dove:

$$\sigma_H = \frac{PD_e}{2t}$$

e

$$\sigma_{\Delta T} = E \alpha \Delta T$$

La normativa ASME B31.8 (para 833.4) prescrive di verificare che la tensione equivalente, calcolata secondo “Von Mises”, sia compresa entro un valore ammissibile pari al 100% (carichi occasionali – di breve durata) della tensione di snervamento:

$$\sigma_{VM} \leq \sigma_Y$$

con:

$$\sigma_{VM} = \sqrt{\sigma_{LT}^2 + \sigma_H^2 - \sigma_{LT}\sigma_H}$$

La normativa EN1594 (Rif.[2]) al paragrafo 7.4.1.2 richiede analogamente che la tensione equivalente calcolata secondo “Von Mises” sia compresa entro un valore ammissibile pari al 100% della tensione di snervamento.

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>					
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>					
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
03858-SAN-RE-201-001		18 di 88		00	
				N° Documento Cliente:	
				RE-TEC-023	

#### 5.4 Metodologia di Calcolo - Tratto in Curva

Nell'analisi dello stato tensionale causato dal terremoto sugli elementi curvi della condotta, l'interazione tra tubo e terreno va tenuta in debita considerazione. Assumendo il movimento dell'onda sismica parallelo ad uno dei tratti rettilinei della curva, si calcola la lunghezza di scorrimento " L' " della tubazione nel terreno su cui agisce la forza di attrito "t<sub>u</sub>" (Rif.[4]) secondo la formula seguente:

$$L' = \frac{4A_p E \lambda}{3k_0} \left[ \sqrt{1 + \frac{3\varepsilon_{MAX} k_0}{2t_u \lambda}} - 1 \right]$$

$$t_u = \frac{\pi D_e}{2} \gamma_n H_t (1 + K_0) \operatorname{tg} \delta + W_p \operatorname{tg} \delta$$

dove:

$$\lambda = \left( \frac{k_0}{4EI} \right)^{\frac{1}{4}}$$

$$I = \frac{D_e^4 - (D_e - 2t_c)^4}{64}$$

$$\varepsilon_{MAX} = \frac{V_{MAX}}{C}$$

con:

- k<sub>0</sub>        modulo di reazione laterale del suolo
- K<sub>0</sub>        coefficiente di spinta a riposo del terreno

Per la tubazione in acciaio (flessibile) lo spostamento sulla curva dovuto allo scorrimento della stessa nel terreno è:

$$\Delta = \frac{\varepsilon_{MAX} L' - \frac{t_u L'^2}{2A_p E}}{1 + \frac{k_0 L'}{2\lambda A_p E} + 2 \frac{\lambda^2 L' I}{\pi A_p r_0}}$$

La forza assiale sul tratto rettilineo longitudinale (parallelo alla direzione del movimento sismico) è:

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE					
DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2					
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO					
N° Documento:	Foglio	Rev.:			N° Documento Cliente:
03858-SAN-RE-201-001	19 di 88	00			RE-TEC-023

$$S = \Delta \left( \frac{k_0}{2\lambda} + \frac{2\lambda^2 K^* EI}{r_0 \pi} \right)$$

con:

$$K^* = 1 - \frac{9}{10 + 12(t_c r_0 / R_e^2)^2}$$

Il momento flettente sulla curva vale:

$$M = \Delta \frac{2\lambda K^* EI}{r_0 \pi}$$

$K_1$  è il fattore di intensificazione delle tensioni:

$$K_1 = \frac{2}{3K^*} \left\{ 3 \left[ \frac{6}{5 + 6(t_c r_0 / R_e^2)^2} \right] \right\}^{-\frac{1}{2}}$$

La tensione assiale sulla curva dovuta alla forza "S" si calcola con la seguente formula:

$$\sigma_{SISMA}^S = \frac{S}{A_p}$$

La tensione di flessione sulla curva dovuta al momento flettente "M", vale:

$$\sigma_{SISMA}^M = K_1 \frac{M D_e}{2 I}$$

#### 5.4.1. Applicazione del criterio di verifica

La tensione totale sulla curva per effetto del sima si ottiene per semplice somma:

$$\sigma_{SISMA}^{TOT} = \sigma_{SISMA}^S + \sigma_{SISMA}^M$$

Ai sensi delle ASME B31.8 (para 833) vengono condotte le verifiche di controllo delle tensioni secondo due distinte ipotesi:

- "unrestrained pipeline"
- "restrained pipeline"

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>						
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>						
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>						
N° Documento:	Foglio		Rev.:			N° Documento Cliente:
03858-SAN-RE-201-001	20	di 88	00			RE-TEC-023

### "Unrestrained Pipeline"

La normativa ASME B31.8 (para 833.6) prescrive di verificare che la tensione longitudinale sia compresa entro un valore ammissibile pari al 75% della tensione di snervamento:

$$\sigma_{LO}^B \leq 0.75\sigma_Y$$

con:

$$\sigma_{LO}^B = 0.5\sigma_H^B + \sigma_{SISMA}^{TOT}$$

dove:

$$\sigma_H^B = \frac{PD_e}{2t_c}$$

### "Restrained Pipeline"

La normativa ASME B31.8 (para 833.3) prescrive di verificare che la tensione longitudinale sia compresa entro un valore ammissibile pari al 90% della tensione di snervamento:

$$\sigma_{LT}^B \leq 0.9\sigma_Y$$

con:

$$\sigma_{LT}^B = -\nu\sigma_H^B + \sigma_{\Delta T}^B + \sigma_{SISMA}^{TOT}$$

dove:

$$\sigma_H^B = \frac{PD_e}{2t_c}$$

e

$$\sigma_{\Delta T}^B = E \alpha \Delta T$$

Si sottolinea che per la verifica del tratto in curva non si esegue il controllo delle tensioni combinate, in quanto la normativa ASME B31.8, al paragrafo 833.4 - capoverso (f), prescrive tale verifica esclusivamente per porzioni di tubazione rettilinee.

La normativa EN1594 (Rif.[2]) al paragrafo 7.4.1.2 richiede che la tensione equivalente calcolata secondo "Von Mises" sia compresa entro un valore ammissibile pari al 100% della tensione di snervamento.

$$\sigma_{VM}^B \leq \sigma_Y$$

con:

$$\sigma_{VM}^B = \sqrt{\sigma_{LT}^B{}^2 + \sigma_H^B{}^2 - \sigma_{LT}^B \sigma_H^B}$$

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE						
DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2						
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO						
N° Documento:	Foglio		Rev.:			N° Documento Cliente:
03858-SAN-RE-201-001	21	di	88	00		RE-TEC-023

#### 5.4.2. Parametri geotecnici

L'intero tracciato è stato suddiviso in 17 macroaree con caratteristiche geotecniche omogenee. A ciascun'area è stata assegnata la "Categoria Sottosuolo" più cautelativa ai fini del calcolo a scuotimento sismico, in base ai risultati delle prove MASW riportate nel Rif.[11].

Per il calcolo dell'interazione tubo-terreno relativo ai tratti di tubazione in curva per i diametri in oggetto (DN 400 / DN300) si sono utilizzati i seguenti valori riferiti alla categoria di sottosuolo analizzata.

Macroarea	Zona di Intervento (DN tubo)	Categoria Sottosuolo	Categoria Topografica	Angolo di attrito terreno $\varphi$	Peso di volume del terreno $\gamma_n$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Chilometrica Progressiva KP
[1]	Z1 (400)	B	T2	23°	19.8	da 0+000 (Z1) a 4+850 (Z1)
[2]	Z1 (400)	C	T1	25°	19.3	da 4+850 (Z1) a 7+000 (Z1)
[3]	Z1 (400)	C	T2	17°	19.0	da 7+000 (Z1) a 9+315 (Z1)
[4]	Z2 (400)	C	T1	22°	17.6	da 0+000 (Z2) a 0+855 (Z2)
[5]	Z3 (400)	B	T1	20°	19.2	da 0+000 (Z3) a 3+000 (Z3)
[6]	Z3 (400)	C	T2	18°	18.6	da 3+000 (Z3) a 7+000 (Z3)
[7]	Z3 (400) Z4 (400)	B	T1	35°	18.5	da 7+000 (Z3) a 1+000 (Z4)
[8]	Z4 (400)	B	T3	18°	19.5	da 1+000 (Z4) a 6+000 (Z4)
[9]	Z4 (400)	C	T2	19°	18.6	da 6+000 (Z4) a 10+000 (Z4)
[10]	Z4 (400)	B	T1	18°	18.6	da 10+000 (Z4) a 15+595 (Z4)
[11]	Z5 (400) Z6 (400) Z7 (400)	C	T1	18°	18.6	da 0+000 (Z5) a 0+075 (Z7)
[12]	Z8 (400)	C	T1	20°	18.6	da 0+000 (Z8) a 2+500 (Z8)
[13]	Z8 (400)	B	T1	28°	20.6	da 2+500 (Z8) a 4+415 (Z8)
[14]	Z9 (300)	B	T1	23°	19.6	da 0+000 (Z9) a 4+000 (Z9)
[15]	Z9 (300)	C	T2	23°	18.6	da 4+000 (Z9) a 4+500 (Z9)
[16]	Z9 (300)	B	T1	17°	18.7	da 4+500 (Z9) a 14+015 (Z9)
[17]	Z10 (300)	B	T1	20°	18.7	da 0+000 (Z10) a 3+640 (Z10)

Tab. 5.4.2 - parametri geotecnici

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE					
DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2					
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO					
N° Documento: 03858-SAN-RE-201-001	Foglio 22 di 88	Rev.:			N° Documento Cliente: RE-TEC-023
		00			

Per la stima del modulo di reazione del suolo  $k_0$  è stato fatto riferimento alla tabella elaborata per le "Iowa Formula".

#### 5.4.3. Parametri sismici

Per la verifica a scuotimento sismico sono stati applicati i parametri sismici riportati qui di seguito in tabella per ciascuna delle 17 macroaree.

Macroarea	$a_g$ [m/s <sup>2</sup> ]	$F_0$	$T_c^*$ [s]	Chilometrica Progressiva KP (Zona intervento)
[1]	1.44	2.52	0.38	3+950 (Z1)
[2]	1.42	2.52	0.38	4+900 (Z1)
[3]	1.39	2.52	0.38	6+450 (Z1)
[4]	1.35	2.52	<b>0.39</b>	0+600 (Z2)
[5]	1.39	2.51	0.37	1+950 (Z3)
[6]	1.40	2.51	0.37	3+700 (Z3)
[7]	1.36	2.53	0.37	7+300 (Z3)
[8]	1.38	2.54	0.35	2+850 (Z4)
[9]	1.30	<b>2.56</b>	0.36	6+500 (Z4)
[10]	1.41	2.55	0.35	11+750 (Z4)
[11]	1.35	2.56	0.35	0+750 (Z5)
[12]	1.41	2.55	0.34	0+400 (Z8)
[13]	1.54	2.53	0.33	4+415 (Z8)
[14]	1.54	2.53	0.33	0+200 (Z9)
[15]	1.54	2.52	0.33	4+150 (Z9)
[16]	1.66	2.49	0.33	8+900 (Z9)
[17]	<b>2.08</b>	2.43	0.31	0+000 (Z10)

Tab. 5.4.2 - parametri sismici

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>					
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>					
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>					
N° Documento:	Foglio	Rev.:			N° Documento Cliente:
03858-SAN-RE-201-001	23 di 88	00			RE-TEC-023

## 6 VERIFICHE A SCUOTIMENTO SISMICO

### 6.1 Sintesi Parametri di Calcolo

$a_g$	accelerazione massima su suolo di riferimento rigido
$T^*_C$	periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale
$F_0$	valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
Cat. Suolo	categoria del sottosuolo
Cat. Topo	categoria topografica
$D_e$	diametro esterno condotta
$t$	spessore condotta tratto rettilineo
$E$	modulo di elasticità materiale condotta
$\nu$	coefficiente di Poisson materiale condotta
$\sigma_Y$	limite di snervamento materiale condotta
$\alpha$	coefficiente di dilatazione termica materiale condotta
$\gamma_p$	densità acciaio
$C$	velocità apparente di propagazione dell'onda sismica
$\Delta T$	salto termico di progetto
$P$	pressione interna di progetto
$t_c$	spessore condotta tratto in curva
$k_0$	modulo di reazione laterale del suolo
$\varphi$	angolo di attrito suolo
rivest.	materiale rivestimento condotta
$H$	copertura minima suolo
$r_0$	raggio di curvatura della deviazione
$\gamma_n$	peso di volume naturale del suolo
$S_T$	coefficiente di amplificazione topografica
$S_S$	coefficiente di amplificazione stratigrafica
$C_C$	coefficiente funzione della categoria di sottosuolo
$S_{NTC}$	coefficiente relativo alla categoria topografica e del sottosuolo
$T_C$	periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro
$a_{max}$	accelerazione massima attesa al sito
$V_{MAX}$	velocità orizzontale massima del terreno
$\epsilon^{S_{SISMA}}$	deformazione assiale del suolo dovuta al passaggio delle onde di taglio
$\epsilon^{P_{SISMA}}$	deformazione assiale del suolo dovuta al passaggio delle onde di compressione
$\epsilon^{R_{SISMA}}$	deformazione assiale del suolo dovuta al passaggio delle onde di Rayleigh
$K^{S_{SISMA}}$	curvatura del suolo dovuta al passaggio delle onde di taglio
$K^{P_{SISMA}}$	curvatura del suolo dovuta al passaggio delle onde di compressione
$K^{R_{SISMA}}$	curvatura del suolo dovuta al passaggio delle onde di Rayleigh
$\sigma_{\epsilon}^{S_{SISMA}}$	tensione dovuta alla deformazione orizzontale del suolo per il passaggio delle onde di taglio
$\sigma_{\epsilon}^{P_{SISMA}}$	tensione dovuta alla deformazione orizzontale del suolo per il passaggio delle onde di compressione
$\sigma_{\epsilon}^{R_{SISMA}}$	tensione dovuta alla deformazione orizzontale del suolo per il passaggio delle onde di Rayleigh
$\sigma_k^{S_{SISMA}}$	tensione dovuta alla curvatura del suolo per il passaggio delle onde di taglio

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE						
DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2						
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO						
N° Documento:	Foglio		Rev.:			N° Documento Cliente:
03858-SAN-RE-201-001	24	di 88	00			RE-TEC-023

$\sigma_K^P$ SISMA	tensione dovuta alla curvatura del suolo per il passaggio delle onde di compressione
$\sigma_K^R$ SISMA	tensione dovuta alla curvatura del suolo per il passaggio delle onde di Rayleigh
$\sigma_E$ SISMA	tensione totale dovuta alla deformazione assiale (tratto rettilineo)
$\sigma_K$ SISMA	tensione totale per sisma, dovuta alla curvatura (tratto rettilineo)
$\sigma$ SISMA	tensione totale sismica (tratto rettilineo)
$\sigma_{\Delta T}$	tensione dovuta al salto termico (tratto rettilineo)
$\sigma_H$	tensione circonferenziale (tratto rettilineo)
$\sigma_{LO}$	combinazione tensioni longitudinali UNRESTRAINED (tratto rettilineo)
$\sigma_{LT}$	combinazione tensioni longitudinali RESTRAINED (tratto rettilineo)
$\sigma_{VM}$	combinazione delle tensioni secondo Von Mises (tratto rettilineo)
$F_{LO}$	rapporto tra tensione di progetto long. e tensione max ammissibile UNRESTRAINED (tratto rettilineo)
$F_{LT}$	rapporto tra tensione di progetto long. e tensione max. ammissibile RESTRAINED (tratto rettilineo)
$F_{VM}$	rapporto tra tensioni combinate e tensione max. ammissibile RESTRAINED (tratto rettilineo)
$\varepsilon$	rapporto tra deformazione di progetto e deformazione massima ammissibile
$\delta$	angolo di attrito tubo-terreno
$K_o$	coefficiente di spinta a riposo del terreno
$H_t$	quota da piano campagna ad asse tubo
$\varepsilon_{MAX}$	deformazione assiale massima del suolo dovuta al sisma
$I$	momento d'inerzia della sezione trasversale del tubo
$A_p$	area della sezione trasversale del tubo
$\lambda$	parametro per le travi su fondazione elastica
$W_p$	peso lineare del tubo
$t_u$	forza di attrito lineare sul tubo
$K^*$	coefficiente adimensionale utilizzato nel calcolo delle curve flessibili
$K_1$	fattore di intensificazione dello stress
$L'$	lunghezza di scorrimento del tubo nel terreno su cui agisce la forza di attrito $t_u$
$\Delta$	spostamento dovuto allo scorrimento del tubo nel terreno
$S$	forza assiale sul tratto rettilineo longitudinale parallelo all'onda sismica
$M$	momento flettente sulla curva
$\sigma^S$ SISMA	tensione assiale sulla curva dovuta alla forza S
$\sigma^M$ SISMA	tensione di flessione sulla curva dovuta al momento flettente M
$\sigma^{TOT}$ SISMA	tensione totale sismica (tratto in curva)
$\sigma^{B_{DT}}$	tensione dovuta al salto termico (tratto in curva)
$\sigma^{B_H}$	tensione circonferenziale (tratto in curva)
$\sigma^{B_{LO}}$	combinazione tensioni longitudinali UNRESTRAINED (tratto in curva)
$\sigma^{B_{LT}}$	combinazione tensioni longitudinali RESTRAINED (tratto in curva)
$\sigma^{B_{VM}}$	combinazione delle tensioni secondo Von Mises (tratto in curva)
$F^{B_{LO}}$	rapporto tra tensione di progetto long. e tensione max. ammissibile UNRESTRAINED (tratto in curva)
$F^{B_{LT}}$	rapporto tra tensione di progetto long. e tensione max. ammissibile RESTRAINED (tratto in curva)
$F^{B_{VM}}$	rapporto tra tensioni combinate e tensione max. ammissibile (tratto in curva)



<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>						
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>						
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>						
<b>N° Documento:</b>	<b>Foglio</b>		<b>Rev.:</b>			<b>N° Documento Cliente:</b>
03858-SAN-RE-201-001	25	di 88	00			RE-TEC-023

## 6.2 Verifica a Scuotimento Sismico DN 400 Macroarea 1

### 6.2.1. Dati di ingresso

$a_g$	=	1.44 m/s <sup>2</sup>
$T^*_c$	=	0.38 s
$F_0$	=	2.52 -
Cat. Suolo	=	B -
Cat. Topo	=	T2 -
$D_e$	=	406.4 mm
$t$	=	11.1 mm
$E$	=	203450 N/mm <sup>2</sup>
$\nu$	=	0.3 -
$\sigma_Y$	=	360 N/mm <sup>2</sup>
$\alpha$	=	0.0000117 1/°C
$\gamma_p$	=	78.5 kN/m <sup>3</sup>
$C$	=	915 m/s
$\Delta T$	=	45 °C
$P$	=	75 bar
$t_c$	=	11.1 mm
$k_0$	=	6.9 N/mm <sup>2</sup>
$\varphi$	=	23 deg
rivest.	=	polyethylene -
$H$	=	1.5 m
$r_0$	=	2845 mm
$\gamma_n$	=	19.8 kN/m <sup>3</sup>

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE						
DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2						
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO						
N° Documento:	Foglio		Rev.:			N° Documento Cliente:
03858-SAN-RE-201-001	26	di	88	00		RE-TEC-023

### 6.2.2. Verifica tratto rettilineo

#### CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE SECONDO LE NTC 2018

$S_T$	=	1.20	-
$S_S$	=	1.200	-
$C_C$	=	1.335	-
$S_{NTC}$	=	1.440	-
$T_C$	=	0.507	s
$a_{max}$	=	2.07360	m/s <sup>2</sup>
$V_{MAX}$	=	0.1683	m/s

#### CALCOLO DELLE DEFORMAZIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO RETTILINEO

$\epsilon^{S_{SISMA}}$	=	0.000091963	-
$\epsilon^{P_{SISMA}}$	=	0.000183926	-
$\epsilon^{R_{SISMA}}$	=	0.000183926	-
$K^{S_{SISMA}}$	=	0.000002477	m <sup>-1</sup>
$K^{P_{SISMA}}$	=	0.000000954	m <sup>-1</sup>
$K^{R_{SISMA}}$	=	0.000002477	m <sup>-1</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO RETTILINEO

$\sigma_{\epsilon}^{S_{SISMA}}$	=	18.71	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{P_{SISMA}}$	=	37.42	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{R_{SISMA}}$	=	37.42	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{S_{SISMA}}$	=	0.10	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{P_{SISMA}}$	=	0.04	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{R_{SISMA}}$	=	0.10	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{SISMA}$	=	56.13	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{SISMA}$	=	0.15	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{SISMA}$	=	56.28	N/mm <sup>2</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI TOTALI SUL TRATTO RETTILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$\sigma_{\Delta T}$	=	107.12	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_H$	=	137.30	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{LO}$	=	124.93	N/mm <sup>2</sup> "UNRESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{LT}$	=	122.21	N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{VM}$	=	130.41	N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"

#### VERIFICA TENSIONI E DEFORMAZIONE SUL TRATTO RETTILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$F_{LO}$	=	0.35	< 0.75	<b>VERIFICATO</b>
$F_{LT}$	=	0.34	< 0.90	<b>VERIFICATO</b>
$F_{VM}$	=	0.36	< 1.00	<b>VERIFICATO</b>
$\epsilon$	=	0.08	< 1.00	<b>VERIFICATO</b>

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE						
DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2						
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO						
N° Documento:	Foglio		Rev.:			N° Documento Cliente:
03858-SAN-RE-201-001	27	di	88	00		RE-TEC-023

### 6.2.3. Verifica tratto in curva

#### CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE SULLE CURVE SECONDO LE ASCE 1984

$\delta$	=	13.8 deg
$\varphi$	=	0.401425728 rad
$\delta$	=	0.240855437 rad
$K_0$	=	0.609268872 -
$H_t$	=	1.7032 m
$\epsilon_{MAX}$	=	0.000183926 -
$I$	=	269467011.8 mm <sup>4</sup>
$A_p$	=	13784.77449 mm <sup>2</sup>
$\lambda$	=	0.000421087 mm <sup>-1</sup>
$W_p$	=	1.082104798 kN/m
$t_u$	=	8.775270876 kN/m
$K^*$	=	0.471159497 -
$K_1$	=	0.97285573 -
$L'$	=	52700.81598 mm
$\Delta$	=	4.476263458 mm
$S$	=	41.23388069 kN
$M$	=	10895.50847 kN*mm

#### CALCOLO DELLE TENSIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO CURVILINEO

$\sigma^{S_{SISMA}}$	=	2.991262622 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{M_{SISMA}}$	=	7.993077813 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{TOT_{SISMA}}$	=	10.98434043 N/mm <sup>2</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI TOTALI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$\sigma^{B_{DT}}$	=	107.12 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{B_H}$	=	137.30 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{B_{LO}}$	=	79.63 N/mm <sup>2</sup> "UNRESTRAINED PIPELINE"
$\sigma^{B_{LT}}$	=	76.91 N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"
$\sigma^{B_{VM}}$	=	119.19 N/mm <sup>2</sup>

#### VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$F^{B_{LO}}$	=	0.22 < 0.75	<b>VERIFICATO</b>
$F^{B_{LT}}$	=	0.21 < 0.90	<b>VERIFICATO</b>

#### VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE EN1594

$F^{B_{VM}}$	=	0.33 < 1.00	<b>VERIFICATO</b>
--------------	---	-------------	-------------------

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>					
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>					
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>					
<b>N° Documento:</b>		<b>Foglio</b>		<b>Rev.:</b>	
03858-SAN-RE-201-001		28 di 88		00	
				<b>N° Documento Cliente:</b>	
				RE-TEC-023	

### 6.3 Verifica a Scuotimento Sismico DN 400 Macroarea 2

#### 6.3.1. Dati di ingresso

$a_g$	=	1.42 m/s <sup>2</sup>
$T^*_c$	=	0.38 s
$F_0$	=	2.52 -
Cat. Suolo	=	C -
Cat. Topo	=	T1 -
$D_e$	=	406.4 mm
$t$	=	11.1 mm
$E$	=	203450 N/mm <sup>2</sup>
$\nu$	=	0.3 -
$\sigma_Y$	=	360 N/mm <sup>2</sup>
$\alpha$	=	0.0000117 1/°C
$\gamma_p$	=	78.5 kN/m <sup>3</sup>
$C$	=	915 m/s
$\Delta T$	=	45 °C
$P$	=	75 bar
$t_c$	=	11.1 mm
$k_0$	=	10.3 N/mm <sup>2</sup>
$\varphi$	=	25 deg
rivest.	=	polyethylene -
$H$	=	1.5 m
$r_0$	=	2845 mm
$\gamma_n$	=	19.3 kN/m <sup>3</sup>

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE						
DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2						
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO						
N° Documento:	Foglio		Rev.:			N° Documento Cliente:
03858-SAN-RE-201-001	29	di	88	00		RE-TEC-023

### 6.3.2. Verifica tratto rettilineo

#### CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE SECONDO LE NTC 2018

$S_T$	=	1.00	-
$S_S$	=	1.481	-
$C_C$	=	1.445	-
$S_{NTC}$	=	1.481	-
$T_C$	=	0.549	s
$a_{max}$	=	2.10322	m/s <sup>2</sup>
$V_{MAX}$	=	0.1848	m/s

#### CALCOLO DELLE DEFORMAZIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO RETTILINEO

$\epsilon^{S_{SISMA}}$	=	0.000100971	-
$\epsilon^{P_{SISMA}}$	=	0.000201942	-
$\epsilon^{R_{SISMA}}$	=	0.000201942	-
$K^{S_{SISMA}}$	=	0.000002512	m <sup>-1</sup>
$K^{P_{SISMA}}$	=	0.000000967	m <sup>-1</sup>
$K^{R_{SISMA}}$	=	0.000002512	m <sup>-1</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO RETTILINEO

$\sigma_{\epsilon}^{S_{SISMA}}$	=	20.54	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{P_{SISMA}}$	=	41.09	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{R_{SISMA}}$	=	41.09	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{S_{SISMA}}$	=	0.10	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{P_{SISMA}}$	=	0.04	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{R_{SISMA}}$	=	0.10	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{SISMA}$	=	61.63	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{SISMA}$	=	0.15	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{SISMA}$	=	61.78	N/mm <sup>2</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI TOTALI SUL TRATTO RETTILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$\sigma_{\Delta T}$	=	107.12	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_H$	=	137.30	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{LO}$	=	130.43	N/mm <sup>2</sup> "UNRESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{LT}$	=	127.71	N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{VM}$	=	132.76	N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"

#### VERIFICA TENSIONI E DEFORMAZIONE SUL TRATTO RETTILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$F_{LO}$	=	0.36	< 0.75	<b>VERIFICATO</b>
$F_{LT}$	=	0.35	< 0.90	<b>VERIFICATO</b>
$F_{VM}$	=	0.37	< 1.00	<b>VERIFICATO</b>
$\epsilon$	=	0.08	< 1.00	<b>VERIFICATO</b>

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE						
DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2						
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO						
N° Documento:	Foglio		Rev.:			N° Documento Cliente:
03858-SAN-RE-201-001	30	di 88	00			RE-TEC-023

### 6.3.3. Verifica tratto in curva

#### CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE SULLE CURVE SECONDO LE ASCE 1984

$\delta$	=	15 deg
$\varphi$	=	0.436332313 rad
$\delta$	=	0.261799388 rad
$K_0$	=	0.577381738 -
$H_t$	=	1.7032 m
$\epsilon_{MAX}$	=	0.000201942 -
$I$	=	269467011.8 mm <sup>4</sup>
$A_p$	=	13784.77449 mm <sup>2</sup>
$\lambda$	=	0.00046601 mm <sup>-1</sup>
$W_p$	=	1.082104798 kN/m
$t_u$	=	9.159176604 kN/m
$K^*$	=	0.471159497 -
$K_1$	=	0.97285573 -
$L'$	=	53378.91648 mm
$\Delta$	=	4.85511781 mm
$S$	=	59.9685335 kN
$M$	=	13078.39501 kN*mm

#### CALCOLO DELLE TENSIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO CURVILINEO

$\sigma_{SISMA}^S$	=	4.350345631 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{SISMA}^M$	=	9.594469984 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{SISMA}^{TOT}$	=	13.94481562 N/mm <sup>2</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI TOTALI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$\sigma_{DT}^B$	=	107.12 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_H^B$	=	137.30 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{LO}^B$	=	82.59 N/mm <sup>2</sup> "UNRESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{LT}^B$	=	79.87 N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{VM}^B$	=	119.43 N/mm <sup>2</sup>

#### VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$F_{LO}^B$	=	0.23 < 0.75	<b>VERIFICATO</b>
$F_{LT}^B$	=	0.22 < 0.90	<b>VERIFICATO</b>

#### VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE EN1594

$F_{VM}^B$	=	0.33 < 1.00	<b>VERIFICATO</b>
------------	---	-------------	-------------------

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>					
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>					
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>					
<b>N° Documento:</b>		<b>Foglio</b>		<b>Rev.:</b>	
03858-SAN-RE-201-001		31 di 88		00	
				<b>N° Documento Cliente:</b>	
				RE-TEC-023	

## 6.4 Verifica a Scuotimento Sismico DN 400 Macroarea 3

### 6.4.1. Dati di ingresso

$a_g$	=	1.39 m/s <sup>2</sup>
$T^*_c$	=	0.38 s
$F_0$	=	2.52 -
Cat. Suolo	=	C -
Cat. Topo	=	T2 -
$D_e$	=	406.4 mm
$t$	=	11.1 mm
$E$	=	203450 N/mm <sup>2</sup>
$\nu$	=	0.3 -
$\sigma_Y$	=	360 N/mm <sup>2</sup>
$\alpha$	=	0.0000117 1/°C
$\gamma_p$	=	78.5 kN/m <sup>3</sup>
$C$	=	915 m/s
$\Delta T$	=	45 °C
$P$	=	75 bar
$t_c$	=	11.1 mm
$k_0$	=	10.3 N/mm <sup>2</sup>
$\varphi$	=	17 deg
rivest.	=	polyethylene -
$H$	=	1.5 m
$r_0$	=	2845 mm
$\gamma_n$	=	19 kN/m <sup>3</sup>

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE						
DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2						
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO						
N° Documento:	Foglio		Rev.:			N° Documento Cliente:
03858-SAN-RE-201-001	32	di	88	00		RE-TEC-023

#### 6.4.2. Verifica tratto rettilineo

##### CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE SECONDO LE NTC 2018

$S_T$	=	1.20	-
$S_S$	=	1.486	-
$C_C$	=	1.445	-
$S_{NTC}$	=	1.783	-
$T_C$	=	0.549	s
$a_{max}$	=	2.47825	m/s <sup>2</sup>
$V_{MAX}$	=	0.2177	m/s

##### CALCOLO DELLE DEFORMAZIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO RETTILINEO

$\epsilon^{S_{SISMA}}$	=	0.000118976	-
$\epsilon^{P_{SISMA}}$	=	0.000237951	-
$\epsilon^{R_{SISMA}}$	=	0.000237951	-
$K^{S_{SISMA}}$	=	0.000002960	m <sup>-1</sup>
$K^{P_{SISMA}}$	=	0.000001140	m <sup>-1</sup>
$K^{R_{SISMA}}$	=	0.000002960	m <sup>-1</sup>

##### CALCOLO DELLE TENSIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO RETTILINEO

$\sigma_{\epsilon}^{S_{SISMA}}$	=	24.21	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{P_{SISMA}}$	=	48.41	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{R_{SISMA}}$	=	48.41	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{S_{SISMA}}$	=	0.12	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{P_{SISMA}}$	=	0.05	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{R_{SISMA}}$	=	0.12	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{SISMA}$	=	72.62	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{SISMA}$	=	0.18	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{SISMA}$	=	72.80	N/mm <sup>2</sup>

##### CALCOLO DELLE TENSIONI TOTALI SUL TRATTO RETTILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$\sigma_{\Delta T}$	=	107.12	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_H$	=	137.30	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{LO}$	=	141.44	N/mm <sup>2</sup> "UNRESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{LT}$	=	138.72	N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{VM}$	=	138.02	N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"

##### VERIFICA TENSIONI E DEFORMAZIONE SUL TRATTO RETTILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$F_{LO}$	=	0.39	< 0.75	<b>VERIFICATO</b>
$F_{LT}$	=	0.39	< 0.90	<b>VERIFICATO</b>
$F_{VM}$	=	0.38	< 1.00	<b>VERIFICATO</b>
$\epsilon$	=	0.09	< 1.00	<b>VERIFICATO</b>



RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE						
DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2						
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO						
N° Documento:	Foglio	Rev.:			N° Documento Cliente:	
03858-SAN-RE-201-001	33 di 88	00				RE-TEC-023

### 6.4.3. Verifica tratto in curva

#### CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE SULLE CURVE SECONDO LE ASCE 1984

$\delta$	=	10.2 deg
$\varphi$	=	0.296705973 rad
$\delta$	=	0.178023584 rad
$K_0$	=	0.707628295 -
$H_t$	=	1.7032 m
$\epsilon_{MAX}$	=	0.000237951 -
$I$	=	269467011.8 mm <sup>4</sup>
$A_p$	=	13784.77449 mm <sup>2</sup>
$\lambda$	=	0.00046601 mm <sup>-1</sup>
$W_p$	=	1.082104798 kN/m
$t_u$	=	6.541955478 kN/m
$K^*$	=	0.471159497 -
$K_1$	=	0.97285573 -
$L'$	=	82037.54885 mm
$\Delta$	=	8.321698228 mm
$S$	=	102.7863913 kN
$M$	=	22416.4399 kN*mm

#### CALCOLO DELLE TENSIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO CURVILINEO

$\sigma_{SISMA}^S$	=	7.45651598 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{SISMA}^M$	=	16.44497353 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{SISMA}^{TOT}$	=	23.90148951 N/mm <sup>2</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI TOTALI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$\sigma_{DT}^B$	=	107.12 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_H^B$	=	137.30 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{LO}^B$	=	92.55 N/mm <sup>2</sup> "UNRESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{LT}^B$	=	89.83 N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{VM}^B$	=	120.77 N/mm <sup>2</sup>

#### VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$F_{LO}^B$	=	0.26 < 0.75	<b>VERIFICATO</b>
$F_{LT}^B$	=	0.25 < 0.90	<b>VERIFICATO</b>

#### VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE EN1594

$F_{VM}^B$	=	0.34 < 1.00	<b>VERIFICATO</b>
------------	---	-------------	-------------------

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>					
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>					
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>					
<b>N° Documento:</b>		<b>Foglio</b>		<b>Rev.:</b>	
03858-SAN-RE-201-001		34 di 88		00	
				<b>N° Documento Cliente:</b>	
				RE-TEC-023	

## 6.5 Verifica a Scuotimento Sismico DN 400 Macroarea 4

### 6.5.1. Dati di ingresso

$a_g$	=	1.35 m/s <sup>2</sup>
$T^*_c$	=	0.39 s
$F_0$	=	2.52 -
Cat. Suolo	=	C -
Cat. Topo	=	T1 -
$D_e$	=	406.4 mm
$t$	=	11.1 mm
$E$	=	203450 N/mm <sup>2</sup>
$\nu$	=	0.3 -
$\sigma_Y$	=	360 N/mm <sup>2</sup>
$\alpha$	=	0.0000117 1/°C
$\gamma_p$	=	78.5 kN/m <sup>3</sup>
$C$	=	915 m/s
$\Delta T$	=	45 °C
$P$	=	75 bar
$t_c$	=	11.1 mm
$k_0$	=	8.3 N/mm <sup>2</sup>
$\varphi$	=	22 deg
rivest.	=	polyethylene -
$H$	=	1.5 m
$r_0$	=	2845 mm
$\gamma_n$	=	17.6 kN/m <sup>3</sup>

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE						
DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2						
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO						
N° Documento:	Foglio	Rev.:			N° Documento Cliente:	
03858-SAN-RE-201-001	35 di 88	00				RE-TEC-023

### 6.5.2. Verifica tratto rettilineo

#### CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE SECONDO LE NTC 2018

$S_T$	=	1.00	-
$S_S$	=	1.492	-
$C_C$	=	1.433	-
$S_{NTC}$	=	1.492	-
$T_C$	=	0.559	s
$a_{max}$	=	2.01410	m/s <sup>2</sup>
$V_{MAX}$	=	0.1801	m/s

#### CALCOLO DELLE DEFORMAZIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO RETTILINEO

$\epsilon^{S_{SISMA}}$	=	0.000098390	-
$\epsilon^{P_{SISMA}}$	=	0.000196781	-
$\epsilon^{R_{SISMA}}$	=	0.000196781	-
$K^{S_{SISMA}}$	=	0.000002406	m <sup>-1</sup>
$K^{P_{SISMA}}$	=	0.000000926	m <sup>-1</sup>
$K^{R_{SISMA}}$	=	0.000002406	m <sup>-1</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO RETTILINEO

$\sigma_{\epsilon}^{S_{SISMA}}$	=	20.02	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{P_{SISMA}}$	=	40.04	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{R_{SISMA}}$	=	40.04	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{S_{SISMA}}$	=	0.10	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{P_{SISMA}}$	=	0.04	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{R_{SISMA}}$	=	0.10	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{SISMA}$	=	60.05	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{SISMA}$	=	0.15	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{SISMA}$	=	60.20	N/mm <sup>2</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI TOTALI SUL TRATTO RETTILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$\sigma_{\Delta T}$	=	107.12	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_H$	=	137.30	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{LO}$	=	128.85	N/mm <sup>2</sup> "UNRESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{LT}$	=	126.13	N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{VM}$	=	132.07	N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"

#### VERIFICA TENSIONI E DEFORMAZIONE SUL TRATTO RETTILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$F_{LO}$	=	0.36	< 0.75	<b>VERIFICATO</b>
$F_{LT}$	=	0.35	< 0.90	<b>VERIFICATO</b>
$F_{VM}$	=	0.37	< 1.00	<b>VERIFICATO</b>
$\epsilon$	=	0.08	< 1.00	<b>VERIFICATO</b>

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE					
DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2					
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO					
N° Documento:	Foglio	Rev.:			N° Documento Cliente:
03858-SAN-RE-201-001	36 di 88	00			RE-TEC-023

### 6.5.3. Verifica tratto in curva

#### CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE SULLE CURVE SECONDO LE ASCE 1984

$\delta$	=	13.2 deg
$\varphi$	=	0.383972435 rad
$\delta$	=	0.230383461 rad
$K_0$	=	0.625393407 -
$H_t$	=	1.7032 m
$\epsilon_{MAX}$	=	0.000196781 -
$I$	=	269467011.8 mm <sup>4</sup>
$A_p$	=	13784.77449 mm <sup>2</sup>
$\lambda$	=	0.000440725 mm <sup>-1</sup>
$W_p$	=	1.082104798 kN/m
$t_u$	=	7.54908434 kN/m
$K^*$	=	0.471159497 -
$K_1$	=	0.97285573 -
$L'$	=	63107.8523 mm
$\Delta$	=	5.580405759 mm
$S$	=	58.64511067 kN
$M$	=	14216.50862 kN*mm

#### CALCOLO DELLE TENSIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO CURVILINEO

$\sigma^{S_{SISMA}}$	=	4.254339504 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{M_{SISMA}}$	=	10.429404 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{TOT_{SISMA}}$	=	14.68374351 N/mm <sup>2</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI TOTALI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$\sigma^{B_{DT}}$	=	107.12 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{B_H}$	=	137.30 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{B_{LO}}$	=	83.33 N/mm <sup>2</sup> "UNRESTRAINED PIPELINE"
$\sigma^{B_{LT}}$	=	80.61 N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"
$\sigma^{B_{VM}}$	=	119.50 N/mm <sup>2</sup>

#### VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$F^{B_{LO}}$	=	0.23 < 0.75	<b>VERIFICATO</b>
$F^{B_{LT}}$	=	0.22 < 0.90	<b>VERIFICATO</b>

#### VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE EN1594

$F^{B_{VM}}$	=	0.33 < 1.00	<b>VERIFICATO</b>
--------------	---	-------------	-------------------

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>						
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>						
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>						
<b>N° Documento:</b>		<b>Foglio</b>		<b>Rev.:</b>		<b>N° Documento Cliente:</b>
03858-SAN-RE-201-001		37 di 88		00		RE-TEC-023

## 6.6 Verifica a Scuotimento Sismico DN 400 Macroarea 5

### 6.6.1. Dati di ingresso

$a_g$	=	1.39 m/s <sup>2</sup>
$T^*_c$	=	0.37 s
$F_0$	=	2.51 -
Cat. Suolo	=	B -
Cat. Topo	=	T1 -
$D_e$	=	406.4 mm
$t$	=	11.1 mm
$E$	=	203450 N/mm <sup>2</sup>
$\nu$	=	0.3 -
$\sigma_Y$	=	360 N/mm <sup>2</sup>
$\alpha$	=	0.0000117 1/°C
$\gamma_p$	=	78.5 kN/m <sup>3</sup>
$C$	=	915 m/s
$\Delta T$	=	45 °C
$P$	=	75 bar
$t_c$	=	11.1 mm
$k_0$	=	10.3 N/mm <sup>2</sup>
$\varphi$	=	20 deg
rivest.	=	polyethylene -
$H$	=	1.5 m
$r_0$	=	2845 mm
$\gamma_n$	=	19.2 kN/m <sup>3</sup>

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE						
DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2						
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO						
N° Documento:	Foglio	Rev.:			N° Documento Cliente:	
03858-SAN-RE-201-001	38 di 88	00				RE-TEC-023

### 6.6.2. Verifica tratto rettilineo

#### CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE SECONDO LE NTC 2018

$S_T$	=	1.00	-
$S_S$	=	1.200	-
$C_C$	=	1.342	-
$S_{NTC}$	=	1.200	-
$T_C$	=	0.497	s
$a_{max}$	=	1.66800	m/s <sup>2</sup>
$V_{MAX}$	=	0.1325	m/s

#### CALCOLO DELLE DEFORMAZIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO RETTILINEO

$\epsilon^{S_{SISMA}}$	=	0.000072413	-
$\epsilon^{P_{SISMA}}$	=	0.000144827	-
$\epsilon^{R_{SISMA}}$	=	0.000144827	-
$K^{S_{SISMA}}$	=	0.000001992	m <sup>-1</sup>
$K^{P_{SISMA}}$	=	0.000000767	m <sup>-1</sup>
$K^{R_{SISMA}}$	=	0.000001992	m <sup>-1</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO RETTILINEO

$\sigma_{\epsilon}^{S_{SISMA}}$	=	14.73	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{P_{SISMA}}$	=	29.47	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{R_{SISMA}}$	=	29.47	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{S_{SISMA}}$	=	0.08	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{P_{SISMA}}$	=	0.03	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{R_{SISMA}}$	=	0.08	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{SISMA}$	=	44.20	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{SISMA}$	=	0.12	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{SISMA}$	=	44.32	N/mm <sup>2</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI TOTALI SUL TRATTO RETTILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$\sigma_{\Delta T}$	=	107.12	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_H$	=	137.30	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{LO}$	=	112.97	N/mm <sup>2</sup> "UNRESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{LT}$	=	110.25	N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{VM}$	=	125.97	N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"

#### VERIFICA TENSIONI E DEFORMAZIONE SUL TRATTO RETTILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$F_{LO}$	=	0.31	< 0.75	<b>VERIFICATO</b>
$F_{LT}$	=	0.31	< 0.90	<b>VERIFICATO</b>
$F_{VM}$	=	0.35	< 1.00	<b>VERIFICATO</b>
$\epsilon$	=	0.08	< 1.00	<b>VERIFICATO</b>

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE						
DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2						
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO						
N° Documento:	Foglio		Rev.:			N° Documento Cliente:
03858-SAN-RE-201-001	39	di	88	00		RE-TEC-023

### 6.6.3. Verifica tratto in curva

#### CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE SULLE CURVE SECONDO LE ASCE 1984

$\delta$	=	12 deg
$\varphi$	=	0.34906585 rad
$\delta$	=	0.20943951 rad
$K_0$	=	0.657979857 -
$H_t$	=	1.7032 m
$\epsilon_{MAX}$	=	0.000144827 -
$I$	=	269467011.8 mm <sup>4</sup>
$A_p$	=	13784.77449 mm <sup>2</sup>
$\lambda$	=	0.00046601 mm <sup>-1</sup>
$W_p$	=	1.082104798 kN/m
$t_u$	=	7.586897748 kN/m
$K^*$	=	0.471159497 -
$K_1$	=	0.97285573 -
$L'$	=	46984.71486 mm
$\Delta$	=	3.103240177 mm
$S$	=	38.33001995 kN
$M$	=	8359.302994 kN*mm

#### CALCOLO DELLE TENSIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO CURVILINEO

$\sigma^{S_{SISMA}}$	=	2.780605513 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{M_{SISMA}}$	=	6.132486564 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{TOT_{SISMA}}$	=	8.913092077 N/mm <sup>2</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI TOTALI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$\sigma^{B_{DT}}$	=	107.12 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{B_H}$	=	137.30 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{B_{LO}}$	=	77.56 N/mm <sup>2</sup> "UNRESTRAINED PIPELINE"
$\sigma^{B_{LT}}$	=	74.84 N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"
$\sigma^{B_{VM}}$	=	119.06 N/mm <sup>2</sup>

#### VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$F^{B_{LO}}$	=	0.22 < 0.75	<b>VERIFICATO</b>
$F^{B_{LT}}$	=	0.21 < 0.90	<b>VERIFICATO</b>

#### VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE EN1594

$F^{B_{VM}}$	=	0.33 < 1.00	<b>VERIFICATO</b>
--------------	---	-------------	-------------------

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>					
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>					
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>					
<b>N° Documento:</b>		<b>Foglio</b>		<b>Rev.:</b>	
03858-SAN-RE-201-001		40 di 88		00	
				<b>N° Documento Cliente:</b>	
				RE-TEC-023	

## 6.7 Verifica a Scuotimento Sismico DN 400 Macroarea 6

### 6.7.1. Dati di ingresso

$a_g$	=	1.4 m/s <sup>2</sup>
$T^*_c$	=	0.37 s
$F_0$	=	2.51 -
Cat. Suolo	=	C -
Cat. Topo	=	T2 -
$D_e$	=	406.4 mm
$t$	=	11.1 mm
$E$	=	203450 N/mm <sup>2</sup>
$\nu$	=	0.3 -
$\sigma_Y$	=	360 N/mm <sup>2</sup>
$\alpha$	=	0.0000117 1/°C
$\gamma_p$	=	78.5 kN/m <sup>3</sup>
$C$	=	915 m/s
$\Delta T$	=	45 °C
$P$	=	75 bar
$t_c$	=	11.1 mm
$k_0$	=	10.3 N/mm <sup>2</sup>
$\varphi$	=	18 deg
rivest.	=	polyethylene -
$H$	=	1.5 m
$r_0$	=	2845 mm
$\gamma_n$	=	18.6 kN/m <sup>3</sup>



RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE						
DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2						
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO						
N° Documento:	Foglio		Rev.:			N° Documento Cliente:
03858-SAN-RE-201-001	41	di	88	00		RE-TEC-023

### 6.7.2. Verifica tratto rettilineo

#### CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE SECONDO LE NTC 2018

$S_T$	=	1.20	-
$S_S$	=	1.485	-
$C_C$	=	1.458	-
$S_{NTC}$	=	1.782	-
$T_C$	=	0.539	s
$a_{max}$	=	2.49493	m/s <sup>2</sup>
$V_{MAX}$	=	0.2153	m/s

#### CALCOLO DELLE DEFORMAZIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO RETTILINEO

$\epsilon^{S_{SISMA}}$	=	0.000117655	-
$\epsilon^{P_{SISMA}}$	=	0.000235311	-
$\epsilon^{R_{SISMA}}$	=	0.000235311	-
$K^{S_{SISMA}}$	=	0.000002980	m <sup>-1</sup>
$K^{P_{SISMA}}$	=	0.000001147	m <sup>-1</sup>
$K^{R_{SISMA}}$	=	0.000002980	m <sup>-1</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO RETTILINEO

$\sigma_{\epsilon}^{S_{SISMA}}$	=	23.94	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{P_{SISMA}}$	=	47.87	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{R_{SISMA}}$	=	47.87	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{S_{SISMA}}$	=	0.12	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{P_{SISMA}}$	=	0.05	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{R_{SISMA}}$	=	0.12	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{SISMA}$	=	71.81	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{SISMA}$	=	0.18	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{SISMA}$	=	71.99	N/mm <sup>2</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI TOTALI SUL TRATTO RETTILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$\sigma_{\Delta T}$	=	107.12	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_H$	=	137.30	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{LO}$	=	140.64	N/mm <sup>2</sup> "UNRESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{LT}$	=	137.92	N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{VM}$	=	137.61	N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"

#### VERIFICA TENSIONI E DEFORMAZIONE SUL TRATTO RETTILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$F_{LO}$	=	0.39	< 0.75	<b>VERIFICATO</b>
$F_{LT}$	=	0.38	< 0.90	<b>VERIFICATO</b>
$F_{VM}$	=	0.38	< 1.00	<b>VERIFICATO</b>
$\epsilon$	=	0.09	< 1.00	<b>VERIFICATO</b>

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE						
DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2						
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO						
N° Documento:	Foglio		Rev.:			N° Documento Cliente:
03858-SAN-RE-201-001	42	di	88	00		RE-TEC-023

### 6.7.3. Verifica tratto in curva

#### CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE SULLE CURVE SECONDO LE ASCE 1984

$\delta$	=	10.8 deg
$\varphi$	=	0.314159265 rad
$\delta$	=	0.188495559 rad
$K_0$	=	0.690983006 -
$H_t$	=	1.7032 m
$\epsilon_{MAX}$	=	0.000235311 -
$I$	=	269467011.8 mm <sup>4</sup>
$A_p$	=	13784.77449 mm <sup>2</sup>
$\lambda$	=	0.00046601 mm <sup>-1</sup>
$W_p$	=	1.082104798 kN/m
$t_u$	=	6.729900289 kN/m
$K^*$	=	0.471159497 -
$K_1$	=	0.97285573 -
$L'$	=	79367.22561 mm
$\Delta$	=	8.001887374 mm
$S$	=	98.83621156 kN
$M$	=	21554.95458 kN*mm

#### CALCOLO DELLE TENSIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO CURVILINEO

$\sigma^S_{SISMA}$	=	7.16995491 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^M_{SISMA}$	=	15.8129774 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{TOT}_{SISMA}$	=	22.98293232 N/mm <sup>2</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI TOTALI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$\sigma^{B_{DT}}$	=	107.12 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{B_H}$	=	137.30 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{B_{LO}}$	=	91.63 N/mm <sup>2</sup> "UNRESTRAINED PIPELINE"
$\sigma^{B_{LT}}$	=	88.91 N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"
$\sigma^{B_{VM}}$	=	120.62 N/mm <sup>2</sup>

#### VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$F^{B_{LO}}$	=	0.25 < 0.75	<b>VERIFICATO</b>
$F^{B_{LT}}$	=	0.25 < 0.90	<b>VERIFICATO</b>

#### VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE EN1594

$F^{B_{VM}}$	=	0.34 < 1.00	<b>VERIFICATO</b>
--------------	---	-------------	-------------------

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>						
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>						
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>						
<b>N° Documento:</b>		<b>Foglio</b>		<b>Rev.:</b>		<b>N° Documento Cliente:</b>
03858-SAN-RE-201-001		43 di 88		00		RE-TEC-023

## 6.8 Verifica a Scuotimento Sismico DN 400 Macroarea 7

### 6.8.1. Dati di ingresso

$a_g$	=	1.36 m/s <sup>2</sup>
$T^*_c$	=	0.37 s
$F_0$	=	2.53 -
Cat. Suolo	=	B -
Cat. Topo	=	T1 -
$D_e$	=	406.4 mm
$t$	=	11.1 mm
$E$	=	203450 N/mm <sup>2</sup>
$\nu$	=	0.3 -
$\sigma_Y$	=	360 N/mm <sup>2</sup>
$\alpha$	=	0.0000117 1/°C
$\gamma_p$	=	78.5 kN/m <sup>3</sup>
$C$	=	915 m/s
$\Delta T$	=	45 °C
$P$	=	75 bar
$t_c$	=	11.1 mm
$k_0$	=	15.2 N/mm <sup>2</sup>
$\varphi$	=	35 deg
rivest.	=	polyethylene -
$H$	=	1.5 m
$r_0$	=	2845 mm
$\gamma_n$	=	18.5 kN/m <sup>3</sup>

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE						
DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2						
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO						
N° Documento:	Foglio		Rev.:			N° Documento Cliente:
03858-SAN-RE-201-001	44	di	88	00		RE-TEC-023

### 6.8.2. Verifica tratto rettilineo

#### CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE SECONDO LE NTC 2018

$S_T$	=	1.00	-
$S_S$	=	1.200	-
$C_C$	=	1.342	-
$S_{NTC}$	=	1.200	-
$T_C$	=	0.497	s
$a_{max}$	=	1.63200	m/s <sup>2</sup>
$V_{MAX}$	=	0.1297	m/s

#### CALCOLO DELLE DEFORMAZIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO RETTILINEO

$\epsilon^{S_{SISMA}}$	=	0.000070851	-
$\epsilon^{P_{SISMA}}$	=	0.000141701	-
$\epsilon^{R_{SISMA}}$	=	0.000141701	-
$K^{S_{SISMA}}$	=	0.000001949	m <sup>-1</sup>
$K^{P_{SISMA}}$	=	0.000000750	m <sup>-1</sup>
$K^{R_{SISMA}}$	=	0.000001949	m <sup>-1</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO RETTILINEO

$\sigma_{\epsilon}^{S_{SISMA}}$	=	14.41	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{P_{SISMA}}$	=	28.83	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{R_{SISMA}}$	=	28.83	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{S_{SISMA}}$	=	0.08	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{P_{SISMA}}$	=	0.03	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{R_{SISMA}}$	=	0.08	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{SISMA}$	=	43.24	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{SISMA}$	=	0.12	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{SISMA}$	=	43.36	N/mm <sup>2</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI TOTALI SUL TRATTO RETTILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$\sigma_{\Delta T}$	=	107.12	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_H$	=	137.30	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{LO}$	=	112.01	N/mm <sup>2</sup> "UNRESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{LT}$	=	109.29	N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{VM}$	=	125.66	N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"

#### VERIFICA TENSIONI E DEFORMAZIONE SUL TRATTO RETTILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$F_{LO}$	=	0.31	< 0.75	<b>VERIFICATO</b>
$F_{LT}$	=	0.30	< 0.90	<b>VERIFICATO</b>
$F_{VM}$	=	0.35	< 1.00	<b>VERIFICATO</b>
$\epsilon$	=	0.08	< 1.00	<b>VERIFICATO</b>

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE						
DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2						
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO						
N° Documento:	Foglio		Rev.:			N° Documento Cliente:
03858-SAN-RE-201-001	45	di	88	00		RE-TEC-023

### 6.8.3. Verifica tratto in curva

#### CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE SULLE CURVE SECONDO LE ASCE 1984

$\delta$	=	21 deg
$\varphi$	=	0.610865238 rad
$\delta$	=	0.366519143 rad
$K_0$	=	0.426423564 -
$H_t$	=	1.7032 m
$\epsilon_{MAX}$	=	0.000141701 -
$I$	=	269467011.8 mm <sup>4</sup>
$A_p$	=	13784.77449 mm <sup>2</sup>
$\lambda$	=	0.000512835 mm <sup>-1</sup>
$W_p$	=	1.082104798 kN/m
$t_u$	=	11.4291734 kN/m
$K^*$	=	0.471159497 -
$K_1$	=	0.97285573 -
$L'$	=	30976.11329 mm
$\Delta$	=	2.03021986 mm
$S$	=	33.11054946 kN
$M$	=	6018.393848 kN*mm

#### CALCOLO DELLE TENSIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO CURVILINEO

$\sigma^{S_{SISMA}}$	=	2.401965261 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{M_{SISMA}}$	=	4.415167082 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{TOT_{SISMA}}$	=	6.817132343 N/mm <sup>2</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI TOTALI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$\sigma^{B_{DT}}$	=	107.12 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{B_H}$	=	137.30 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{B_{LO}}$	=	75.47 N/mm <sup>2</sup> "UNRESTRAINED PIPELINE"
$\sigma^{B_{LT}}$	=	72.74 N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"
$\sigma^{B_{VM}}$	=	118.97 N/mm <sup>2</sup>

#### VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$F^{B_{LO}}$	=	0.21 < 0.75	<b>VERIFICATO</b>
$F^{B_{LT}}$	=	0.20 < 0.90	<b>VERIFICATO</b>

#### VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE EN1594

$F^{B_{VM}}$	=	0.33 < 1.00	<b>VERIFICATO</b>
--------------	---	-------------	-------------------

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>					
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>					
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>					
<b>N° Documento:</b>		<b>Foglio</b>		<b>Rev.:</b>	
03858-SAN-RE-201-001		46 di 88		00	
				<b>N° Documento Cliente:</b>	
				RE-TEC-023	

## 6.9 Verifica a Scuotimento Sismico DN 400 Macroarea 8

### 6.9.1. Dati di ingresso

$a_g$	=	1.38 m/s <sup>2</sup>
$T^*_c$	=	0.35 s
$F_0$	=	2.54 -
Cat. Suolo	=	B -
Cat. Topo	=	T3 -
$D_e$	=	406.4 mm
$t$	=	11.1 mm
$E$	=	203450 N/mm <sup>2</sup>
$\nu$	=	0.3 -
$\sigma_Y$	=	360 N/mm <sup>2</sup>
$\alpha$	=	0.0000117 1/°C
$\gamma_p$	=	78.5 kN/m <sup>3</sup>
$C$	=	915 m/s
$\Delta T$	=	45 °C
$P$	=	75 bar
$t_c$	=	11.1 mm
$k_0$	=	6.2 N/mm <sup>2</sup>
$\varphi$	=	18 deg
rivest.	=	polyethylene -
$H$	=	1.5 m
$r_0$	=	2845 mm
$\gamma_n$	=	19.5 kN/m <sup>3</sup>

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE						
DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2						
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO						
N° Documento:	Foglio		Rev.:			N° Documento Cliente:
03858-SAN-RE-201-001	47	di	88	00		RE-TEC-023

### 6.9.2. Verifica tratto rettilineo

#### CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE SECONDO LE NTC 2018

$S_T$	=	1.20	-
$S_S$	=	1.200	-
$C_C$	=	1.357	-
$S_{NTC}$	=	1.440	-
$T_C$	=	0.475	s
$a_{max}$	=	1.98720	m/s <sup>2</sup>
$V_{MAX}$	=	0.1510	m/s

#### CALCOLO DELLE DEFORMAZIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO RETTILINEO

$\epsilon^{S_{SISMA}}$	=	0.000082520	-
$\epsilon^{P_{SISMA}}$	=	0.000165039	-
$\epsilon^{R_{SISMA}}$	=	0.000165039	-
$K^{S_{SISMA}}$	=	0.000002374	m <sup>-1</sup>
$K^{P_{SISMA}}$	=	0.000000914	m <sup>-1</sup>
$K^{R_{SISMA}}$	=	0.000002374	m <sup>-1</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO RETTILINEO

$\sigma_{\epsilon}^{S_{SISMA}}$	=	16.79	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{P_{SISMA}}$	=	33.58	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{R_{SISMA}}$	=	33.58	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{S_{SISMA}}$	=	0.10	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{P_{SISMA}}$	=	0.04	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{R_{SISMA}}$	=	0.10	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{SISMA}$	=	50.37	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{SISMA}$	=	0.14	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{SISMA}$	=	50.51	N/mm <sup>2</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI TOTALI SUL TRATTO RETTILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$\sigma_{\Delta T}$	=	107.12	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_H$	=	137.30	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{LO}$	=	119.16	N/mm <sup>2</sup> "UNRESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{LT}$	=	116.44	N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{VM}$	=	128.15	N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"

#### VERIFICA TENSIONI E DEFORMAZIONE SUL TRATTO RETTILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$F_{LO}$	=	0.33	< 0.75	<b>VERIFICATO</b>
$F_{LT}$	=	0.32	< 0.90	<b>VERIFICATO</b>
$F_{VM}$	=	0.36	< 1.00	<b>VERIFICATO</b>
$\epsilon$	=	0.08	< 1.00	<b>VERIFICATO</b>

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE						
DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2						
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO						
N° Documento:	Foglio		Rev.:			N° Documento Cliente:
03858-SAN-RE-201-001	48	di	88	00		RE-TEC-023

### 6.9.3. Verifica tratto in curva

#### CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE SULLE CURVE SECONDO LE ASCE 1984

$\delta$	=	10.8 deg
$\varphi$	=	0.314159265 rad
$\delta$	=	0.188495559 rad
$K_0$	=	0.690983006 -
$H_t$	=	1.7032 m
$\epsilon_{MAX}$	=	0.000165039 -
$I$	=	269467011.8 mm <sup>4</sup>
$A_p$	=	13784.77449 mm <sup>2</sup>
$\lambda$	=	0.000410141 mm <sup>-1</sup>
$W_p$	=	1.082104798 kN/m
$t_u$	=	7.045552439 kN/m
$K^*$	=	0.471159497 -
$K_1$	=	0.97285573 -
$L'$	=	58719.39716 mm
$\Delta$	=	4.46072431 mm
$S$	=	38.08146588 kN
$M$	=	10575.42606 kN*mm

#### CALCOLO DELLE TENSIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO CURVILINEO

$\sigma^{S_{SISMA}}$	=	2.762574455 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{M_{SISMA}}$	=	7.758261458 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{TOT_{SISMA}}$	=	10.52083591 N/mm <sup>2</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI TOTALI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$\sigma^{B_{DT}}$	=	107.12 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{B_H}$	=	137.30 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{B_{LO}}$	=	79.17 N/mm <sup>2</sup> "UNRESTRAINED PIPELINE"
$\sigma^{B_{LT}}$	=	76.45 N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"
$\sigma^{B_{VM}}$	=	119.16 N/mm <sup>2</sup>

#### VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$F^{B_{LO}}$	=	0.22 < 0.75	<b>VERIFICATO</b>
$F^{B_{LT}}$	=	0.21 < 0.90	<b>VERIFICATO</b>

#### VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE EN1594

$F^{B_{VM}}$	=	0.33 < 1.00	<b>VERIFICATO</b>
--------------	---	-------------	-------------------



<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>					
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>					
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>					
<b>N° Documento:</b>		<b>Foglio</b>		<b>Rev.:</b>	
03858-SAN-RE-201-001		49 di 88		00	
				<b>N° Documento Cliente:</b>	
				RE-TEC-023	

## 6.10 Verifica a Scuotimento Sismico DN 400 Macroarea 9

### 6.10.1. Dati di ingresso

$a_g$	=	1.3 m/s <sup>2</sup>
$T^*_c$	=	0.36 s
$F_0$	=	2.56 -
Cat. Suolo	=	C -
Cat. Topo	=	T2 -
$D_e$	=	406.4 mm
$t$	=	11.1 mm
$E$	=	203450 N/mm <sup>2</sup>
$\nu$	=	0.3 -
$\sigma_Y$	=	360 N/mm <sup>2</sup>
$\alpha$	=	0.0000117 1/°C
$\gamma_p$	=	78.5 kN/m <sup>3</sup>
$C$	=	915 m/s
$\Delta T$	=	45 °C
$P$	=	75 bar
$t_c$	=	11.1 mm
$k_0$	=	6.9 N/mm <sup>2</sup>
$\varphi$	=	19 deg
rivest.	=	polyethylene -
$H$	=	1.5 m
$r_0$	=	2845 mm
$\gamma_n$	=	18.6 kN/m <sup>3</sup>

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE						
DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2						
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO						
N° Documento:	Foglio	Rev.:			N° Documento Cliente:	
03858-SAN-RE-201-001	50 di 88	00				RE-TEC-023

### 6.10.2. Verifica tratto rettilineo

#### CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE SECONDO LE NTC 2018

$S_T$	=	1.20	-
$S_S$	=	1.496	-
$C_C$	=	1.471	-
$S_{NTC}$	=	1.796	-
$T_C$	=	0.530	s
$a_{max}$	=	2.33447	m/s <sup>2</sup>
$V_{MAX}$	=	0.1978	m/s

#### CALCOLO DELLE DEFORMAZIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO RETTILINEO

$\epsilon^S_{SISMA}$	=	0.000108086	-
$\epsilon^P_{SISMA}$	=	0.000216171	-
$\epsilon^R_{SISMA}$	=	0.000216171	-
$K^S_{SISMA}$	=	0.000002788	m <sup>-1</sup>
$K^P_{SISMA}$	=	0.000001074	m <sup>-1</sup>
$K^R_{SISMA}$	=	0.000002788	m <sup>-1</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO RETTILINEO

$\sigma_{\epsilon^S_{SISMA}}$	=	21.99	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon^P_{SISMA}}$	=	43.98	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon^R_{SISMA}}$	=	43.98	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{k^S_{SISMA}}$	=	0.12	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{k^P_{SISMA}}$	=	0.04	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{k^R_{SISMA}}$	=	0.12	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon_{SISMA}}$	=	65.97	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{k_{SISMA}}$	=	0.17	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{SISMA}$	=	66.14	N/mm <sup>2</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI TOTALI SUL TRATTO RETTILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$\sigma_{\Delta T}$	=	107.12	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_H$	=	137.30	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{LO}$	=	134.79	N/mm <sup>2</sup> "UNRESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{LT}$	=	132.07	N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{VM}$	=	134.76	N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"

#### VERIFICA TENSIONI E DEFORMAZIONE SUL TRATTO RETTILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$F_{LO}$	=	0.37	< 0.75	<b>VERIFICATO</b>
$F_{LT}$	=	0.37	< 0.90	<b>VERIFICATO</b>
$F_{VM}$	=	0.37	< 1.00	<b>VERIFICATO</b>
$\epsilon$	=	0.09	< 1.00	<b>VERIFICATO</b>

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE						
DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2						
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO						
N° Documento:	Foglio		Rev.:			N° Documento Cliente:
03858-SAN-RE-201-001	51	di	88	00		RE-TEC-023

### 6.10.3. Verifica tratto in curva

#### CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE SULLE CURVE SECONDO LE ASCE 1984

$\delta$	=	11.4 deg
$\varphi$	=	0.331612558 rad
$\delta$	=	0.198967535 rad
$K_0$	=	0.674431846 -
$H_t$	=	1.7032 m
$\epsilon_{MAX}$	=	0.000216171 -
$I$	=	269467011.8 mm <sup>4</sup>
$A_p$	=	13784.77449 mm <sup>2</sup>
$\lambda$	=	0.000421087 mm <sup>-1</sup>
$W_p$	=	1.082104798 kN/m
$t_u$	=	7.046078138 kN/m
$K^*$	=	0.471159497 -
$K_1$	=	0.97285573 -
$L'$	=	74039.82035 mm
$\Delta$	=	7.160169862 mm
$S$	=	65.95715212 kN
$M$	=	17428.30647 kN*mm

#### CALCOLO DELLE TENSIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO CURVILINEO

$\sigma^{S_{SISMA}}$	=	4.784782816 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{M_{SISMA}}$	=	12.78561805 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{TOT_{SISMA}}$	=	17.57040087 N/mm <sup>2</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI TOTALI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$\sigma^{B_{DT}}$	=	107.12 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{B_H}$	=	137.30 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{B_{LO}}$	=	86.22 N/mm <sup>2</sup> "UNRESTRAINED PIPELINE"
$\sigma^{B_{LT}}$	=	83.50 N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"
$\sigma^{B_{VM}}$	=	119.83 N/mm <sup>2</sup>

#### VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$F^{B_{LO}}$	=	0.24 < 0.75	<b>VERIFICATO</b>
$F^{B_{LT}}$	=	0.23 < 0.90	<b>VERIFICATO</b>

#### VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE EN1594

$F^{B_{VM}}$	=	0.33 < 1.00	<b>VERIFICATO</b>
--------------	---	-------------	-------------------

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>						
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>						
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>						
N° Documento: 03858-SAN-RE-201-001	Foglio 52 di 88	Rev.:				N° Documento Cliente: RE-TEC-023
		00				

## 6.11 Verifica a Scuotimento Sismico DN 400 Macroarea 10

### 6.11.1. Dati di ingresso

$a_g$	=	1.41 m/s <sup>2</sup>
$T^*_c$	=	0.35 s
$F_0$	=	2.55 -
Cat. Suolo	=	B -
Cat. Topo	=	T1 -
$D_e$	=	406.4 mm
$t$	=	11.1 mm
$E$	=	203450 N/mm <sup>2</sup>
$\nu$	=	0.3 -
$\sigma_Y$	=	360 N/mm <sup>2</sup>
$\alpha$	=	0.0000117 1/°C
$\gamma_p$	=	78.5 kN/m <sup>3</sup>
$C$	=	915 m/s
$\Delta T$	=	45 °C
$P$	=	75 bar
$t_c$	=	11.1 mm
$k_0$	=	6.9 N/mm <sup>2</sup>
$\varphi$	=	18 deg
rivest.	=	polyethylene -
$H$	=	1.5 m
$r_0$	=	2845 mm
$\gamma_n$	=	18.6 kN/m <sup>3</sup>

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE						
DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2						
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO						
N° Documento:	Foglio	Rev.:			N° Documento Cliente:	
03858-SAN-RE-201-001	53 di 88	00				RE-TEC-023

### 6.11.2. Verifica tratto rettilineo

#### CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE SECONDO LE NTC 2018

$S_T$	=	1.00	-
$S_S$	=	1.200	-
$C_C$	=	1.357	-
$S_{NTC}$	=	1.200	-
$T_C$	=	0.475	s
$a_{max}$	=	1.69200	m/s <sup>2</sup>
$V_{MAX}$	=	0.1286	m/s

#### CALCOLO DELLE DEFORMAZIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO RETTILINEO

$\epsilon^{S_{SISMA}}$	=	0.000070261	-
$\epsilon^{P_{SISMA}}$	=	0.000140523	-
$\epsilon^{R_{SISMA}}$	=	0.000140523	-
$K^{S_{SISMA}}$	=	0.000002021	m <sup>-1</sup>
$K^{P_{SISMA}}$	=	0.000000778	m <sup>-1</sup>
$K^{R_{SISMA}}$	=	0.000002021	m <sup>-1</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO RETTILINEO

$\sigma_{\epsilon}^{S_{SISMA}}$	=	14.29	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{P_{SISMA}}$	=	28.59	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{R_{SISMA}}$	=	28.59	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{S_{SISMA}}$	=	0.08	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{P_{SISMA}}$	=	0.03	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{R_{SISMA}}$	=	0.08	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{SISMA}$	=	42.88	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{SISMA}$	=	0.12	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{SISMA}$	=	43.01	N/mm <sup>2</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI TOTALI SUL TRATTO RETTILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$\sigma_{\Delta T}$	=	107.12	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_H$	=	137.30	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{LO}$	=	111.66	N/mm <sup>2</sup> "UNRESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{LT}$	=	108.93	N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{VM}$	=	125.54	N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"

#### VERIFICA TENSIONI E DEFORMAZIONE SUL TRATTO RETTILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$F_{LO}$	=	0.31	< 0.75	<b>VERIFICATO</b>
$F_{LT}$	=	0.30	< 0.90	<b>VERIFICATO</b>
$F_{VM}$	=	0.35	< 1.00	<b>VERIFICATO</b>
$\epsilon$	=	0.08	< 1.00	<b>VERIFICATO</b>

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE						
DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2						
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO						
N° Documento:	Foglio		Rev.:			N° Documento Cliente:
03858-SAN-RE-201-001	54	di 88	00			RE-TEC-023

### 6.11.3. Verifica tratto in curva

#### CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE SULLE CURVE SECONDO LE ASCE 1984

$\delta$	=	10.8 deg
$\varphi$	=	0.314159265 rad
$\delta$	=	0.188495559 rad
$K_0$	=	0.690983006 -
$H_t$	=	1.7032 m
$\epsilon_{MAX}$	=	0.000140523 -
$I$	=	269467011.8 mm <sup>4</sup>
$A_p$	=	13784.77449 mm <sup>2</sup>
$\lambda$	=	0.000421087 mm <sup>-1</sup>
$W_p$	=	1.082104798 kN/m
$t_u$	=	6.729900289 kN/m
$K^*$	=	0.471159497 -
$K_1$	=	0.97285573 -
$L'$	=	52520.17787 mm
$\Delta$	=	3.409140708 mm
$S$	=	31.40389356 kN
$M$	=	8298.064179 kN*mm

#### CALCOLO DELLE TENSIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO CURVILINEO

$\sigma^{S_{SISMA}}$	=	2.278157947 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{M_{SISMA}}$	=	6.087561023 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{TOT_{SISMA}}$	=	8.36571897 N/mm <sup>2</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI TOTALI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$\sigma^{B_{DT}}$	=	107.12 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{B_H}$	=	137.30 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{B_{LO}}$	=	77.01 N/mm <sup>2</sup> "UNRESTRAINED PIPELINE"
$\sigma^{B_{LT}}$	=	74.29 N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"
$\sigma^{B_{VM}}$	=	119.04 N/mm <sup>2</sup>

#### VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$F^{B_{LO}}$	=	0.21 < 0.75	<b>VERIFICATO</b>
$F^{B_{LT}}$	=	0.21 < 0.90	<b>VERIFICATO</b>

#### VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE EN1594

$F^{B_{VM}}$	=	0.33 < 1.00	<b>VERIFICATO</b>
--------------	---	-------------	-------------------

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>					
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>					
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>					
<b>N° Documento:</b>		<b>Foglio</b>		<b>Rev.:</b>	
03858-SAN-RE-201-001		55 di 88		00	
				<b>N° Documento Cliente:</b>	
				RE-TEC-023	

## 6.12 Verifica a Scuotimento Sismico DN 400 Macroarea 11

### 6.12.1. Dati di ingresso

$a_g$	=	1.35 m/s <sup>2</sup>
$T^*_c$	=	0.35 s
$F_0$	=	2.56 -
Cat. Suolo	=	C -
Cat. Topo	=	T1 -
$D_e$	=	406.4 mm
$t$	=	11.1 mm
$E$	=	203450 N/mm <sup>2</sup>
$\nu$	=	0.3 -
$\sigma_Y$	=	360 N/mm <sup>2</sup>
$\alpha$	=	0.0000117 1/°C
$\gamma_p$	=	78.5 kN/m <sup>3</sup>
$C$	=	915 m/s
$\Delta T$	=	45 °C
$P$	=	75 bar
$t_c$	=	11.1 mm
$k_0$	=	6.2 N/mm <sup>2</sup>
$\varphi$	=	18 deg
rivest.	=	polyethylene -
$H$	=	1.5 m
$r_0$	=	2845 mm
$\gamma_n$	=	18.6 kN/m <sup>3</sup>

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE						
DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2						
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO						
N° Documento:	Foglio	Rev.:			N° Documento Cliente:	
03858-SAN-RE-201-001	56 di 88	00				RE-TEC-023

### 6.12.2. Verifica tratto rettilineo

#### CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE SECONDO LE NTC 2018

$S_T$	=	1.00	-
$S_S$	=	1.489	-
$C_C$	=	1.485	-
$S_{NTC}$	=	1.489	-
$T_C$	=	0.520	s
$a_{max}$	=	2.00964	m/s <sup>2</sup>
$V_{MAX}$	=	0.1671	m/s

#### CALCOLO DELLE DEFORMAZIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO RETTILINEO

$\epsilon^S_{SISMA}$	=	0.000091307	-
$\epsilon^P_{SISMA}$	=	0.000182613	-
$\epsilon^R_{SISMA}$	=	0.000182613	-
$K^S_{SISMA}$	=	0.000002400	m <sup>-1</sup>
$K^P_{SISMA}$	=	0.000000924	m <sup>-1</sup>
$K^R_{SISMA}$	=	0.000002400	m <sup>-1</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO RETTILINEO

$\sigma_{\epsilon^S_{SISMA}}$	=	18.58	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon^P_{SISMA}}$	=	37.15	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon^R_{SISMA}}$	=	37.15	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{k^S_{SISMA}}$	=	0.10	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{k^P_{SISMA}}$	=	0.04	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{k^R_{SISMA}}$	=	0.10	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon_{SISMA}}$	=	55.73	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{k_{SISMA}}$	=	0.15	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{SISMA}$	=	55.87	N/mm <sup>2</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI TOTALI SUL TRATTO RETTILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$\sigma_{\Delta T}$	=	107.12	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_H$	=	137.30	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{LO}$	=	124.52	N/mm <sup>2</sup> "UNRESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{LT}$	=	121.80	N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{VM}$	=	130.24	N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"

#### VERIFICA TENSIONI E DEFORMAZIONE SUL TRATTO RETTILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$F_{LO}$	=	0.35	< 0.75	<b>VERIFICATO</b>
$F_{LT}$	=	0.34	< 0.90	<b>VERIFICATO</b>
$F_{VM}$	=	0.36	< 1.00	<b>VERIFICATO</b>
$\epsilon$	=	0.08	< 1.00	<b>VERIFICATO</b>



<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>					
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>					
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>					
<b>N° Documento:</b>		<b>Foglio</b>		<b>Rev.:</b>	
03858-SAN-RE-201-001		57 di 88		00	
				<b>N° Documento Cliente:</b>	
				RE-TEC-023	

### 6.12.3. Verifica tratto in curva

#### CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE SULLE CURVE SECONDO LE ASCE 1984

$\delta$	=	10.8 deg
$\varphi$	=	0.314159265 rad
$\delta$	=	0.188495559 rad
$K_0$	=	0.690983006 -
$H_t$	=	1.7032 m
$\epsilon_{MAX}$	=	0.000182613 -
$I$	=	269467011.8 mm <sup>4</sup>
$A_p$	=	13784.77449 mm <sup>2</sup>
$\lambda$	=	0.000410141 mm <sup>-1</sup>
$W_p$	=	1.082104798 kN/m
$t_u$	=	6.729900289 kN/m
$K^*$	=	0.471159497 -
$K_1$	=	0.97285573 -
$L'$	=	67014.28545 mm
$\Delta$	=	5.568244365 mm
$S$	=	47.53642976 kN
$M$	=	13201.11993 kN*mm

#### CALCOLO DELLE TENSIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO CURVILINEO

$\sigma_{SISMA}^S$	=	3.448473515 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{SISMA}^M$	=	9.684502481 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{SISMA}^{TOT}$	=	13.132976 N/mm <sup>2</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI TOTALI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$\sigma_{DT}^B$	=	107.12 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_H^B$	=	137.30 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{LO}^B$	=	81.78 N/mm <sup>2</sup> <i>"UNRESTRAINED PIPELINE"</i>
$\sigma_{LT}^B$	=	79.06 N/mm <sup>2</sup> <i>"RESTRAINED PIPELINE"</i>
$\sigma_{VM}^B$	=	119.36 N/mm <sup>2</sup>

#### VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$F_{LO}^B$	=	0.23 < 0.75	<b>VERIFICATO</b>
$F_{LT}^B$	=	0.22 < 0.90	<b>VERIFICATO</b>

#### VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE EN1594

$F_{VM}^B$	=	0.33 < 1.00	<b>VERIFICATO</b>
------------	---	-------------	-------------------

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>					
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>					
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>					
<b>N° Documento:</b>		<b>Foglio</b>		<b>Rev.:</b>	
03858-SAN-RE-201-001		58 di 88		00	
				<b>N° Documento Cliente:</b>	
				RE-TEC-023	

## 6.13 Verifica a Scuotimento Sismico DN 400 Macroarea 12

### 6.13.1. Dati di ingresso

$a_g$	=	1.41 m/s <sup>2</sup>
$T^*_c$	=	0.34 s
$F_0$	=	2.55 -
Cat. Suolo	=	C -
Cat. Topo	=	T1 -
$D_e$	=	406.4 mm
$t$	=	11.1 mm
$E$	=	203450 N/mm <sup>2</sup>
$\nu$	=	0.3 -
$\sigma_Y$	=	360 N/mm <sup>2</sup>
$\alpha$	=	0.0000117 1/°C
$\gamma_p$	=	78.5 kN/m <sup>3</sup>
$C$	=	915 m/s
$\Delta T$	=	45 °C
$P$	=	75 bar
$t_c$	=	11.1 mm
$k_0$	=	6.9 N/mm <sup>2</sup>
$\varphi$	=	20 deg
rivest.	=	polyethylene -
$H$	=	1.5 m
$r_0$	=	2845 mm
$\gamma_n$	=	18.6 kN/m <sup>3</sup>

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE						
DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2						
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO						
N° Documento:	Foglio	Rev.:			N° Documento Cliente:	
03858-SAN-RE-201-001	59 di 88	00				RE-TEC-023

### 6.13.2. Verifica tratto rettilineo

#### CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE SECONDO LE NTC 2018

$S_T$	=	1.00	-
$S_S$	=	1.480	-
$C_C$	=	1.499	-
$S_{NTC}$	=	1.480	-
$T_C$	=	0.510	s
$a_{max}$	=	2.08693	m/s <sup>2</sup>
$V_{MAX}$	=	0.1702	m/s

#### CALCOLO DELLE DEFORMAZIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO RETTILINEO

$\epsilon^{S_{SISMA}}$	=	0.000092994	-
$\epsilon^{P_{SISMA}}$	=	0.000185989	-
$\epsilon^{R_{SISMA}}$	=	0.000185989	-
$K^{S_{SISMA}}$	=	0.000002493	m <sup>-1</sup>
$K^{P_{SISMA}}$	=	0.000000960	m <sup>-1</sup>
$K^{R_{SISMA}}$	=	0.000002493	m <sup>-1</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO RETTILINEO

$\sigma_{\epsilon}^{S_{SISMA}}$	=	18.92	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{P_{SISMA}}$	=	37.84	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{R_{SISMA}}$	=	37.84	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{S_{SISMA}}$	=	0.10	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{P_{SISMA}}$	=	0.04	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{R_{SISMA}}$	=	0.10	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{SISMA}$	=	56.76	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{SISMA}$	=	0.15	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{SISMA}$	=	56.91	N/mm <sup>2</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI TOTALI SUL TRATTO RETTILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$\sigma_{\Delta T}$	=	107.12	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_H$	=	137.30	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{LO}$	=	125.56	N/mm <sup>2</sup> "UNRESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{LT}$	=	122.84	N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{VM}$	=	130.67	N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"

#### VERIFICA TENSIONI E DEFORMAZIONE SUL TRATTO RETTILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$F_{LO}$	=	0.35	< 0.75	<b>VERIFICATO</b>
$F_{LT}$	=	0.34	< 0.90	<b>VERIFICATO</b>
$F_{VM}$	=	0.36	< 1.00	<b>VERIFICATO</b>
$\epsilon$	=	0.08	< 1.00	<b>VERIFICATO</b>

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE					
DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2					
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO					
N° Documento:	Foglio	Rev.:			N° Documento Cliente:
03858-SAN-RE-201-001	60 di 88	00			RE-TEC-023

### 6.13.3. Verifica tratto in curva

#### CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE SULLE CURVE SECONDO LE ASCE 1984

$\delta$	=	12 deg
$\varphi$	=	0.34906585 rad
$\delta$	=	0.20943951 rad
$K_0$	=	0.657979857 -
$H_t$	=	1.7032 m
$\epsilon_{MAX}$	=	0.000185989 -
$I$	=	269467011.8 mm <sup>4</sup>
$A_p$	=	13784.77449 mm <sup>2</sup>
$\lambda$	=	0.000421087 mm <sup>-1</sup>
$W_p$	=	1.082104798 kN/m
$t_u$	=	7.356994958 kN/m
$K^*$	=	0.471159497 -
$K_1$	=	0.97285573 -
$L'$	=	62380.21527 mm
$\Delta$	=	5.280910529 mm
$S$	=	48.64602738 kN
$M$	=	12854.07035 kN*mm

#### CALCOLO DELLE TENSIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO CURVILINEO

$\sigma^{S_{SISMA}}$	=	3.528967949 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{M_{SISMA}}$	=	9.429902682 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{TOT_{SISMA}}$	=	12.95887063 N/mm <sup>2</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI TOTALI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$\sigma^{B_{DT}}$	=	107.12 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{B_H}$	=	137.30 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{B_{LO}}$	=	81.61 N/mm <sup>2</sup> "UNRESTRAINED PIPELINE"
$\sigma^{B_{LT}}$	=	78.89 N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"
$\sigma^{B_{VM}}$	=	119.34 N/mm <sup>2</sup>

#### VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$F^{B_{LO}}$	=	0.23 < 0.75	<b>VERIFICATO</b>
$F^{B_{LT}}$	=	0.22 < 0.90	<b>VERIFICATO</b>

#### VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE EN1594

$F^{B_{VM}}$	=	0.33 < 1.00	<b>VERIFICATO</b>
--------------	---	-------------	-------------------

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>					
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>					
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>					
<b>N° Documento:</b>		<b>Foglio</b>		<b>Rev.:</b>	
03858-SAN-RE-201-001		61 di 88		00	
				<b>N° Documento Cliente:</b>	
				RE-TEC-023	

## 6.14 Verifica a Scuotimento Sismico DN 400 Macroarea 13

### 6.14.1. Dati di ingresso

$a_g$	=	1.54 m/s <sup>2</sup>
$T^*_c$	=	0.33 s
$F_0$	=	2.53 -
Cat. Suolo	=	B -
Cat. Topo	=	T1 -
$D_e$	=	406.4 mm
$t$	=	11.1 mm
$E$	=	203450 N/mm <sup>2</sup>
$\nu$	=	0.3 -
$\sigma_Y$	=	360 N/mm <sup>2</sup>
$\alpha$	=	0.0000117 1/°C
$\gamma_p$	=	78.5 kN/m <sup>3</sup>
$C$	=	915 m/s
$\Delta T$	=	45 °C
$P$	=	75 bar
$t_c$	=	11.1 mm
$k_0$	=	10.3 N/mm <sup>2</sup>
$\varphi$	=	28 deg
rivest.	=	polyethylene -
$H$	=	1.5 m
$r_0$	=	2845 mm
$\gamma_n$	=	20.6 kN/m <sup>3</sup>

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE						
DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2						
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO						
N° Documento:	Foglio		Rev.:			N° Documento Cliente:
03858-SAN-RE-201-001	62	di	88	00		RE-TEC-023

### 6.14.2. Verifica tratto rettilineo

#### CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE SECONDO LE NTC 2018

$S_T$	=	1.00	-
$S_S$	=	1.200	-
$C_C$	=	1.373	-
$S_{NTC}$	=	1.200	-
$T_C$	=	0.453	s
$a_{max}$	=	1.84800	m/s <sup>2</sup>
$V_{MAX}$	=	0.1340	m/s

#### CALCOLO DELLE DEFORMAZIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO RETTILINEO

$\epsilon^{S_{SISMA}}$	=	0.000073211	-
$\epsilon^{P_{SISMA}}$	=	0.000146421	-
$\epsilon^{R_{SISMA}}$	=	0.000146421	-
$K^{S_{SISMA}}$	=	0.000002207	m <sup>-1</sup>
$K^{P_{SISMA}}$	=	0.000000850	m <sup>-1</sup>
$K^{R_{SISMA}}$	=	0.000002207	m <sup>-1</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO RETTILINEO

$\sigma_{\epsilon}^{S_{SISMA}}$	=	14.89	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{P_{SISMA}}$	=	29.79	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{R_{SISMA}}$	=	29.79	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{S_{SISMA}}$	=	0.09	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{P_{SISMA}}$	=	0.04	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{R_{SISMA}}$	=	0.09	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{SISMA}$	=	44.68	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{SISMA}$	=	0.13	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{SISMA}$	=	44.82	N/mm <sup>2</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI TOTALI SUL TRATTO RETTILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$\sigma_{\Delta T}$	=	107.12	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_H$	=	137.30	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{LO}$	=	113.47	N/mm <sup>2</sup> "UNRESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{LT}$	=	110.75	N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{VM}$	=	126.13	N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"

#### VERIFICA TENSIONI E DEFORMAZIONE SUL TRATTO RETTILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$F_{LO}$	=	0.32	< 0.75	<b>VERIFICATO</b>
$F_{LT}$	=	0.31	< 0.90	<b>VERIFICATO</b>
$F_{VM}$	=	0.35	< 1.00	<b>VERIFICATO</b>
$\epsilon$	=	0.08	< 1.00	<b>VERIFICATO</b>

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>						
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>						
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>						
<b>N° Documento:</b>		<b>Foglio</b>		<b>Rev.:</b>		<b>N° Documento Cliente:</b>
03858-SAN-RE-201-001		63	di 88	00		RE-TEC-023

### 6.14.3. Verifica tratto in curva

#### CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE SULLE CURVE SECONDO LE ASCE 1984

$\delta$	=	16.8 deg
$\varphi$	=	0.488692191 rad
$\delta$	=	0.293215314 rad
$K_0$	=	0.530528437 -
$H_t$	=	1.7032 m
$\epsilon_{MAX}$	=	0.000146421 -
$I$	=	269467011.8 mm <sup>4</sup>
$A_p$	=	13784.77449 mm <sup>2</sup>
$\lambda$	=	0.00046601 mm <sup>-1</sup>
$W_p$	=	1.082104798 kN/m
$t_u$	=	10.67661655 kN/m
$K^*$	=	0.471159497 -
$K_1$	=	0.97285573 -
$L'$	=	34856.35378 mm
$\Delta$	=	2.383436769 mm
$S$	=	29.43928723 kN
$M$	=	6420.344216 kN*mm

#### CALCOLO DELLE TENSIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO CURVILINEO

$\sigma^{S_{SISMA}}$	=	2.135637927 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{M_{SISMA}}$	=	4.710042771 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{TOT_{SISMA}}$	=	6.845680698 N/mm <sup>2</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI TOTALI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$\sigma^{B_{DT}}$	=	107.12 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{B_H}$	=	137.30 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{B_{LO}}$	=	75.49 N/mm <sup>2</sup> <i>"UNRESTRAINED PIPELINE"</i>
$\sigma^{B_{LT}}$	=	72.77 N/mm <sup>2</sup> <i>"RESTRAINED PIPELINE"</i>
$\sigma^{B_{VM}}$	=	118.97 N/mm <sup>2</sup>

#### VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$F^{B_{LO}}$	=	0.21 < 0.75	<b>VERIFICATO</b>
$F^{B_{LT}}$	=	0.20 < 0.90	<b>VERIFICATO</b>

#### VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE EN1594

$F^{B_{VM}}$	=	0.33 < 1.00	<b>VERIFICATO</b>
--------------	---	-------------	-------------------

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>					
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>					
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>					
<b>N° Documento:</b>		<b>Foglio</b>		<b>Rev.:</b>	
03858-SAN-RE-201-001		64 di 88		00	
				<b>N° Documento Cliente:</b>	
				RE-TEC-023	

## 6.15 Verifica a Scuotimento Sismico DN 300 Macroarea 14

### 6.15.1. Dati di ingresso

$a_g$	=	1.54 m/s <sup>2</sup>
$T^*_c$	=	0.33 s
$F_0$	=	2.53 -
Cat. Suolo	=	B -
Cat. Topo	=	T1 -
$D_e$	=	323.9 mm
$t$	=	9.5 mm
$E$	=	203450 N/mm <sup>2</sup>
$\nu$	=	0.3 -
$\sigma_Y$	=	360 N/mm <sup>2</sup>
$\alpha$	=	0.0000117 1/°C
$\gamma_p$	=	78.5 kN/m <sup>3</sup>
$C$	=	915 m/s
$\Delta T$	=	45 °C
$P$	=	75 bar
$t_c$	=	9.5 mm
$k_0$	=	6.9 N/mm <sup>2</sup>
$\varphi$	=	23 deg
rivest.	=	polyethylene -
$H$	=	1.5 m
$r_0$	=	2267 mm
$\gamma_n$	=	19.6 kN/m <sup>3</sup>



RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE						
DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2						
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO						
N° Documento:	Foglio		Rev.:			N° Documento Cliente:
03858-SAN-RE-201-001	65	di	88	00		RE-TEC-023

### 6.15.2. Verifica tratto rettilineo

#### CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE SECONDO LE NTC 2018

$S_T$	=	1.00	-
$S_S$	=	1.200	-
$C_C$	=	1.373	-
$S_{NTC}$	=	1.200	-
$T_C$	=	0.453	s
$a_{max}$	=	1.84800	m/s <sup>2</sup>
$V_{MAX}$	=	0.1340	m/s

#### CALCOLO DELLE DEFORMAZIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO RETTILINEO

$\epsilon^{S_{SISMA}}$	=	0.000073211	-
$\epsilon^{P_{SISMA}}$	=	0.000146421	-
$\epsilon^{R_{SISMA}}$	=	0.000146421	-
$K^{S_{SISMA}}$	=	0.000002207	m <sup>-1</sup>
$K^{P_{SISMA}}$	=	0.000000850	m <sup>-1</sup>
$K^{R_{SISMA}}$	=	0.000002207	m <sup>-1</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO RETTILINEO

$\sigma_{\epsilon}^{S_{SISMA}}$	=	14.89	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{P_{SISMA}}$	=	29.79	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{R_{SISMA}}$	=	29.79	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{S_{SISMA}}$	=	0.07	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{P_{SISMA}}$	=	0.03	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{R_{SISMA}}$	=	0.07	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{SISMA}$	=	44.68	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{SISMA}$	=	0.11	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{SISMA}$	=	44.79	N/mm <sup>2</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI TOTALI SUL TRATTO RETTILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$\sigma_{\Delta T}$	=	107.12	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_H$	=	127.86	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{LO}$	=	108.72	N/mm <sup>2</sup> "UNRESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{LT}$	=	113.55	N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{VM}$	=	121.34	N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"

#### VERIFICA TENSIONI E DEFORMAZIONE SUL TRATTO RETTILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$F_{LO}$	=	0.30	< 0.75	<b>VERIFICATO</b>
$F_{LT}$	=	0.32	< 0.90	<b>VERIFICATO</b>
$F_{VM}$	=	0.34	< 1.00	<b>VERIFICATO</b>
$\epsilon$	=	0.07	< 1.00	<b>VERIFICATO</b>

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE						
DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2						
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO						
N° Documento:	Foglio		Rev.:			N° Documento Cliente:
03858-SAN-RE-201-001	66	di 88	00			RE-TEC-023

### 6.15.3. Verifica tratto in curva

#### CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE SULLE CURVE SECONDO LE ASCE 1984

$\delta$	=	13.8 deg
$\varphi$	=	0.401425728 rad
$\delta$	=	0.240855437 rad
$K_0$	=	0.609268872 -
$H_t$	=	1.66195 m
$\epsilon_{MAX}$	=	0.000146421 -
$I$	=	116045270 mm <sup>4</sup>
$A_p$	=	9383.308938 mm <sup>2</sup>
$\lambda$	=	0.000519807 mm <sup>-1</sup>
$W_p$	=	0.736589752 kN/m
$t_u$	=	6.731861655 kN/m
$K^*$	=	0.502576757 -
$K_1$	=	0.940401489 -
$L'$	=	37799.71393 mm
$\Delta$	=	2.584421242 mm
$S$	=	19.46623404 kN
$M$	=	4475.728606 kN*mm

#### CALCOLO DELLE TENSIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO CURVILINEO

$\sigma^{S_{SISMA}}$	=	2.074559643 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{M_{SISMA}}$	=	5.873954276 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{TOT_{SISMA}}$	=	7.948513919 N/mm <sup>2</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI TOTALI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$\sigma^{B_{DT}}$	=	107.12 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{B_H}$	=	127.86 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{B_{LO}}$	=	71.88 N/mm <sup>2</sup> "UNRESTRAINED PIPELINE"
$\sigma^{B_{LT}}$	=	76.71 N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"
$\sigma^{B_{VM}}$	=	111.46 N/mm <sup>2</sup>

#### VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$F^{B_{LO}}$	=	0.20 < 0.75	<b>VERIFICATO</b>
$F^{B_{LT}}$	=	0.21 < 0.90	<b>VERIFICATO</b>

#### VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE EN1594

$F^{B_{VM}}$	=	0.31 < 1.00	<b>VERIFICATO</b>
--------------	---	-------------	-------------------

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>					
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>					
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>					
<b>N° Documento:</b>		<b>Foglio</b>		<b>Rev.:</b>	
03858-SAN-RE-201-001		67 di 88		00	
				<b>N° Documento Cliente:</b>	
				RE-TEC-023	

## 6.16 Verifica a Scuotimento Sismico DN 300 Macroarea 15

### 6.16.1. Dati di ingresso

$a_g$	=	1.54 m/s <sup>2</sup>
$T^*_c$	=	0.33 s
$F_0$	=	2.52 -
Cat. Suolo	=	C -
Cat. Topo	=	T2 -
$D_e$	=	323.9 mm
$t$	=	9.5 mm
$E$	=	203450 N/mm <sup>2</sup>
$\nu$	=	0.3 -
$\sigma_Y$	=	360 N/mm <sup>2</sup>
$\alpha$	=	0.0000117 1/°C
$\gamma_p$	=	78.5 kN/m <sup>3</sup>
$C$	=	915 m/s
$\Delta T$	=	45 °C
$P$	=	75 bar
$t_c$	=	9.5 mm
$k_0$	=	6.9 N/mm <sup>2</sup>
$\varphi$	=	23 deg
rivest.	=	polyethylene -
$H$	=	1.5 m
$r_0$	=	2267 mm
$\gamma_n$	=	18.6 kN/m <sup>3</sup>

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE						
DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2						
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO						
N° Documento:	Foglio		Rev.:			N° Documento Cliente:
03858-SAN-RE-201-001	68	di	88	00		RE-TEC-023

### 6.16.2. Verifica tratto rettilineo

#### CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE SECONDO LE NTC 2018

$S_T$	=	1.20	-
$S_S$	=	1.463	-
$C_C$	=	1.514	-
$S_{NTC}$	=	1.755	-
$T_C$	=	0.500	s
$a_{max}$	=	2.70296	m/s <sup>2</sup>
$V_{MAX}$	=	0.2160	m/s

#### CALCOLO DELLE DEFORMAZIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO RETTILINEO

$\epsilon^S_{SISMA}$	=	0.000118060	-
$\epsilon^P_{SISMA}$	=	0.000236120	-
$\epsilon^R_{SISMA}$	=	0.000236120	-
$K^S_{SISMA}$	=	0.000003228	m <sup>-1</sup>
$K^P_{SISMA}$	=	0.000001243	m <sup>-1</sup>
$K^R_{SISMA}$	=	0.000003228	m <sup>-1</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO RETTILINEO

$\sigma_{\epsilon^S_{SISMA}}$	=	24.02	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon^P_{SISMA}}$	=	48.04	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon^R_{SISMA}}$	=	48.04	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{k^S_{SISMA}}$	=	0.11	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{k^P_{SISMA}}$	=	0.04	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{k^R_{SISMA}}$	=	0.11	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon_{SISMA}}$	=	72.06	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{k_{SISMA}}$	=	0.16	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{SISMA}$	=	72.21	N/mm <sup>2</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI TOTALI SUL TRATTO RETTILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$\sigma_{\Delta T}$	=	107.12	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_H$	=	127.86	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{LO}$	=	136.14	N/mm <sup>2</sup> "UNRESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{LT}$	=	140.97	N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{VM}$	=	134.89	N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"

#### VERIFICA TENSIONI E DEFORMAZIONE SUL TRATTO RETTILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$F_{LO}$	=	0.38	< 0.75	<b>VERIFICATO</b>
$F_{LT}$	=	0.39	< 0.90	<b>VERIFICATO</b>
$F_{VM}$	=	0.37	< 1.00	<b>VERIFICATO</b>
$\epsilon$	=	0.08	< 1.00	<b>VERIFICATO</b>

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE						
DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2						
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO						
N° Documento:	Foglio	Rev.:			N° Documento Cliente:	
03858-SAN-RE-201-001	69 di 88	00				RE-TEC-023

### 6.16.3. Verifica tratto in curva

#### CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE SULLE CURVE SECONDO LE ASCE 1984

$\delta$	=	13.8 deg
$\varphi$	=	0.401425728 rad
$\delta$	=	0.240855437 rad
$K_0$	=	0.609268872 -
$H_t$	=	1.66195 m
$\epsilon_{MAX}$	=	0.000236120 -
$I$	=	116045270 mm <sup>4</sup>
$A_p$	=	9383.308938 mm <sup>2</sup>
$\lambda$	=	0.000519807 mm <sup>-1</sup>
$W_p$	=	0.736589752 kN/m
$t_u$	=	6.397630132 kN/m
$K^*$	=	0.502576757 -
$K_1$	=	0.940401489 -
$L'$	=	60819.71636 mm
$\Delta$	=	6.435571348 mm
$S$	=	48.47365284 kN
$M$	=	11145.19194 kN*mm

#### CALCOLO DELLE TENSIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO CURVILINEO

$\sigma^{S_{SISMA}}$	=	5.165944462 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{M_{SISMA}}$	=	14.62696995 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{TOT_{SISMA}}$	=	19.79291441 N/mm <sup>2</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI TOTALI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$\sigma^{B_{DT}}$	=	107.12 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{B_H}$	=	127.86 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{B_{LO}}$	=	83.72 N/mm <sup>2</sup> "UNRESTRAINED PIPELINE"
$\sigma^{B_{LT}}$	=	88.55 N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"
$\sigma^{B_{VM}}$	=	113.43 N/mm <sup>2</sup>

#### VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$F^{B_{LO}}$	=	0.23 < 0.75	<b>VERIFICATO</b>
$F^{B_{LT}}$	=	0.25 < 0.90	<b>VERIFICATO</b>

#### VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE EN1594

$F^{B_{VM}}$	=	0.32 < 1.00	<b>VERIFICATO</b>
--------------	---	-------------	-------------------

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>					
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>					
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>					
<b>N° Documento:</b>		<b>Foglio</b>		<b>Rev.:</b>	
03858-SAN-RE-201-001		70 di 88		00	
				<b>N° Documento Cliente:</b>	
				RE-TEC-023	

## 6.17 Verifica a Scuotimento Sismico DN 300 Macroarea 16

### 6.17.1. Dati di ingresso

$a_g$	=	1.66 m/s <sup>2</sup>
$T^*_c$	=	0.33 s
$F_0$	=	2.49 -
Cat. Suolo	=	B -
Cat. Topo	=	T1 -
$D_e$	=	323.9 mm
$t$	=	9.5 mm
$E$	=	203450 N/mm <sup>2</sup>
$\nu$	=	0.3 -
$\sigma_Y$	=	360 N/mm <sup>2</sup>
$\alpha$	=	0.0000117 1/°C
$\gamma_p$	=	78.5 kN/m <sup>3</sup>
$C$	=	915 m/s
$\Delta T$	=	45 °C
$P$	=	75 bar
$t_c$	=	9.5 mm
$k_0$	=	6.2 N/mm <sup>2</sup>
$\varphi$	=	17 deg
rivest.	=	polyethylene -
$H$	=	1.5 m
$r_0$	=	2267 mm
$\gamma_n$	=	18.7 kN/m <sup>3</sup>

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE						
DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2						
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO						
N° Documento:	Foglio	Rev.:			N° Documento Cliente:	
03858-SAN-RE-201-001	71 di 88	00				RE-TEC-023

### 6.17.2. Verifica tratto rettilineo

#### CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE SECONDO LE NTC 2018

$S_T$	=	1.00	-
$S_S$	=	1.200	-
$C_C$	=	1.373	-
$S_{NTC}$	=	1.200	-
$T_C$	=	0.453	s
$a_{max}$	=	1.99200	m/s <sup>2</sup>
$V_{MAX}$	=	0.1444	m/s

#### CALCOLO DELLE DEFORMAZIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO RETTILINEO

$\epsilon^S_{SISMA}$	=	0.000078915	-
$\epsilon^P_{SISMA}$	=	0.000157831	-
$\epsilon^R_{SISMA}$	=	0.000157831	-
$K^S_{SISMA}$	=	0.000002379	m <sup>-1</sup>
$K^P_{SISMA}$	=	0.000000916	m <sup>-1</sup>
$K^R_{SISMA}$	=	0.000002379	m <sup>-1</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO RETTILINEO

$\sigma_{\epsilon^S_{SISMA}}$	=	16.06	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon^P_{SISMA}}$	=	32.11	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon^R_{SISMA}}$	=	32.11	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{k^S_{SISMA}}$	=	0.08	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{k^P_{SISMA}}$	=	0.03	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{k^R_{SISMA}}$	=	0.08	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon_{SISMA}}$	=	48.17	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{k_{SISMA}}$	=	0.11	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{SISMA}$	=	48.28	N/mm <sup>2</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI TOTALI SUL TRATTO RETTILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$\sigma_{\Delta T}$	=	107.12	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_H$	=	127.86	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{LO}$	=	112.21	N/mm <sup>2</sup> "UNRESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{LT}$	=	117.04	N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{VM}$	=	122.81	N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"

#### VERIFICA TENSIONI E DEFORMAZIONE SUL TRATTO RETTILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$F_{LO}$	=	0.31	< 0.75	<b>VERIFICATO</b>
$F_{LT}$	=	0.33	< 0.90	<b>VERIFICATO</b>
$F_{VM}$	=	0.34	< 1.00	<b>VERIFICATO</b>
$\epsilon$	=	0.07	< 1.00	<b>VERIFICATO</b>

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>					
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>					
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>					
<b>N° Documento:</b>		<b>Foglio</b>		<b>Rev.:</b>	
03858-SAN-RE-201-001		72 di 88		00	
				<b>N° Documento Cliente:</b>	
				RE-TEC-023	

### 6.17.3. Verifica tratto in curva

#### CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE SULLE CURVE SECONDO LE ASCE 1984

$\delta$	=	10.2 deg
$\varphi$	=	0.296705973 rad
$\delta$	=	0.178023584 rad
$K_0$	=	0.707628295 -
$H_t$	=	1.66195 m
$\epsilon_{MAX}$	=	0.000157831 -
$I$	=	116045270 mm <sup>4</sup>
$A_p$	=	9383.308938 mm <sup>2</sup>
$\lambda$	=	0.000506294 mm <sup>-1</sup>
$W_p$	=	0.736589752 kN/m
$t_u$	=	4.990823516 kN/m
$K^*$	=	0.502576757 -
$K_1$	=	0.940401489 -
$L'$	=	53484.73028 mm
$\Delta$	=	3.856541729 mm
$S$	=	26.92661099 kN
$M$	=	6505.176805 kN*mm

#### CALCOLO DELLE TENSIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO CURVILINEO

$\sigma^{S_{SISMA}}$	=	2.869628525 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{M_{SISMA}}$	=	8.537405743 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{TOT_{SISMA}}$	=	11.40703427 N/mm <sup>2</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI TOTALI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$\sigma^{B_{DT}}$	=	107.12 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{B_H}$	=	127.86 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{B_{LO}}$	=	75.33 N/mm <sup>2</sup> <i>"UNRESTRAINED PIPELINE"</i>
$\sigma^{B_{LT}}$	=	80.17 N/mm <sup>2</sup> <i>"RESTRAINED PIPELINE"</i>
$\sigma^{B_{VM}}$	=	111.91 N/mm <sup>2</sup>

#### VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$F^{B_{LO}}$	=	0.21 < 0.75	<b>VERIFICATO</b>
$F^{B_{LT}}$	=	0.22 < 0.90	<b>VERIFICATO</b>

#### VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE EN1594

$F^{B_{VM}}$	=	0.31 < 1.00	<b>VERIFICATO</b>
--------------	---	-------------	-------------------



<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>						
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>						
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>						
<b>N° Documento:</b>		<b>Foglio</b>		<b>Rev.:</b>		<b>N° Documento Cliente:</b>
03858-SAN-RE-201-001		73 di 88		00		RE-TEC-023

## 6.18 Verifica a Scuotimento Sismico DN 300 Macroarea 17

### 6.18.1. Dati di ingresso

$a_g$	=	2.08 m/s <sup>2</sup>
$T^*_c$	=	0.31 s
$F_0$	=	2.43 -
Cat. Suolo	=	B -
Cat. Topo	=	T1 -
$D_e$	=	323.9 mm
$t$	=	9.5 mm
$E$	=	203450 N/mm <sup>2</sup>
$\nu$	=	0.3 -
$\sigma_Y$	=	360 N/mm <sup>2</sup>
$\alpha$	=	0.0000117 1/°C
$\gamma_p$	=	78.5 kN/m <sup>3</sup>
$C$	=	915 m/s
$\Delta T$	=	45 °C
$P$	=	75 bar
$t_c$	=	9.5 mm
$k_0$	=	6.9 N/mm <sup>2</sup>
$\varphi$	=	20 deg
rivest.	=	polyethylene -
$H$	=	1.5 m
$r_0$	=	2267 mm
$\gamma_n$	=	18.7 kN/m <sup>3</sup>

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE						
DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2						
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO						
N° Documento:	Foglio	Rev.:			N° Documento Cliente:	
03858-SAN-RE-201-001	74 di 88	00				RE-TEC-023

### 6.18.2. Verifica tratto rettilineo

#### CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE SECONDO LE NTC 2018

$S_T$	=	1.00	-
$S_S$	=	1.194	-
$C_C$	=	1.390	-
$S_{NTC}$	=	1.194	-
$T_C$	=	0.431	s
$a_{max}$	=	2.48333	m/s <sup>2</sup>
$V_{MAX}$	=	0.1713	m/s

#### CALCOLO DELLE DEFORMAZIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO RETTILINEO

$\epsilon^{S_{SISMA}}$	=	0.000093580	-
$\epsilon^{P_{SISMA}}$	=	0.000187161	-
$\epsilon^{R_{SISMA}}$	=	0.000187161	-
$K^{S_{SISMA}}$	=	0.000002966	m <sup>-1</sup>
$K^{P_{SISMA}}$	=	0.000001142	m <sup>-1</sup>
$K^{R_{SISMA}}$	=	0.000002966	m <sup>-1</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO RETTILINEO

$\sigma_{\epsilon}^{S_{SISMA}}$	=	19.04	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{P_{SISMA}}$	=	38.08	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{R_{SISMA}}$	=	38.08	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{S_{SISMA}}$	=	0.10	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{P_{SISMA}}$	=	0.04	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{R_{SISMA}}$	=	0.10	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{SISMA}$	=	57.12	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{SISMA}$	=	0.14	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{SISMA}$	=	57.26	N/mm <sup>2</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI TOTALI SUL TRATTO RETTILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$\sigma_{\Delta T}$	=	107.12	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_H$	=	127.86	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{LO}$	=	121.19	N/mm <sup>2</sup> "UNRESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{LT}$	=	126.02	N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{VM}$	=	126.95	N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"

#### VERIFICA TENSIONI E DEFORMAZIONE SUL TRATTO RETTILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$F_{LO}$	=	0.34	< 0.75	<b>VERIFICATO</b>
$F_{LT}$	=	0.35	< 0.90	<b>VERIFICATO</b>
$F_{VM}$	=	0.35	< 1.00	<b>VERIFICATO</b>
$\epsilon$	=	0.08	< 1.00	<b>VERIFICATO</b>

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE						
DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2						
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO						
N° Documento:	Foglio	Rev.:			N° Documento Cliente:	
03858-SAN-RE-201-001	75 di 88	00				RE-TEC-023

### 6.18.3. Verifica tratto in curva

#### CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE SULLE CURVE SECONDO LE ASCE 1984

$\delta$	=	12 deg
$\varphi$	=	0.34906585 rad
$\delta$	=	0.20943951 rad
$K_0$	=	0.657979857 -
$H_t$	=	1.66195 m
$\epsilon_{MAX}$	=	0.000187161 -
$I$	=	116045270 mm <sup>4</sup>
$A_p$	=	9383.308938 mm <sup>2</sup>
$\lambda$	=	0.000519807 mm <sup>-1</sup>
$W_p$	=	0.736589752 kN/m
$t_u$	=	5.728990953 kN/m
$K^*$	=	0.502576757 -
$K_1$	=	0.940401489 -
$L'$	=	54599.2678 mm
$\Delta$	=	4.630294119 mm
$S$	=	34.87604403 kN
$M$	=	8018.793342 kN*mm

#### CALCOLO DELLE TENSIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO CURVILINEO

$\sigma^{S_{SISMA}}$	=	3.716817198 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{M_{SISMA}}$	=	10.52387881 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{TOT_{SISMA}}$	=	14.24069601 N/mm <sup>2</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI TOTALI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$\sigma^{B_{DT}}$	=	107.12 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{B_H}$	=	127.86 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{B_{LO}}$	=	78.17 N/mm <sup>2</sup> "UNRESTRAINED PIPELINE"
$\sigma^{B_{LT}}$	=	83.00 N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"
$\sigma^{B_{VM}}$	=	112.36 N/mm <sup>2</sup>

#### VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$F^{B_{LO}}$	=	0.22 < 0.75	<b>VERIFICATO</b>
$F^{B_{LT}}$	=	0.23 < 0.90	<b>VERIFICATO</b>

#### VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE EN1594

$F^{B_{VM}}$	=	0.31 < 1.00	<b>VERIFICATO</b>
--------------	---	-------------	-------------------

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>					
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>					
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>					
<b>N° Documento:</b>		<b>Foglio</b>		<b>Rev.:</b>	
03858-SAN-RE-201-001		76 di 88		00	
				<b>N° Documento Cliente:</b>	
				RE-TEC-023	

## 6.19 Verifica a Scuotimento Sismico DN 150 – Calcolo Generale Allacciamenti

### 6.19.1. Dati di ingresso

$a_g$	=	2.08 m/s <sup>2</sup>
$T^*_c$	=	0.39 s
$F_0$	=	2.56 -
Cat. Suolo	=	C -
Cat. Topo	=	T3 -
$D_e$	=	168.3 mm
$t$	=	7.1 mm
$E$	=	203450 N/mm <sup>2</sup>
$\nu$	=	0.3 -
$\sigma_Y$	=	360 N/mm <sup>2</sup>
$\alpha$	=	0.0000117 1/°C
$\gamma_p$	=	78.5 kN/m <sup>3</sup>
$C$	=	915 m/s
$\Delta T$	=	45 °C
$P$	=	75 bar
$t_c$	=	9.5 mm
$k_0$	=	6.2 N/mm <sup>2</sup>
$\varphi$	=	17 deg
rivest.	=	polyethylene -
$H$	=	1.5 m
$r_0$	=	2267 mm
$\gamma_n$	=	17.6 kN/m <sup>3</sup>

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE						
DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2						
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO						
N° Documento:	Foglio	Rev.:			N° Documento Cliente:	
03858-SAN-RE-201-001	77 di 88	00				RE-TEC-023

### 6.19.2. Verifica tratto rettilineo

#### CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE SECONDO LE NTC 2018

$S_T$	=	1.20	-
$S_S$	=	1.374	-
$C_C$	=	1.433	-
$S_{NTC}$	=	1.649	-
$T_C$	=	0.559	s
$a_{max}$	=	3.43031	m/s <sup>2</sup>
$V_{MAX}$	=	0.3067	m/s

#### CALCOLO DELLE DEFORMAZIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO RETTILINEO

$\epsilon^{S_{SISMA}}$	=	0.000167573	-
$\epsilon^{P_{SISMA}}$	=	0.000335147	-
$\epsilon^{R_{SISMA}}$	=	0.000335147	-
$K^{S_{SISMA}}$	=	0.000004097	m <sup>-1</sup>
$K^{P_{SISMA}}$	=	0.000001577	m <sup>-1</sup>
$K^{R_{SISMA}}$	=	0.000004097	m <sup>-1</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO RETTILINEO

$\sigma_{\epsilon}^{S_{SISMA}}$	=	34.09	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{P_{SISMA}}$	=	68.19	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{R_{SISMA}}$	=	68.19	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{S_{SISMA}}$	=	0.07	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{P_{SISMA}}$	=	0.03	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{R_{SISMA}}$	=	0.07	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{\epsilon}^{SISMA}$	=	102.28	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_k^{SISMA}$	=	0.10	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{SISMA}$	=	102.38	N/mm <sup>2</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI TOTALI SUL TRATTO RETTILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$\sigma_{\Delta T}$	=	107.12	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_H$	=	88.89	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{LO}$	=	146.83	N/mm <sup>2</sup> "UNRESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{LT}$	=	182.83	N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"
$\sigma_{VM}$	=	158.36	N/mm <sup>2</sup> "RESTRAINED PIPELINE"

#### VERIFICA TENSIONI E DEFORMAZIONE SUL TRATTO RETTILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$F_{LO}$	=	0.41	< 0.75	<b>VERIFICATO</b>
$F_{LT}$	=	0.51	< 0.90	<b>VERIFICATO</b>
$F_{VM}$	=	0.44	< 1.00	<b>VERIFICATO</b>
$\epsilon$	=	0.07	< 1.00	<b>VERIFICATO</b>

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>						
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>						
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>						
N° Documento: 03858-SAN-RE-201-001	Foglio 78 di 88		Rev.:			N° Documento Cliente: RE-TEC-023
			00			

### 6.19.3. Verifica tratto in curva

#### CALCOLO DELLE AZIONI SISMICHE SULLE CURVE SECONDO LE ASCE 1984

$\delta$	=	10.2 deg
$\varphi$	=	0.296705973 rad
$\delta$	=	0.178023584 rad
$K_0$	=	0.707628295 -
$H_t$	=	1.58415 m
$\epsilon_{MAX}$	=	0.000335147 -
$I$	=	14992929.37 mm <sup>4</sup>
$A_p$	=	4739.406677 mm <sup>2</sup>
$\lambda$	=	0.000844477 mm <sup>-1</sup>
$W_p$	=	0.372043424 kN/m
$t_u$	=	2.331616883 kN/m
$K^*$	=	0.92563664 -
$K_1$	=	1.320561724 -
$L'$	=	106304.8214 mm
$\Delta$	=	14.91764683 mm
$S$	=	63.24113234 kN
$M$	=	9987.201606 kN*mm

#### CALCOLO DELLE TENSIONI INDOTTE DAL SISMA SUL TRATTO CURVILINEO

$\sigma^{S_{SISMA}}$	=	13.34368132 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{M_{SISMA}}$	=	74.02359058 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{TOT_{SISMA}}$	=	87.3672719 N/mm <sup>2</sup>

#### CALCOLO DELLE TENSIONI TOTALI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$\sigma^{B_{DT}}$	=	107.12 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{B_H}$	=	66.43 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma^{B_{LO}}$	=	120.58 N/mm <sup>2</sup> <i>"UNRESTRAINED PIPELINE"</i>
$\sigma^{B_{LT}}$	=	174.55 N/mm <sup>2</sup> <i>"RESTRAINED PIPELINE"</i>
$\sigma^{B_{VM}}$	=	152.60 N/mm <sup>2</sup>

#### VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE B31.8 – EN1594

$F^{B_{LO}}$	=	0.33 < 0.75	<b>VERIFICATO</b>
$F^{B_{LT}}$	=	0.48 < 0.90	<b>VERIFICATO</b>

#### VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TRATTO CURVILINEO SECONDO LE EN1594

$F^{B_{VM}}$	=	0.42 < 1.00	<b>VERIFICATO</b>
--------------	---	-------------	-------------------

RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2						
VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO						
N° Documento: 03858-SAN-RE-201-001	Foglio 79 di 88		Rev.:			N° Documento Cliente: RE-TEC-023

## 7 CONCLUSIONI

Le tubazioni principali del gasdotto DN 400 (16") e DN 300 (12") per il rifacimento del metanodotto Gagliano – T. Imerese - Fase 2, e quelle degli allacciamenti DN 150 (6"), risultano positivamente verificate a scuotimento sismico lungo tutto il tracciato. Lo spessore del tubo nei tratti rettilinei ed in curva è idoneo ad assorbire le sollecitazioni trasmesse dal sisma in oggetto.

Deve essere in ogni caso prevista l'adozione di una serie di misure atte ad aumentare la capacità della tubazione ad assorbire i movimenti differenziali e le tensioni indotte da un sisma tra cui, come da specifica interna Snam, l'esecuzione di controlli non distruttivi accurati su tutte le saldature volta ad escludere la presenza di punti di debolezza tra barra e barra.

Inoltre, poiché il calcolo presentato in questo documento si limita alla verifica allo scuotimento sismico (shaking) e non prende in considerazione gli effetti di singolarità lungo il tracciato, come faglie superficiali e/o l'attraversamento di zone soggette a fenomeni franosi, si sottolinea l'importanza dell'approfondimento di tali aspetti.

A questo proposito, come riportato nella "Relazione Sismica" (Rif.[11]), sono state indagate possibili interferenze del tracciato con faglie attive e capaci e, dalla consultazione dei database del progetto ITHACA e DISS, non ne risultano.

Inoltre sono state rilevate in campo tutte le frane PAI interferenti con il tracciato, e per queste eseguite verifiche di stabilità in condizioni sia statiche che dinamiche. Per dettagli si rimanda al documento "Relazione di Compatibilità Idrogeologica" (Rif.[14]).

### 7.1 Sintesi dei risultati

Di seguito si riporta tabella riassuntiva dei risultati ottenuti dalla verifica a scuotimento sismico:

#### 7.1.1. Macroarea 1

Tratto Rettilineo						
DN e sp. [mm]	$\sigma_{LO}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	F <sub>LO</sub> [-]	$\sigma_{LT}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	F <sub>LT</sub> [-]	$\sigma_{VM}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	F <sub>VM</sub> [-]
DN 400 11.1	124.93	0.35 ≤ 0.75	122.21	0.34 ≤ 0.90	130.41	0.36 ≤ 1.00

Tab. 7.A – Tabella riassuntiva per il tratto rettilineo

Tratto in Curva						
DN e sp. [mm]	$\sigma^{BLO}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	F <sup>BLO</sup> [-]	$\sigma^{BLT}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	F <sup>BLT</sup> [-]	$\sigma^{BVM}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	F <sup>BVM</sup> [-]
DN 400 11.1	79.63	0.22 ≤ 0.75	76.91	0.21 ≤ 0.90	119.19	0.33 ≤ 1.00

Tab. 7.B – Tabella riassuntiva per il tratto in curva

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>						
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>						
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>						
N° Documento:	Foglio		Rev.:			N° Documento Cliente:
03858-SAN-RE-201-001	80	di 88	00			RE-TEC-023

### 7.1.2. Macroarea 2

<b>Tratto Rettilineo</b>						
<b>DN e sp. [mm]</b>	<b><math>\sigma_{LO}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>LO</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma_{LT}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>LT</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma_{VM}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>VM</sub> [-]</b>
DN 400 11.1	130.43	0.36 ≤ 0.75	127.71	0.35 ≤ 0.90	132.76	0.37 ≤ 1.00

Tab. 7.C – Tabella riassuntiva per il tratto rettilineo

<b>Tratto in Curva</b>						
<b>DN e sp. [mm]</b>	<b><math>\sigma^{B_{LO}}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>B<sub>LO</sub></sup> [-]</b>	<b><math>\sigma^{B_{LT}}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>B<sub>LT</sub></sup> [-]</b>	<b><math>\sigma^{B_{VM}}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>B<sub>VM</sub></sup> [-]</b>
DN 400 11.1	82.59	0.23 ≤ 0.75	79.87	0.22 ≤ 0.90	119.43	0.33 ≤ 1.00

Tab. 7.D – Tabella riassuntiva per il tratto in curva

### 7.1.3. Macroarea 3

<b>Tratto Rettilineo</b>						
<b>DN e sp. [mm]</b>	<b><math>\sigma_{LO}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>LO</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma_{LT}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>LT</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma_{VM}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>VM</sub> [-]</b>
DN 400 11.1	141.44	0.39 ≤ 0.75	138.72	0.39 ≤ 0.90	138.02	0.38 ≤ 1.00

Tab. 7.E – Tabella riassuntiva per il tratto rettilineo

<b>Tratto in Curva</b>						
<b>DN e sp. [mm]</b>	<b><math>\sigma^{B_{LO}}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>B<sub>LO</sub></sup> [-]</b>	<b><math>\sigma^{B_{LT}}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>B<sub>LT</sub></sup> [-]</b>	<b><math>\sigma^{B_{VM}}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>B<sub>VM</sub></sup> [-]</b>
DN 400 11.1	92.55	0.26 ≤ 0.75	89.83	0.25 ≤ 0.90	120.77	0.34 ≤ 1.00

Tab. 7.F – Tabella riassuntiva per il tratto in curva



<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>						
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>						
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>						
N° Documento: 03858-SAN-RE-201-001		Foglio 81 di 88		Rev.:		N° Documento Cliente: RE-TEC-023

#### 7.1.4. Macroarea 4

<b>Tratto Rettilineo</b>						
<b>DN e sp. [mm]</b>	<b><math>\sigma_{LO}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>LO</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma_{LT}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>LT</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma_{VM}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>VM</sub> [-]</b>
DN 400 11.1	128.85	0.36 ≤ 0.75	126.13	0.35 ≤ 0.90	132.07	0.37 ≤ 1.00

Tab. 7.G – Tabella riassuntiva per il tratto rettilineo

<b>Tratto in Curva</b>						
<b>DN e sp. [mm]</b>	<b><math>\sigma^{BLO}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>BLO</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma^{BLT}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>BLT</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma^{BVM}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>BVM</sub> [-]</b>
DN 400 11.1	83.33	0.23 ≤ 0.75	80.61	0.22 ≤ 0.90	119.50	0.33 ≤ 1.00

Tab. 7.H – Tabella riassuntiva per il tratto in curva

#### 7.1.5. Macroarea 5

<b>Tratto Rettilineo</b>						
<b>DN e sp. [mm]</b>	<b><math>\sigma_{LO}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>LO</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma_{LT}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>LT</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma_{VM}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>VM</sub> [-]</b>
DN 400 11.1	112.97	0.31 ≤ 0.75	110.25	0.31 ≤ 0.90	125.97	0.35 ≤ 1.00

Tab. 7.I – Tabella riassuntiva per il tratto rettilineo

<b>Tratto in Curva</b>						
<b>DN e sp. [mm]</b>	<b><math>\sigma^{BLO}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>BLO</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma^{BLT}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>BLT</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma^{BVM}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>BVM</sub> [-]</b>
DN 400 11.1	77.56	0.22 ≤ 0.75	74.84	0.21 ≤ 0.90	119.06	0.33 ≤ 1.00

Tab. 7.J – Tabella riassuntiva per il tratto in curva

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>						
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>						
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>						
N° Documento:	Foglio		Rev.:			N° Documento Cliente:
03858-SAN-RE-201-001	82	di 88	00			RE-TEC-023

### 7.1.6. Macroarea 6

<b>Tratto Rettilineo</b>						
<b>DN e sp. [mm]</b>	<b><math>\sigma_{LO}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>LO</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma_{LT}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>LT</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma_{VM}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>VM</sub> [-]</b>
DN 400 11.1	140.64	0.39 ≤ 0.75	137.92	0.38 ≤ 0.90	137.61	0.38 ≤ 1.00

Tab. 7.K – Tabella riassuntiva per il tratto rettilineo

<b>Tratto in Curva</b>						
<b>DN e sp. [mm]</b>	<b><math>\sigma^{BLO}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>B</sup><sub>LO</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma^{BLT}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>B</sup><sub>LT</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma^{BVM}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>B</sup><sub>VM</sub> [-]</b>
DN 400 11.1	91.63	0.25 ≤ 0.75	88.91	0.25 ≤ 0.90	120.62	0.34 ≤ 1.00

Tab. 7.L – Tabella riassuntiva per il tratto in curva

### 7.1.7. Macroarea 7

<b>Tratto Rettilineo</b>						
<b>DN e sp. [mm]</b>	<b><math>\sigma_{LO}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>LO</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma_{LT}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>LT</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma_{VM}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>VM</sub> [-]</b>
DN 400 11.1	112.01	0.31 ≤ 0.75	109.29	0.30 ≤ 0.90	125.66	0.35 ≤ 1.00

Tab. 7.M – Tabella riassuntiva per il tratto rettilineo

<b>Tratto in Curva</b>						
<b>DN e sp. [mm]</b>	<b><math>\sigma^{BLO}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>B</sup><sub>LO</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma^{BLT}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>B</sup><sub>LT</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma^{BVM}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>B</sup><sub>VM</sub> [-]</b>
DN 400 11.1	75.47	0.21 ≤ 0.75	72.74	0.20 ≤ 0.90	118.97	0.33 ≤ 1.00

Tab. 7.N – Tabella riassuntiva per il tratto in curva

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>						
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>						
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>						
N° Documento:	Foglio		Rev.:			N° Documento Cliente:
03858-SAN-RE-201-001	83	di 88	00			RE-TEC-023

### 7.1.8. Macroarea 8

<b>Tratto Rettilineo</b>						
<b>DN e sp. [mm]</b>	<b><math>\sigma_{LO}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>LO</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma_{LT}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>LT</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma_{VM}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>VM</sub> [-]</b>
DN 400 11.1	119.16	0.33 ≤ 0.75	116.44	0.32 ≤ 0.90	128.15	0.36 ≤ 1.00

Tab. 7.O – Tabella riassuntiva per il tratto rettilineo

<b>Tratto in Curva</b>						
<b>DN e sp. [mm]</b>	<b><math>\sigma^{BLO}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>B</sup><sub>LO</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma^{BLT}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>B</sup><sub>LT</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma^{BVM}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>B</sup><sub>VM</sub> [-]</b>
DN 400 11.1	79.17	0.22 ≤ 0.75	76.45	0.21 ≤ 0.90	119.16	0.33 ≤ 1.00

Tab. 7.P – Tabella riassuntiva per il tratto in curva

### 7.1.9. Macroarea 9

<b>Tratto Rettilineo</b>						
<b>DN e sp. [mm]</b>	<b><math>\sigma_{LO}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>LO</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma_{LT}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>LT</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma_{VM}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>VM</sub> [-]</b>
DN 400 11.1	134.79	0.37 ≤ 0.75	132.07	0.37 ≤ 0.90	134.76	0.37 ≤ 1.00

Tab. 7.Q – Tabella riassuntiva per il tratto rettilineo

<b>Tratto in Curva</b>						
<b>DN e sp. [mm]</b>	<b><math>\sigma^{BLO}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>B</sup><sub>LO</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma^{BLT}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>B</sup><sub>LT</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma^{BVM}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>B</sup><sub>VM</sub> [-]</b>
DN 400 11.1	86.22	0.24 ≤ 0.75	83.50	0.23 ≤ 0.90	119.83	0.33 ≤ 1.00

Tab. 7.R – Tabella riassuntiva per il tratto in curva

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>						
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>						
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>						
N° Documento: 03858-SAN-RE-201-001		Foglio 84 di 88		Rev.: 00		N° Documento Cliente: RE-TEC-023

7.1.10. Macroarea 10

<b>Tratto Rettilineo</b>						
<b>DN e sp. [mm]</b>	<b><math>\sigma_{LO}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>LO</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma_{LT}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>LT</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma_{VM}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>VM</sub> [-]</b>
DN 400 11.1	111.66	0.31 ≤ 0.75	108.93	0.30 ≤ 0.90	125.54	0.35 ≤ 1.00

Tab. 7.S – Tabella riassuntiva per il tratto rettilineo

<b>Tratto in Curva</b>						
<b>DN e sp. [mm]</b>	<b><math>\sigma^{BLO}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>BLO</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma^{BLT}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>BLT</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma^{BVM}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>BVM</sub> [-]</b>
DN 400 11.1	77.01	0.21 ≤ 0.75	74.29	0.21 ≤ 0.90	119.04	0.33 ≤ 1.00

Tab. 7.T – Tabella riassuntiva per il tratto in curva

7.1.11. Macroarea 11

<b>Tratto Rettilineo</b>						
<b>DN e sp. [mm]</b>	<b><math>\sigma_{LO}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>LO</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma_{LT}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>LT</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma_{VM}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>VM</sub> [-]</b>
DN 400 11.1	124.52	0.35 ≤ 0.75	121.80	0.34 ≤ 0.90	130.24	0.36 ≤ 1.00

Tab. 7.U – Tabella riassuntiva per il tratto rettilineo

<b>Tratto in Curva</b>						
<b>DN e sp. [mm]</b>	<b><math>\sigma^{BLO}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>BLO</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma^{BLT}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>BLT</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma^{BVM}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>BVM</sub> [-]</b>
DN 400 11.1	81.78	0.23 ≤ 0.75	79.06	0.22 ≤ 0.90	119.36	0.33 ≤ 1.00

Tab. 7.V – Tabella riassuntiva per il tratto in curva

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>						
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>						
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>						
N° Documento: 03858-SAN-RE-201-001		Foglio 85 di 88		Rev.: 00		N° Documento Cliente: RE-TEC-023

7.1.12. Macroarea 12

<b>Tratto Rettilineo</b>						
<b>DN e sp. [mm]</b>	<b><math>\sigma_{LO}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>LO</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma_{LT}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>LT</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma_{VM}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>VM</sub> [-]</b>
DN 400 11.1	125.56	0.35 ≤ 0.75	122.84	0.34 ≤ 0.90	130.67	0.36 ≤ 1.00

Tab. 7.W – Tabella riassuntiva per il tratto rettilineo

<b>Tratto in Curva</b>						
<b>DN e sp. [mm]</b>	<b><math>\sigma^{B_{LO}}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>B<sub>LO</sub></sup> [-]</b>	<b><math>\sigma^{B_{LT}}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>B<sub>LT</sub></sup> [-]</b>	<b><math>\sigma^{B_{VM}}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>B<sub>VM</sub></sup> [-]</b>
DN 400 11.1	81.61	0.23 ≤ 0.75	78.89	0.22 ≤ 0.90	119.34	0.33 ≤ 1.00

Tab. 7.X – Tabella riassuntiva per il tratto in curva

7.1.13. Macroarea 13

<b>Tratto Rettilineo</b>						
<b>DN e sp. [mm]</b>	<b><math>\sigma_{LO}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>LO</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma_{LT}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>LT</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma_{VM}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>VM</sub> [-]</b>
DN 400 11.1	113.47	0.32 ≤ 0.75	110.75	0.31 ≤ 0.90	126.13	0.35 ≤ 1.00

Tab. 7.Y – Tabella riassuntiva per il tratto rettilineo

<b>Tratto in Curva</b>						
<b>DN e sp. [mm]</b>	<b><math>\sigma^{B_{LO}}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>B<sub>LO</sub></sup> [-]</b>	<b><math>\sigma^{B_{LT}}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>B<sub>LT</sub></sup> [-]</b>	<b><math>\sigma^{B_{VM}}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>B<sub>VM</sub></sup> [-]</b>
DN 400 11.1	75.49	0.21 ≤ 0.75	72.77	0.20 ≤ 0.90	118.97	0.33 ≤ 1.00

Tab. 7.Z – Tabella riassuntiva per il tratto in curva

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>						
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>						
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>						
N° Documento: 03858-SAN-RE-201-001		Foglio 86 di 88		Rev.: 00		N° Documento Cliente: RE-TEC-023

7.1.14. Macroarea 14

<b>Tratto Rettilineo</b>						
<b>DN e sp. [mm]</b>	<b><math>\sigma_{LO}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>LO</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma_{LT}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>LT</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma_{VM}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>VM</sub> [-]</b>
DN 300 9.5	108.72	0.30 ≤ 0.75	113.55	0.32 ≤ 0.90	121.34	0.34 ≤ 1.00

Tab. 7.AA – Tabella riassuntiva per il tratto rettilineo

<b>Tratto in Curva</b>						
<b>DN e sp. [mm]</b>	<b><math>\sigma^{BLO}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>BLO</sup> [-]</b>	<b><math>\sigma^{BLT}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>BLT</sup> [-]</b>	<b><math>\sigma^{BVM}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>BVM</sup> [-]</b>
DN 300 9.5	71.88	0.20 ≤ 0.75	76.71	0.21 ≤ 0.90	111.46	0.31 ≤ 1.00

Tab. 7.BB – Tabella riassuntiva per il tratto in curva

7.1.15. Macroarea 15

<b>Tratto Rettilineo</b>						
<b>DN e sp. [mm]</b>	<b><math>\sigma_{LO}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>LO</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma_{LT}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>LT</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma_{VM}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>VM</sub> [-]</b>
DN 300 9.5	136.14	0.38 ≤ 0.75	140.97	0.39 ≤ 0.90	134.89	0.37 ≤ 1.00

Tab. 7.CC – Tabella riassuntiva per il tratto rettilineo

<b>Tratto in Curva</b>						
<b>DN e sp. [mm]</b>	<b><math>\sigma^{BLO}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>BLO</sup> [-]</b>	<b><math>\sigma^{BLT}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>BLT</sup> [-]</b>	<b><math>\sigma^{BVM}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>BVM</sup> [-]</b>
DN 300 9.5	83.72	0.23 ≤ 0.75	88.55	0.25 ≤ 0.90	113.43	0.32 ≤ 1.00

Tab. 7.DD – Tabella riassuntiva per il tratto in curva

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>						
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>						
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>						
N° Documento:	Foglio		Rev.:			N° Documento Cliente:
03858-SAN-RE-201-001	87	di 88	00			RE-TEC-023

7.1.16. Macroarea 16

<b>Tratto Rettilineo</b>						
<b>DN e sp. [mm]</b>	<b><math>\sigma_{LO}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>LO</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma_{LT}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>LT</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma_{VM}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>VM</sub> [-]</b>
DN 300 9.5	112.21	0.31 ≤ 0.75	117.04	0.33 ≤ 0.90	122.81	0.34 ≤ 1.00

Tab. 7.EE – Tabella riassuntiva per il tratto rettilineo

<b>Tratto in Curva</b>						
<b>DN e sp. [mm]</b>	<b><math>\sigma^{BLO}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>B</sup><sub>LO</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma^{BLT}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>B</sup><sub>LT</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma^{BVM}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>B</sup><sub>VM</sub> [-]</b>
DN 300 9.5	75.33	0.21 ≤ 0.75	80.17	0.22 ≤ 0.90	111.91	0.31 ≤ 1.00

Tab. 7.FF – Tabella riassuntiva per il tratto in curva

7.1.17. Macroarea 17

<b>Tratto Rettilineo</b>						
<b>DN e sp. [mm]</b>	<b><math>\sigma_{LO}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>LO</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma_{LT}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>LT</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma_{VM}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>VM</sub> [-]</b>
DN 300 9.5	121.19	0.34 ≤ 0.75	126.02	0.35 ≤ 0.90	126.95	0.35 ≤ 1.00

Tab. 7.GG – Tabella riassuntiva per il tratto rettilineo

<b>Tratto in Curva</b>						
<b>DN e sp. [mm]</b>	<b><math>\sigma^{BLO}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>B</sup><sub>LO</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma^{BLT}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>B</sup><sub>LT</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma^{BVM}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>B</sup><sub>VM</sub> [-]</b>
DN 300 9.5	78.17	0.22 ≤ 0.75	83.00	0.23 ≤ 0.90	112.36	0.31 ≤ 1.00

Tab. 7.HH – Tabella riassuntiva per il tratto in curva

<b>RIFACIMENTO MET. GAGLIANO – TERMINI IMERESE</b>						
<b>DN 400/300 (16"/12"), DP 75 BAR - FASE 2</b>						
<b>VERIFICA STRUTTURALE ALLO SCUOTIMENTO SISMICO</b>						
<b>N° Documento:</b>		<b>Foglio</b>		<b>Rev.:</b>		<b>N° Documento Cliente:</b>
03858-SAN-RE-201-001		88 di 88		00		RE-TEC-023

7.1.18. *Allacciamenti*

<b>Tratto Rettilineo</b>						
<b>DN e sp. [mm]</b>	<b><math>\sigma_{LO}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>LO</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma_{LT}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>LT</sub> [-]</b>	<b><math>\sigma_{VM}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sub>VM</sub> [-]</b>
DN 150 7.1	146.83	0.41 ≤ 0.75	182.83	0.51 ≤ 0.90	158.36	0.44 ≤ 1.00

Tab. 7.II – Tabella riassuntiva per il tratto rettilineo

<b>Tratto in Curva</b>						
<b>DN e sp. [mm]</b>	<b><math>\sigma^{BLO}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>BLO</sup> [-]</b>	<b><math>\sigma^{BLT}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>BLT</sup> [-]</b>	<b><math>\sigma^{BVM}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>F<sup>BVM</sup> [-]</b>
DN 150 7.1	120.58	0.33 ≤ 0.75	174.55	0.48 ≤ 0.90	152.60	0.42 ≤ 1.00

Tab. 7.JJ – Tabella riassuntiva per il tratto in curva