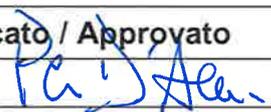




***STUDIO DI STRESS ANALYSIS
PER 6 POZZI DI MONITORAGGIO
DEL CAMPO "SAN POTITO"***

Data emissione: 28.07.2017	
Redatto	Verificato / Approvato
	
ProEnergy	Paolo D'Alesio



SOMMARIO

1.	INTRODUZIONE	3
1.1	SCOPO DEL LAVORO	3
1.2	EFFETTI DELLA $P_{MAX} = 120 \% P_1$	4
1.3	VERIFICHE EFFETTUATE	4
1.4	STRUTTURA DEL DOCUMENTO	4
1.5	ACRONIMI	5
2.	CONCLUSIONI	6
3.	DESCRIZIONE DELLE VERIFICHE ESEGUITE	8
4.	RISULTATI DELLE VERIFICHE	11
4.1	CARATTERISTICHE DEI POZZI	11
4.2	RISULTATI DEI CALCOLI	12
4.2.1	San Potito 1	12
4.2.2	San Potito 2 Dir	14
4.2.3	San Potito 3 Dir	16
4.2.4	San Potito 4 Dir	18
4.2.5	San Potito 6 Dir	20
4.2.6	San Potito 7 Dir	22
APPENDICE A.	DIAGRAMMI DELLE PRESSIONI.....	24
A.1	SAN POTITO 1.....	24
A.2	SAN POTITO 2 DIR	26
A.3	SAN POTITO 3 DIR	28
A.4	SAN POTITO 4 DIR	30
A.5	SAN POTITO 6 DIR	32
A.6	SAN POTITO 7 DIR	34



1. INTRODUZIONE

1.1 SCOPO DEL LAVORO

Lo scopo del lavoro è consistito nell'esecuzione di uno studio di *stress analysis* sugli elementi del completamento, sul *casing* di produzione e sulla testa pozzo di 6 pozzi di monitoraggio del Campo "San Potito", operato da Edison Stoccaggio, nelle condizioni di esercizio corrispondenti ad una pressione di giacimento superiore del 20% rispetto a quella originaria.

Lo studio è stato volto a verificare che gli *stress* generati nelle suddette condizioni di esercizio siano inferiori alle resistenze degli elementi del pozzo, mediante il calcolo dei relativi fattori di sicurezza e il loro confronto con i valori minimi previsti dalle policy aziendali di Edison Stoccaggio e dai principali Standard Internazionali applicabili.

Le verifiche hanno interessato i seguenti pozzi di monitoraggio:

Pozzi	
San Potito 1	San Potito 4 Dir
San Potito 2 Dir	San Potito 6 Dir
San Potito 3 Dir	San Potito 7 Dir

Nelle analisi è stata considerata una pressione massima del Livello BB1 di stoccaggio pari a $244,32 \text{ kg/cm}^2$ (P_{\max}) al *datum* di 1.833 m, pari al 120% della pressione iniziale di giacimento ($P_i = 203,65 \text{ kg/cm}^2$).

Lo studio è stato articolato nelle seguenti fasi:

- 1) Raccolta e analisi dei dati costruttivi e operativi dei pozzi oggetto di verifica
- 2) Analisi dei *caliper log* eseguiti da Edison Stoccaggio nei pozzi San Potito 3 Dir e San Potito 7 Dir
- 3) Esecuzione di calcoli di *stress analysis* sugli elementi del completamento, sulla testa pozzo e il *casing* di produzione, alle suddette condizioni di esercizio
- 4) Verifica dei fattori di sicurezza degli elementi del completamento, della testa pozzo e del *casing* di produzione alle massime condizioni di carico attese.



1.2 EFFETTI DELLA $P_{MAX} = 120 \% P_i$

L'aumentata pressione del giacimento nel Livello BB1 di stoccaggio, fino al 120% della pressione originaria, comporta i seguenti effetti sugli elementi costruttivi del pozzo:

- Aumento della pressione massima all'interno delle stringhe di completamento
- Aumento della pressione statica a testa pozzo (*Static Tubing Head Pressure, STHP*)
- Aumento della pressione nell'anulare tra il *casing* di produzione e le stringhe di completamento, in caso di perdita nei *tubing*, con conseguente impatto sul *casing* di produzione, sulle valvole del *tubing spool* e sul *packer*.

1.3 VERIFICHE EFFETTUATE

In considerazione degli effetti elencati nel paragrafo precedente, per ciascun pozzo sono state eseguite le verifiche elencate di seguito, e sono stati calcolati i relativi fattori di sicurezza:

- Verifica della resistenza a squarciamento della stringa lunga e della stringa corta del completamento
- Verifica del massimo tiro cui sono soggetti i *tubing*
- Verifica del massimo tiro al *top dei tubing*
- Verifica del massimo tiro dei *tubing* sul *packer* e che il massimo tiro sulla stringa lunga sia inferiore al valore dello *shear ring*
- Verifica che il massimo tiro della stringa corta sul *packer* sia inferiore alla forza di "snap out"
- Verifica di resistenza della *X-mas Tree*
- In caso di perdita di uno dei *tubing* alla massima pressione statica a testa pozzo e conseguente aumento di pressione nell'anulare:
 - verifica della resistenza a squarciamento del *casing* di produzione fino a quota *packer*;
 - verifica della resistenza delle valvole laterali del *tubing spool*;
 - verifica della resistenza del *packer* alla massima pressione differenziale dall'alto verso il basso.

1.4 STRUTTURA DEL DOCUMENTO

Per semplicità di consultazione, il presente rapporto è stato organizzato come segue:

- **Capitolo 1:** "Introduzione" (ovvero questa sezione), che descrive lo scopo e gli aspetti principali del lavoro svolto.
 - **Capitolo 2:** "[Conclusioni](#)", in cui sono riassunti i risultati dello studio di *stress analysis* e dei calcoli dei fattori di sicurezza per gli elementi del pozzo.
-



- **Capitolo 3:** “[Descrizione delle Verifiche Eseguite](#)”, in cui si descrivono i possibili effetti derivanti dall’aumento di pressione di giacimento e le conseguenti verifiche effettuate.
- **Capitolo 4:** “[Risultati delle Verifiche](#)”, in cui sono riportati in dettaglio, per ciascun pozzo, i risultati dei calcoli di *stress analysis* e i valori dei fattori di sicurezza.
- **Appendice A:** “[Diagrammi delle Pressioni](#)”, in cui sono riportati i diagrammi dei profili di pressione nei *tubing* e nell’anulare, nelle massime condizioni di carico.

1.5 ACRONIMI

Acronimo	Descrizione
MD	Measured Depth
SC	Stringa Corta
SF	Safety Factor
SL	Stringa Lunga
STHP	Static Tubing Head Pressure
VD	Vertical Depth



2. CONCLUSIONI

I calcoli di *stress analysis* sono stati condotti sugli elementi del completamento, sulla testa pozzo e sul *casing* di produzione dei seguenti pozzi di monitoraggio del Campo "San Potito", operato da Edison Stoccaggio:

- San Potito 1
- San Potito 2 Dir
- San Potito 3 Dir
- San Potito 4 Dir
- San Potito 6 Dir
- San Potito 7 Dir

Le massime condizioni di carico considerate sono quelle a giacimento pressurizzato a 244,32 kg/cm² (Livello BB1), ovvero al 120% della pressione originaria (203,65 kg/cm²).

I risultati delle analisi eseguite evidenziano che **tutti i fattori di sicurezza calcolati per i pozzi analizzati sono superiori ai minimi valori stabiliti dalle policy aziendali di Edison Stoccaggio e dai principali Standard Internazionali applicabili.**

Come riferimento per i fattori di sicurezza, sono stati utilizzati i valori definiti nelle procedure Edison "*Completion/Intervention Design Manual*", WO-HQ-00-M-005-0 per i *tubing*, e "*Drilling Design Manual*", WO-HQ-00-M-004-0 per il *casing* di produzione, allineati o più conservativi rispetto allo standard Norsok D-010 Rev.4.

Nello specifico, i minimi valori dei fattori di sicurezza per i *tubing* sono:

- Squarciamento (Burst): 1,25
- Trazione/Compressione (Axial): 1,33.

Il valore minimo del fattore di sicurezza a squarciamento per il *casing* di produzione è 1,1.

La [Tabella 2.1](#) riassume i valori dei fattori di sicurezza calcolati.



Studio di Stress Analysis
per 6 Pozzi di Monitoraggio
del Campo "San Potito"

Pag. 7 di 35

Rev. 0

		Minimi Valori dei Fattori di Sicurezza					
		S. Potito 1	S. Potito 2 Dir	S. Potito 3 Dir	S. Potito 4 Dir	S. Potito 6 Dir	S. Potito 7 Dir
Verifica della resistenza a squarciamento dei <i>tubing</i>	SC	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96
	SL	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96
Verifica del massimo tiro cui sono soggetti i <i>tubing</i>	SC	2,88	2,51	2,56	2,68	2,12	2,10
	SL	1,94	1,76	1,79	1,85	1,55	1,55
Verifica del massimo tiro dei <i>tubing</i> sul <i>packer</i>		37,86	38,76	38,85	39,19	38,81	38,82
Verifica dello <i>shear ring</i>		11,93	11,25	11,28	11,38	11,27	11,27
Verifica della <i>snap out force</i>		1,79	1,69	1,69	1,71	1,69	1,69
Verifica della resistenza della testa pozzo		1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61
Verifica della resistenza a squarciamento del <i>casing</i> di produzione		2,40	1,98	1,94	2,02	2,03	2,03
Verifica della resistenza delle valvole laterali del <i>tubing spool</i>		1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61
Verifica della resistenza del <i>packer</i> alla massima pressione differenziale dall'alto verso il basso		2,00	1,74	2,15	2,12	1,74	2,15

Tabella 2.1 - Minimi Valori dei Fattori di Sicurezza Calcolati



3. DESCRIZIONE DELLE VERIFICHE ESEGUITE

I calcoli di *stress analysis* sono stati eseguiti analizzando individualmente i 6 pozzi oggetto di studio, per tenere conto delle loro differenti caratteristiche costruttive.

Inoltre, si è tenuto conto dell'invecchiamento dei pozzi, sulla base dell'analisi dei *log* di corrosione/erosione eseguiti da Edison Stoccaggio nei pozzi San Potito 3 Dir e San Potito 7 Dir, mediante *multifinger caliper log*. Tali *log* hanno evidenziato una penetrazione massima del 21% sulla stringa corta e del 18,7% sulla stringa lunga per il Pozzo San Potito 3 Dir, e una penetrazione massima del 20% sulla stringa corta e del 21% sulla stringa lunga per il pozzo San Potito 7 Dir.

Per quanto sopra, i calcoli di *stress analysis* sulle stringhe di completamento sono stati eseguiti considerando, in via conservativa, una riduzione delle resistenze del 30%.

Nelle analisi è stata considerata una pressione massima del Livello BB1 di stoccaggio di 244,32 kg/cm², pari al 120% della pressione iniziale di giacimento.

L'aumentata pressione del giacimento di stoccaggio comporta, sugli elementi costruttivi del pozzo, gli effetti descritti di seguito.

L'effetto temperatura, trattandosi di pozzi di monitoraggio, è assente.

Aumento della pressione massima all'interno delle stringhe di completamento

Generalmente, un aumento di pressione nel *tubing* produce un effetto "*ballooning*", un effetto "*piston*" e un effetto "*buckling*".

Nel caso specifico:

- L'effetto *piston*, trattandosi di tubini da 2 3/8" senza riduzioni e ancorati al *packer* di produzione, è assente.
- L'effetto *buckling* derivante dalla suddetta variazione di pressione può essere trascurato.
- L'unico effetto da considerare è l'effetto *balloning*, il quale è stato calcolato secondo la formula:

$$Balloning\ Force = 0.6(\Delta P_{ia}A_i - \Delta P_{oa}A_o)$$

dove:

ΔP_{ia} = variazione della pressione media del *tubing*, psi

A_i = area relativa al diametro interno del *tubing*, inch²

ΔP_{oa} = variazione della pressione media nell'anulare, psi

A_o = area relativa al diametro esterno del *tubing*, inch²



Poiché i tubini sono ancorati al *tubing hanger* e al *packer* di produzione, la "balloning force" genera i seguenti stress aggiuntivi:

- Maggiore tensione sui *tubing*
- Maggiore tiro dei *tubing* sul *tubing hanger*
- Maggiore tiro dei *tubing* sul *packer* di produzione.

Per ciascun pozzo, sono state pertanto effettuate le seguenti verifiche:

- Verifica della resistenza a squarciamento della stringa lunga e della stringa corta del completamento, confrontando la massima pressione cui sono soggetti i *tubing* con le relative resistenze a squarciamento.
- Verifica del massimo tiro cui sono soggetti i *tubing*, confrontando il massimo tiro che si verifica sotto il *tubing hanger* con la resistenza a tiro dei *tubing*.
- Verifica del massimo tiro dei *tubing* sul *packer*, eseguita confrontando il massimo tiro esercitato dai *tubing* sul *packer* con la resistenza a tiro del *packer*. È stato inoltre verificato che tale tiro sia inferiore al valore dello *shear ring* del *packer*.
- Verifica che il massimo tiro della stringa corta sul *packer* sia inferiore alla forza di *snap out*, confrontando il massimo tiro che si genera per effetto dell'aumentata pressione, con il valore di "snap out force" dello *snap latch* di collegamento della stringa corta sul *packer*.

Aumento della pressione statica a testa pozzo

Un aumento della pressione del giacimento comporta un aumento della pressione statica a testa pozzo. È stato pertanto verificato che la *working pressure* della testa pozzo sia adeguata.

Aumento della pressione nell'anulare, in caso di perdita al top di uno dei *tubing*

Nel caso si verifichi una perdita nel *tubing*, la pressione nell'anulare in corrispondenza della perdita si equalizza con la pressione all'interno della stringa di completamento.

Questo effetto è massimo se la perdita è localizzata al *top* del *tubing* e con una STHP di 218,32 kg/cm², ricavata a partire dalla massima pressione di giacimento (244,32 kg/cm²).

Sono state pertanto effettuate le seguenti verifiche sugli elementi dell'anulare:

- Verifica della resistenza a squarciamento del *casing* di produzione fino a quota *packer*, calcolando gli stress derivanti dal nuovo regime di pressione nell'anulare, dall'idrostatica del fluido di completamento e di quella del fango di tubaggio, e confrontando tali *stress* con la resistenza a squarciamento del *casing* di produzione.
- Verifica della resistenza delle valvole laterali del *tubing spool*, confrontando la massima pressione al *top* dell'anulare con la resistenza delle valvole del *tubing spool*.



Studio di Stress Analysis
per 6 Pozzi di Monitoraggio
del Campo "San Potito"

Pag. 10 di 35

Rev. 0

- Verifica della resistenza del *packer* alla massima pressione differenziale dall'alto verso il basso, calcolando la massima pressione differenziale dall'alto verso il basso nel nuovo regime di pressione nell'anulare, e confrontando tale valore con la relativa resistenza del *packer*.

Come fattori di sicurezza di riferimento, sono stati considerati i valori definiti dalle procedure Edison "*Completion/Intervention Design Manual*", WO-HQ-00-M-005-0 per i *tubing*, e "*Drilling Design Manual*", WO-HQ-00-M-004-0 per il *casing* di produzione, allineati o più conservativi rispetto allo standard Norsok D-010 Rev.4.

Nello specifico, i minimi valori dei fattori di sicurezza per i *tubing* sono:

- Squarciamento (Burst): 1,25
- Trazione/Compressione (Axial): 1,33.

Il valore minimo del fattore di sicurezza a squarciamento per il *casing* di produzione è 1,1.



4. RISULTATI DELLE VERIFICHE

4.1 CARATTERISTICHE DEI POZZI

[Tabella 4.1](#) e [Tabella 4.2](#) riassumono, per ciascun pozzo oggetto di studio, le principali caratteristiche costruttive.

Nota: Per il casing di produzione, mancando il dato ufficiale circa il tipo di connessione, è stata ipotizzata conservativamente una filettatura Buttress.

Pozzo	Total MD (m)	Livello Pool	Anno	Tubing (size e peso)	Tubing (connessione)	Casing di produzione (size e peso)	Casing di produzione (connessione)	Cement Top (m)
San Potito 1	2395	SC: B	1984	2 3/8", P-105 4,7 lb/ft	IPJ	7", N-80 29 lb/ft	Buttress	755
		SL:B						
San Potito 2 Dir	2424	SC:A	1986	2 3/8", P-105 4,7 lb/ft	IPJ	7", N-80 23 lb/ft	Buttress	1045
		SL:B						
San Potito 3 Dir	2318	SC: B	1986	2 3/8", P-105 4,7 lb/ft	IPJ	7", N-80 23 lb/ft	Buttress	850
		SL:B						
San Potito 4 Dir	2340	SC: B	1986	2 3/8", P-105 4,7 lb/ft	IPJ	7", N-80 23 lb/ft	Buttress	1175
		SL:D						
San Potito 6 Dir	2665	SC:A1+A	1987	2 3/8", P-105 4,7 lb/ft	IPJ	7", N-80 23 lb/ft	Buttress	1329
		SL:B						
San Potito 7 Dir	2756	SC: B	1986	2 3/8", P-105 4,7 lb/ft	IPJ	7", N-80 23 lb/ft	Buttress	1480
		SL:B						

Tabella 4.1 - Caratteristiche dei Tubing e dei Casing di Produzione

Pozzo	San Potito 1	San Potito 2 Dir	San Potito 3 Dir	San Potito 4 Dir	San Potito 6 Dir	San Potito 7 Dir
Modello	Baker A5	Baker A5	Baker A5	Baker A5	Halliburton RDH	Halliburton RDH
Tipo	Dual Retrievable	Dual Retrievable	Dual Retrievable	Dual Retrievable	Dual Retrievable	Dual Retrievable
Size	47 C2	47 C2	47 C2	47 C2	20÷26	23÷29
Profondità Packer m MD (m VD)	1.755,5 (1.755,5)	1.977 (1.761,79)	1.940,18 (1.777)	1.848,5 (1.785)	2.258,8 (1.751)	2272,5 (1765,5)
Tipo di Packer Fluid	Brine NaBr	Brine NaBr	Brine NaBr	Brine NaBr	Brine CaCl ₂	Brine NaBr
Massima Pressione Differenziale (lb)	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
Densità Packer Fluid (kg/l)	1,35	1,26	1,26	1,26	1,27	1,26
Pressione di Settaggio (psi)	1.400	1.400	1.400	1.400	2.250	2.250
Slack Off Force (lb)	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Snap Out Force (lb)	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
Share Ring Value (lb)	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000

Tabella 4.2 - Caratteristiche dei Packer

4.2 RISULTATI DEI CALCOLI

Nei paragrafi seguenti, si riportano, per ciascun pozzo oggetto di studio, i risultati dei calcoli di verifica degli elementi del completamento, della testa pozzo e del *casing* di produzione.

L' [Appendice A](#) include i diagrammi dei profili di pressione nei *tubing* e nell'anulare nelle massime condizioni di carico, considerati per i calcoli di *stress analysis*.

4.2.1 SAN POTITO 1

I valori calcolati per gli stress sul *tubing*, sulla testa pozzo, sul *packer* e sul *casing* di produzione e i relativi fattori di sicurezza sono i seguenti:

Verifica della Resistenza a Squarciamento dei *Tubing*

	Massima sollecitazione	Limite di resistenza	SF
Stringa corta	3.474 psi	10.290 psi	2,96
Stinga lunga	3.474 psi	10.290 psi	2,96

Verifica del Massimo Tiro (trazione) cui Sono Soggetti i *Tubing*

	Massima sollecitazione	Limite di resistenza	SF
Stringa corta	22.956 lb	66.087 lb	2,88
Stinga lunga	34.022 lb	66.087 lb	1,94

Verifica del Massimo Tiro (trazione) dei *Tubing* sul *Packer*

Massima sollecitazione	Limite di resistenza	SF
3.354 lb	126.984 lb	37,86

Verifica dello *Shear Ring*

Massima sollecitazione	Limite di resistenza	SF
3.354 lb	40.000 lb	11,93



Verifica della "Snap Out Force"

Massima sollecitazione	Limite di resistenza	SF
3.354 lb	6.000 lb	1,79

Verifica della Resistenza della Testa Pozzo

La massima pressione a testa pozzo è pari a 218,32 kg/cm² (~3.100 psi), a fronte di una *working pressure* di 5.000 psi della testa pozzo.

Safety Factor = 1,61.

Verifica della Resistenza a Squarciamento del Casing di Produzione

Il *Minimum Safety Factor* calcolato mediante software StressCheck è pari a 2,40, come indicato in [Tabella 4.4](#).

Depth (MD) (m)	OD/Weight/Grade	Connection	Minimum Safety Factor (Abs)			
			Burst	Collapse	Axial	Triaxial
0	7", 29,000 ppf, N-80	BTC, N-80	2,81 B6	+ 100,00 C5	5,38 A3	3,19 B6
6			2,81 B6	+ 100,00 C5	5,40 A3	3,20 B6
755			2,81 B6	4,85 C5	12,54 A3	3,46 B6
1109			2,65 B6	3,30 C5	33,41 A3	3,29 B6
1322			2,56 B6	2,77 C5	+ 100,00 A3	3,12 B6
1322			2,56 B6	2,77 C5	(+ 100,00) A3	3,12 B6
1755			2,40 B6	2,09 C5	(16,38) A3	2,82 C5
1756			14,06 B6	2,09 C5	(16,38) A3	2,82 C5
1828			16,33 B6	2,00 C5	(14,03) A3	2,72 C5
2066			13,18 B6	1,77 C5	(9,54) A3	2,44 C5
2066			13,18 B6	1,77 C5	(16,89) A3	2,47 C5
2096			12,87 B6	1,75 C5	(15,77) A3	2,44 C5
B6	Tubing Leak					
C5	Full Evacuation Production					
A3	Post-Cement Static Load					
()	Compression					

Tabella 4.3 - Fattori di Sicurezza Minimi del Casing di Produzione del Pozzo San Potito 1

Verifica della Resistenza delle Valvole Laterali del Tubing Spool

La massima pressione nell'anulare in caso di perdita al top del tubing è pari a 218,32 kg/cm² (~3.100 psi), a fronte di una *working pressure* delle valvole del *tubing spool* di 5.000 psi.

Safety Factor = 1,61.

Verifica della Resistenza del Packer alla Massima Pressione Differenziale dall'alto Verso il Basso

La massima pressione differenziale esercitata sul *packer* dall'alto verso il basso, nel caso di perdita al *top* del *tubing*, è pari a 3.000 psi, a fronte di una *working pressure* del *packer* di 6.000 psi.

Safety Factor = 2,00.



4.2.2 SAN POTITO 2 DIR

I valori calcolati per gli stress sul *tubing*, sulla testa pozzo, sul *packer* e sul *casing* di produzione e i relativi fattori di sicurezza sono i seguenti:

Verifica della Resistenza a Squarciamento dei *Tubing*

	Massima sollecitazione	Limite di resistenza	SF
Stringa corta	3.474 psi	10.290 psi	2,96
Stinga lunga	3.474 psi	10.290 psi	2,96

Verifica del Massimo Tiro (trazione) cui Sono Soggetti i *Tubing*

	Massima sollecitazione	Limite di resistenza	SF
Stringa corta	26.350 lb	66.087 lb	2,51
Stinga lunga	37.568 lb	66.087 lb	1,76

Verifica del Massimo Tiro (trazione) dei *Tubing* sul *Packer*

Massima sollecitazione	Limite di resistenza	SF
3.554 lb	137.743 lb	38,76

Verifica dello *Shear Ring*

Massima sollecitazione	Limite di resistenza	SF
3.554 lb	40.000 lb	11,25



Verifica della "Snap Out Force"

Massima sollecitazione	Limite di resistenza	SF
3.554 lb	6.000 lb	1,69

Verifica della Resistenza della Testa Pozzo

La massima pressione a testa pozzo è pari a 218,32 kg/cm² (~3.100 psi), a fronte di una *working pressure* di 5.000 psi della testa pozzo.

Safety Factor = 1,61.

Verifica della Resistenza a Squarciamento del Casing di Produzione

Il *Minimum Safety Factor* calcolato mediante software StressCheck è pari a 1,98, come indicato in [Tabella 4.4](#).

Depth (MD) (m)	OD/Weight/Grade	Connection	Minimum Safety Factor (Abs)			
			Burst	Collapse	Axial	Triaxial
0	7", 23.000 ppf, N-80	BTC, N-80	2,18 B6	+ 100,00 C5	5,58 A3	2,65 B6
10			2,18 B6	+ 100,00 C5	5,62 A3	2,65 B6
963			2,18 B6	2,22 C5	23,29 A3	2,74 B6
963			2,18 B6	2,22 C5	23,30 A3	2,74 B6
1093			2,14 B6	1,96 C5	40,82 A3	2,69 B6
1266			2,10 B6	1,69 C5	+ 100,00 A3	2,62 B6
1266			2,10 B6	1,69 C5	(+ 100,00) A3	2,62 B6
1762			1,98 B6	1,21 C5	(14,22) A3	2,43 B6
1762			10,63 B6	1,21 C5	(14,22) A3	2,50 C5
1827			12,10 B6	1,17 C5	(12,58) A3	2,41 C5
2116			10,03 B6	* 1,01 C5	(8,30) A3	2,10 C5
2116			10,03 B6	* 1,01 C5	(17,32) A3	2,08 C5
2142			9,88 B6	* 1,00 C5	(16,29) A3	2,06 C5
*	S.F. Below D.F.					
B6	Tubing Leak					
C5	Full Evacuation Production					
A3	Post-Cement Static Load					
()	Compression					

Tabella 4.4 - Fattori di Sicurezza Minimi del Casing di Produzione del Pozzo San Potito 2 Dir

Verifica della Resistenza delle Valvole Lateralì del Tubing Spool

La massima pressione nell'anulare in caso di perdita al top del tubing è pari a 218,32 kg/cm² (~3.100 psi), a fronte di una *working pressure* delle valvole del *tubing spool* di 5.000 psi.

Safety Factor = 1,61.

Verifica della Resistenza del Packer alla Massima Pressione Differenziale dall'alto Verso il Basso

La massima pressione differenziale esercitata sul packer dall'alto verso il basso, nel caso di perdita al top del tubing, è pari a 3.446 psi, a fronte di una *working pressure* del packer di 6.000 psi.

Safety Factor = 1,74.



4.2.3 SAN POTITO 3 DIR

I valori calcolati per gli stress sul *tubing*, sulla testa pozzo, sul *packer* e sul *casing* di produzione e i relativi fattori di sicurezza sono i seguenti:

Verifica della Resistenza a Squarciamento dei *Tubing*

	Massima sollecitazione	Limite di resistenza	SF
Stringa corta	3.474 psi	10.290 psi	2,96
Stinga lunga	3.474 psi	10.290 psi	2,96

Verifica del Massimo Tiro (trazione) cui Sono Soggetti i *Tubing*

	Massima sollecitazione	Limite di resistenza	SF
Stringa corta	25.864 lb	66.087 lb	2,56
Stinga lunga	36.963 lb	66.087 lb	1,79

Verifica del Massimo Tiro (trazione) dei *Tubing* sul *Packer*

Massima sollecitazione	Limite di resistenza	SF
3.545 lb	137.743 lb	38,85

Verifica dello *Shear Ring*

Massima sollecitazione	Limite di resistenza	SF
3.545 lb	40.000 lb	11,28



Verifica della "Snap Out Force"

Massima sollecitazione	Limite di resistenza	SF
3.545 lb	6.000 lb	1,69

Verifica della Resistenza della Testa Pozzo

La massima pressione a testa pozzo è pari a 218,32 kg/cm² (~3.100 psi), a fronte di una working pressure di 5.000 psi della testa pozzo.

Safety Factor = 1,61.

Verifica della Resistenza a Squarciamento del Casing di Produzione

Il *Minimum Safety Factor* calcolato mediante software StressCheck è pari a 1,94, come indicato in [Tabella 4.5](#).

Depth (MD) (m)	OD/Weight/Grade	Connection	Minimum Safety Factor (Abs)			
			Burst	Collapse	Axial	Triaxial
0	7", 23,000 ppf, N-80	BTC, N-80	2,18 B6	+ 100,00 C5	5,97 A3	2,67 B6
10			2,18 B6	+ 100,00 C5	6,02 A3	2,67 B6
812			2,18 B6	2,63 C5	19,02 A3	2,75 B6
812			2,18 B6	2,64 C5	19,02 A3	2,75 B6
1104			2,10 B6	1,94 C5	89,65 A3	2,64 B6
1182			2,08 B6	1,81 C5	+ 100,00 A3	2,61 B6
1183			2,08 B6	1,81 C5	(+ 100,00) A3	2,61 B6
1767			1,94 B6	1,21 C5	(12,07) A3	2,39 B6
1767			9,91 B6	1,21 C5	(12,07) A3	2,50 C5
1836			11,28 B6	1,17 C5	(10,79) A3	2,41 C5
2079			9,72 B6	* 1,03 C5	(7,87) A3	2,13 C5
2079			9,72 B6	* 1,03 C5	(17,21) A3	2,12 C5
2106			9,57 B6	* 1,02 C5	(16,15) A3	2,09 C5
*	S.F. Below D.F.					
B6	Tubing Leak					
C5	Full Evacuation Production					
A3	Post-Cement Static Load					
()	Compression					

Tabella 4.5 - Fattori di Sicurezza Minimi del Casing di Produzione del Pozzo San Potito 3 Dir

Verifica della Resistenza delle Valvole Laterali del Tubing Spool

La massima pressione nell'anulare in caso di perdita al top del tubing è pari a 218,32 kg/cm² (~3.100 psi), a fronte di una *working pressure* delle valvole dei *tubing spool* di 5.000 psi.

Safety Factor = 1,61.

Verifica della Resistenza del Packer alla Massima Pressione Differenziale dall'alto Verso il Basso

La massima pressione differenziale esercitata sul packer dall'alto verso il basso, nel caso di perdita al top del tubing, è pari a 2.796 psi, a fronte di una *working pressure* del packer di 6.000 psi.

Safety Factor = 2,15.



4.2.4 SAN POTITO 4 DIR

I valori calcolati per gli stress sul *tubing*, sulla testa pozzo, sul *packer* e sul *casing* di produzione e i relativi fattori di sicurezza sono i seguenti:

Verifica della Resistenza a Squarciamento dei *Tubing*

	Massima sollecitazione	Limite di resistenza	SF
Stringa corta	3.474 psi	10.290 psi	2,96
Stinga lunga	3.474 psi	10.290 psi	2,96

Verifica del Massimo Tiro (trazione) cui Sono Soggetti i *Tubing*

	Massima sollecitazione	Limite di resistenza	SF
Stringa corta	24.646 lb	66.087 lb	2,68
Stinga lunga	35.767 lb	66.087 lb	1,85

Verifica del Massimo Tiro (trazione) dei *Tubing* sul *Packer*

Massima sollecitazione	Limite di resistenza	SF
3.515 lb	137.743 lb	39,19

Verifica dello *Shear Ring*

Massima sollecitazione	Limite di resistenza	SF
3.515 lb	40.000 lb	11,38



Verifica della "Snap Out Force"

Massima sollecitazione	Limite di resistenza	SF
3.515 lb	6.000 lb	1,71

Verifica della Resistenza della Testa Pozzo

La massima pressione a testa pozzo è pari a 218,32 kg/cm² (~3.100 psi), a fronte di una *working pressure* di 5.000 psi della testa pozzo.

Safety Factor = 1,61.

Verifica della Resistenza a Squarciamento del Casing di Produzione

Il *Minimum Safety Factor* calcolato mediante software StressCheck è pari a 2,02, come indicato in [Tabella 4.6](#).

Depth (MD) (m)	OD/Weight/Grade	Connection	Minimum Safety Factor (Abs)			
			Burst	Collapse	Axial	Triaial
0	7", 23,000 ppf, N-80	BTC, N-80	2,18 B6	+ 100,00 C5	5,24 A3	2,63 B6
10			2,18 B6	+ 100,00 C5	5,28 A3	2,63 B6
1175			2,18 B6	1,82 C5	41,25 A3	2,74 B6
1175			2,18 B6	1,82 C5	41,26 A3	2,74 B6
1346			2,14 B6	1,59 C5	+ 100,00 A3	2,67 B6
1346			2,14 B6	1,59 C5	(+ 100,00) A3	2,67 B6
1466			2,10 B6	1,46 C5	(58,78) A3	2,62 B6
1785			2,02 B6	1,20 C5	(16,07) A3	2,46 C5
1785			13,06 B6	1,20 C5	(16,07) A3	2,46 C5
1847			15,25 B6	1,16 C5	(14,07) A3	2,38 C5
2068			12,73 B6	* 1,04 C5	(9,77) A3	2,14 C5
2068			12,73 B6	* 1,04 C5	(18,62) A3	2,13 C5
2093			12,49 B6	* 1,02 C5	(17,44) A3	2,10 C5
*	S.F. Below D.F.					
B6	Tubing Leak					
C5	Full Evacuation Production					
A3	Post-Cement Static Load					
()	Compression					

Tabella 4.6 - Fattori di Sicurezza Minimi del Casing di Produzione del Pozzo San Potito 4 Dir

Verifica della Resistenza delle Valvole Lateralì del Tubing Spool

La massima pressione nell'anulare in caso di perdita al top del tubing è pari a 218,32 kg/cm² (~3.100 psi), a fronte di una *working pressure* delle valvole del *tubing spool* di 5.000 psi.

Safety Factor = 1,61.

Verifica della Resistenza del Packer alla Massima Pressione Differenziale dall'alto Verso il Basso

La massima pressione differenziale esercitata sul *packer* dall'alto verso il basso, nel caso di perdita al *top* del *tubing*, è pari a 2.829 psi, a fronte di una *working pressure* del *packer* di 6.000 psi.

Safety Factor = 2,12.



4.2.5 SAN POTITO 6 DIR

I valori calcolati per gli stress sul *tubing*, sulla testa pozzo, sul *packer* e sul *casing* di produzione e i relativi fattori di sicurezza sono i seguenti:

Verifica della Resistenza a Squarciamento dei *Tubing*

	Massima sollecitazione	Limite di resistenza	SF
Stringa corta	3.474 psi	10.290 psi	2,96
Stinga lunga	3.474 psi	10.290 psi	2,96

Verifica del Massimo Tiro (trazione) cui Sono Soggetti i *Tubing*

	Massima sollecitazione	Limite di resistenza	SF
Stringa corta	31.218 lb	66.087 lb	2,12
Stinga lunga	42.722 lb	66.087 lb	1,55

Verifica del Massimo Tiro (trazione) dei *Tubing* sul *Packer*

Massima sollecitazione	Limite di resistenza	SF
3.549 lb	137.743 lb	38,81

Verifica dello *Shear Ring*

Massima sollecitazione	Limite di resistenza	SF
3.549 lb	40.000 lb	11,27



Verifica della "Snap Out Force"

Massima sollecitazione	Limite di resistenza	SF
3.549 lb	6.000 lb	1,69

Verifica della Resistenza della Testa Pozzo

La massima pressione a testa pozzo è pari a 218,32 kg/cm² (~3.100 psi), a fronte di una *working pressure* di 5.000 psi della testa pozzo.

Safety Factor = 1,61.

Verifica della Resistenza a Squarciamento del Casing di Produzione

Il *Minimum Safety Factor* calcolato mediante software StressCheck è pari a 2,03, come indicato in [Tabella 4.7](#).

Depth (MD) (m)	OD/Weight/Grade	Connection	Minimum Safety Factor (Abs)			
			Burst	Collapse	Axial	Triaxial
0	7", 23,000 ppf, N-80	BTC, N-80	2,18 B6	+ 100,00 C5	5,36 A3	2,64 B6
10			2,18 B6	+ 100,00 C5	5,40 A3	2,64 B6
1083			2,18 B6	1,96 C5	30,07 A3	2,75 B6
1164			2,18 B6	1,82 C5	45,88 A3	2,74 B6
1318			2,14 B6	1,61 C5	+ 100,00 A3	2,67 B6
1318			2,14 B6	1,61 C5	(+ 100,00) A3	2,67 B6
1751			2,03 B6	1,21 C5	(16,28) A3	2,49 C5
1751			12,49 B6	1,21 C5	(16,28) A3	2,49 C5
1851			16,02 B6	1,15 C5	(13,24) A3	2,37 C5
2000			13,97 B6	* 1,06 C5	(10,33) A3	2,20 C5
2000			13,97 B6	* 1,06 C5	(19,25) A3	2,18 C5
2024			13,69 B6	* 1,05 C5	(18,07) A3	2,16 C5
*	S.F. Below D.F.					
B6	Tubing Leak					
C5	Full Evacuation Production					
A3	Post-Cement Static Load					
()	Compression					

Tabella 4.7 - Fattori di Sicurezza Minimi del Casing di Produzione del Pozzo San Potito 6 Dir

Verifica della Resistenza delle Valvole Lateralì del Tubing Spool

La massima pressione nell'anulare in caso di perdita al top del tubing è pari a 218,32 kg/cm² (~3.100 psi), a fronte di una *working pressure* delle valvole del *tubing spool* di 5.000 psi.

Safety Factor = 1,61.

Verifica della Resistenza del Packer alla Massima Pressione Differenziale dall'alto Verso il Basso

La massima pressione differenziale esercitata sul packer dall'alto verso il basso, nel caso di perdita al top del tubing, è pari a 3.451 psi, a fronte di una *working pressure* del packer di 6.000 psi.

Safety Factor = 1,74.



4.2.6 SAN POTITO 7 DIR

I valori calcolati per gli stress sul *tubing*, sulla testa pozzo, sul *packer* e sul *casing* di produzione e i relativi fattori di sicurezza sono i seguenti:

Verifica della Resistenza a Squarciamento dei *Tubing*

	Massima sollecitazione	Limite di resistenza	SF
Stringa corta	3.474 psi	10.290 psi	2,96
Stinga lunga	3.474 psi	10.290 psi	2,96

Verifica del Massimo Tiro (trazione) cui Sono Soggetti i *Tubing*

	Massima sollecitazione	Limite di resistenza	SF
Stringa corta	31.499 lb	66.087 lb	2,10
Stinga lunga	42.769 lb	66.087 lb	1,55

Verifica del Massimo Tiro (trazione) dei *Tubing* sul *Packer*

Massima sollecitazione	Limite di resistenza	SF
3.548 lb	137.743 lb	38,82

Verifica dello *Shear Ring*

Massima sollecitazione	Limite di resistenza	SF
3.548 lb	40.000 lb	11,27



Verifica della "Snap Out Force"

Massima sollecitazione	Limite di resistenza	SF
3.548 lb	6.000 lb	1,69

Verifica della Resistenza della Testa Pozzo

La massima pressione a testa pozzo è pari a 218,32 kg/cm² (~3.100 psi), a fronte di una *working pressure* di 5.000 psi della testa pozzo.

Safety Factor = 1,61.

Verifica della Resistenza a Squarciamento del Casing di Produzione

Il *Minimum Safety Factor* calcolato mediante software StressCheck è pari a 2,03, come indicato in [Tabella 4.8](#).

Depth (MD) (m)	OD/Weight/Grade	Connection	Minimum Safety Factor (Abs)				
			Burst	Collapse	Axial	Triaial	
0	7", 23.000 ppf, N-80	BTC, N-80	2,18 B6	+ 100,00 C5	5,39 A3	2,64 B6	
10			2,18 B6	+ 100,00 C5	5,43 A3	2,64 B6	
1195			2,18 B6	1,79 C5	61,81 A3	2,73 B6	
1195			2,18 B6	1,79 C5	61,82 A3	2,73 B6	
1204			2,18 B6	1,78 C5	67,26 A3	2,73 B6	
1309			2,15 B6	1,63 C5	+ 100,00 A3	2,68 B6	
1309			2,15 B6	1,63 C5	(+ 100,00) A3	2,68 B6	
1766			2,03 B6	1,21 C5	(15,46) A3	2,50 C5	
1766			12,61 B6	1,21 C5	(15,46) A3	2,50 C5	
1828			14,64 B6	1,17 C5	(13,60) A3	2,41 C5	
1952			13,23 B6	* 1,10 C5	(10,99) A3	2,27 C5	
1952			13,23 B6	* 1,10 C5	(20,05) A3	2,25 C5	
1974			13,00 B6	* 1,08 C5	(18,83) A3	2,23 C5	
*			S.F. Below D.F.				
B6			Tubing Leak				
C5			Full Evacuation Production				
A3			Post-Cement Static Load				
()	Compression						

Tabella 4.8 - Fattori di Sicurezza Minimi del Casing di Produzione del Pozzo San Potito 7 Dir

Verifica della Resistenza delle Valvole Laterali del Tubing Spool

La massima pressione nell'anulare in caso di perdita al top del tubing è pari a 218,32 kg/cm² (~3.100 psi), a fronte di una *working pressure* delle valvole del *tubing spool* di 5.000 psi.

Safety Factor = 1,61.

Verifica della Resistenza del Packer alla Massima Pressione Differenziale dall'alto Verso il Basso

La massima pressione differenziale esercitata sul *packer* dall'alto verso il basso, nel caso di perdita al *top* del *tubing*, è pari a 2.794 psi, a fronte di una *working pressure* del *packer* di 6.000 psi.

Safety Factor = 2,15.



Appendice A. Diagrammi delle Pressioni

A.1 SAN POTITO 1

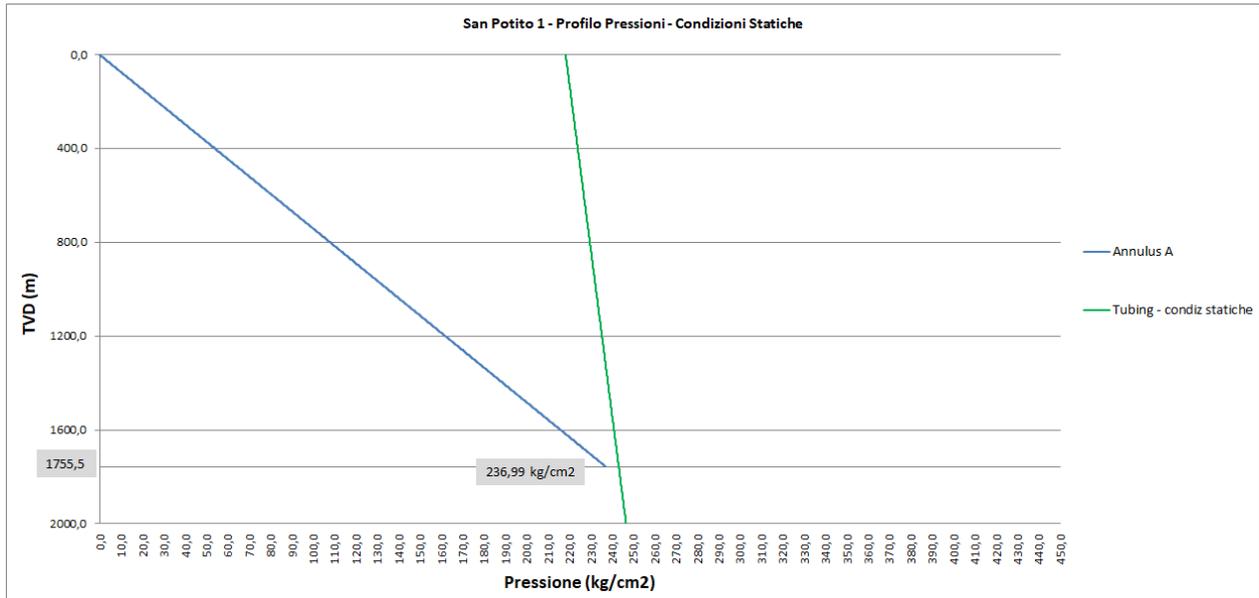


Figura A.1 - Profilo delle Pressioni Tubing-Anulare

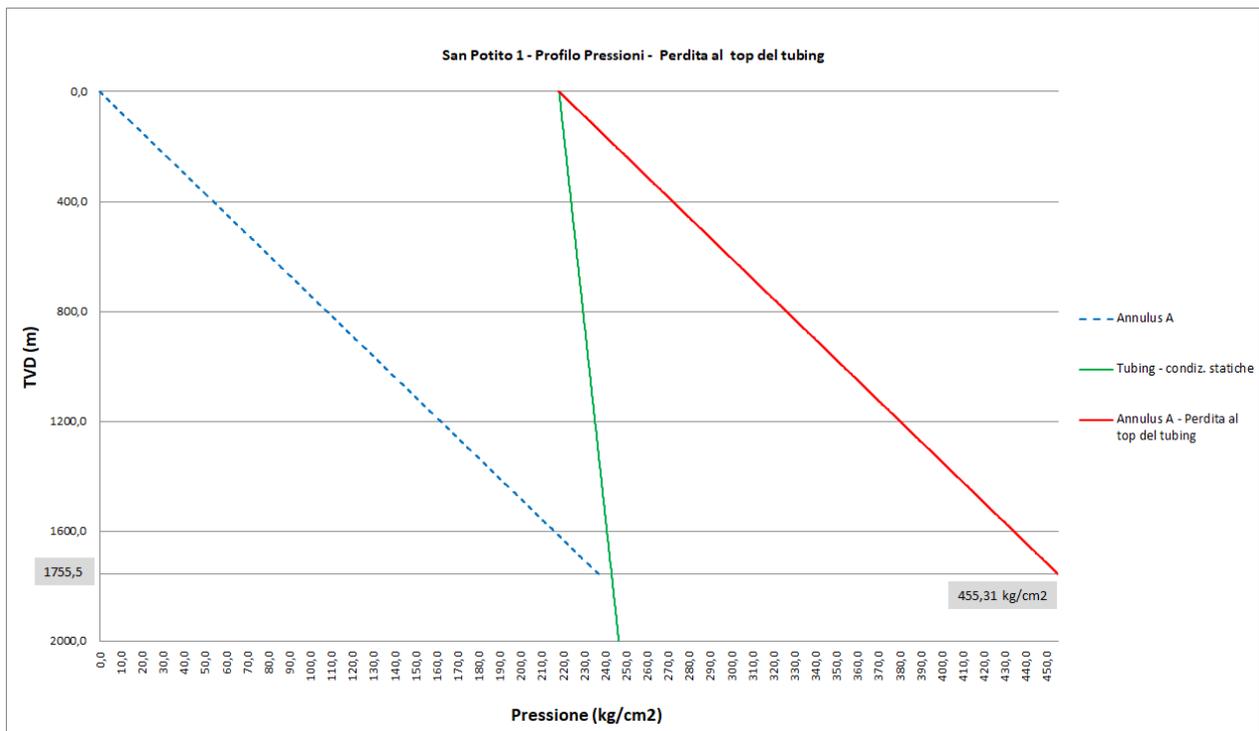


Figura A.2 - Profilo delle Pressioni nella Condizione di Perdita al Top del Tubing

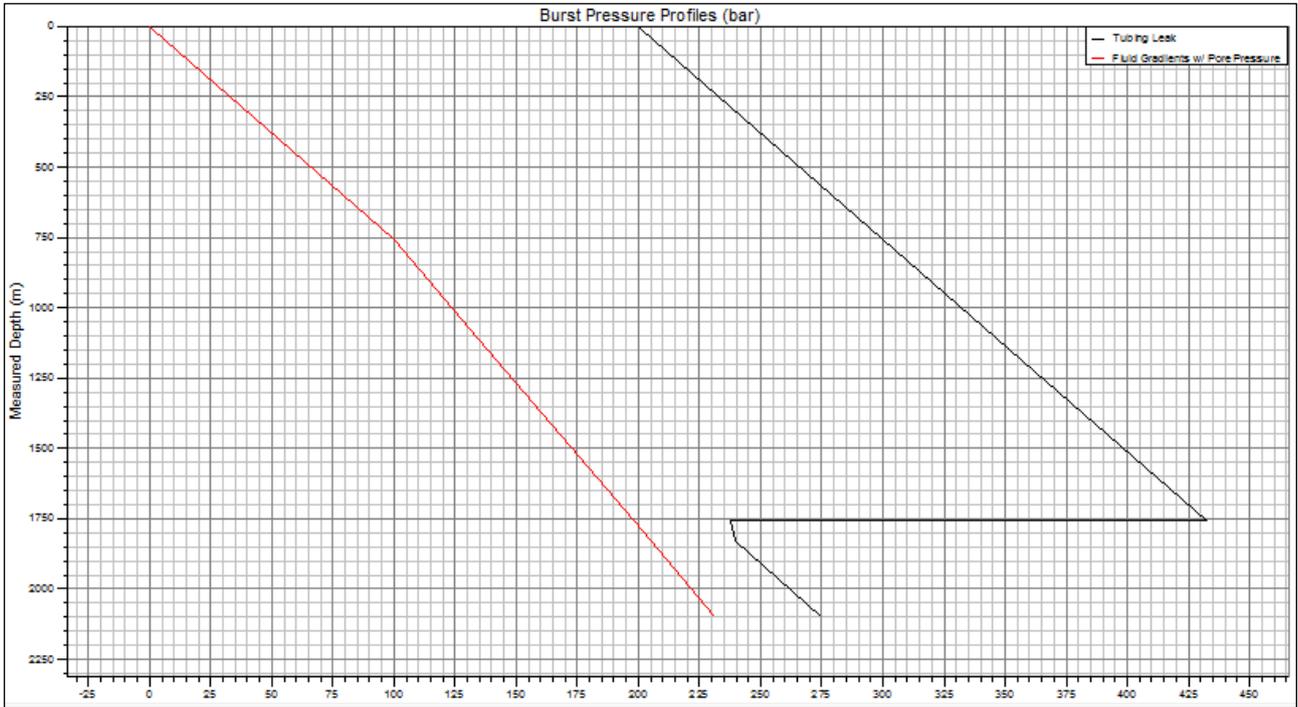


Figura A.3 - "Burst Pressure Profiles" per il Casing di Produzione



Figura A.4 - "Burst Load Line" per il Casing di Produzione



A.2 SAN POTITO 2 DIR

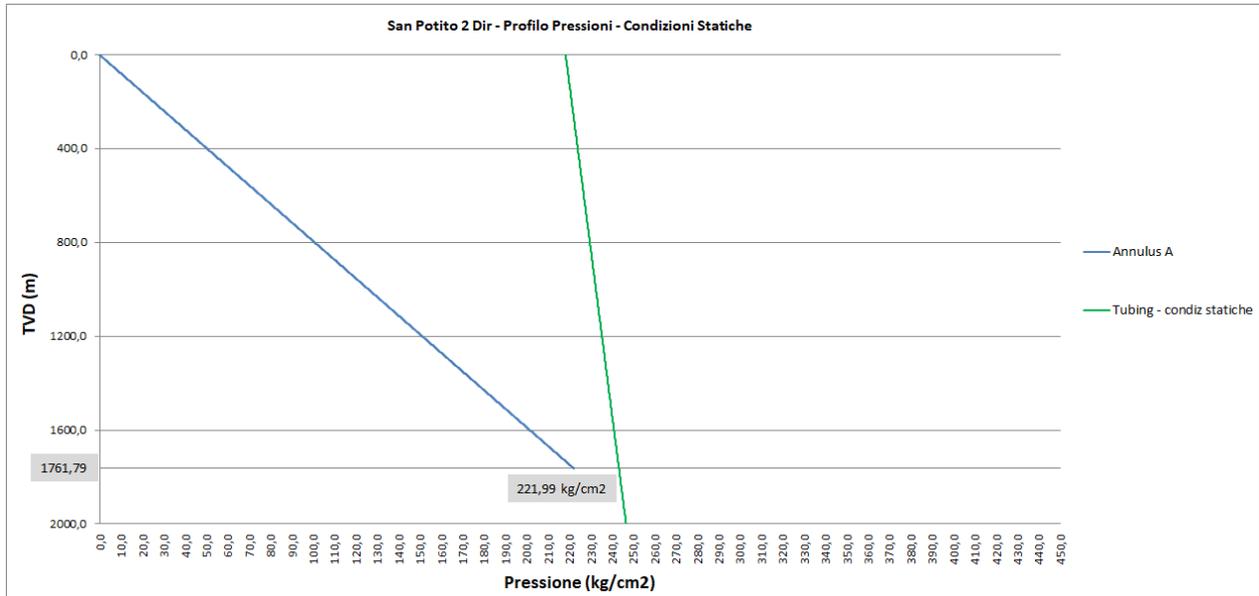


Figura A.5 - Profilo delle Pressioni Tubing-Anulare

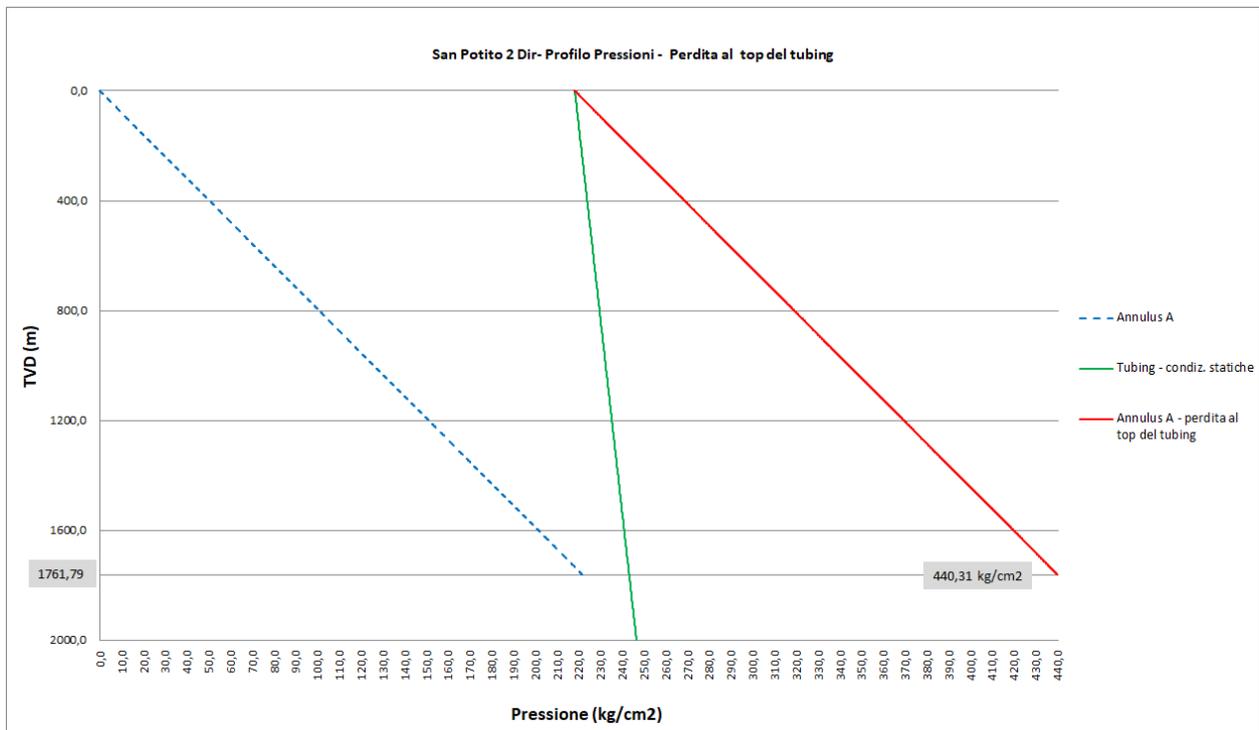


Figura A.6 - Profilo delle Pressioni nella Condizione di Perdita al Top del Tubing

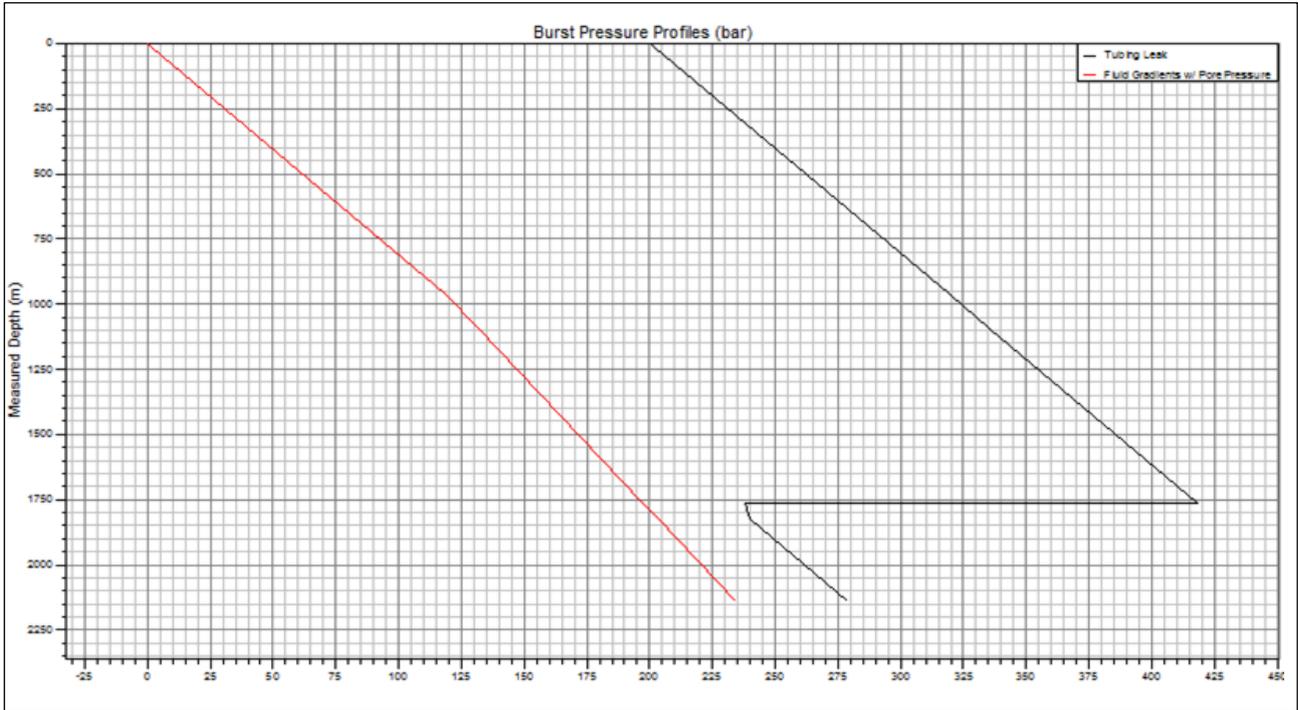


Figura A.7 - "Burst Pressure Profiles" per il Casing di Produzione



Figura A.8 - "Burst Load Line" per il Casing di Produzione



A.3 SAN POTITO 3 DIR

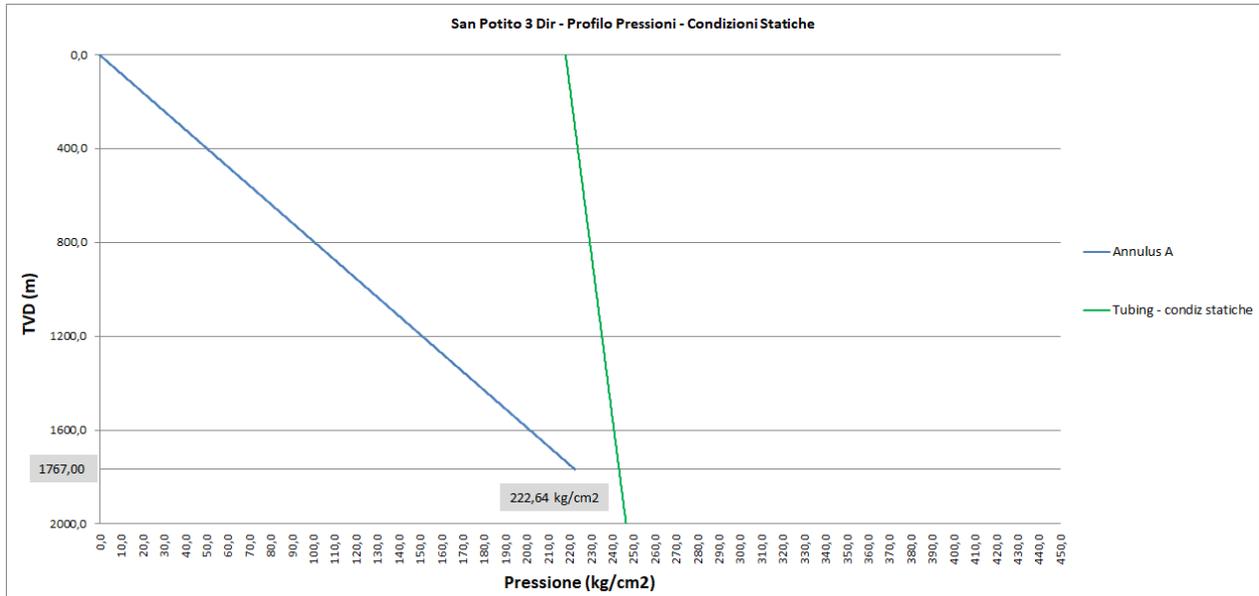


Figura A.9 - Profilo delle Pressioni Tubing-Anulare

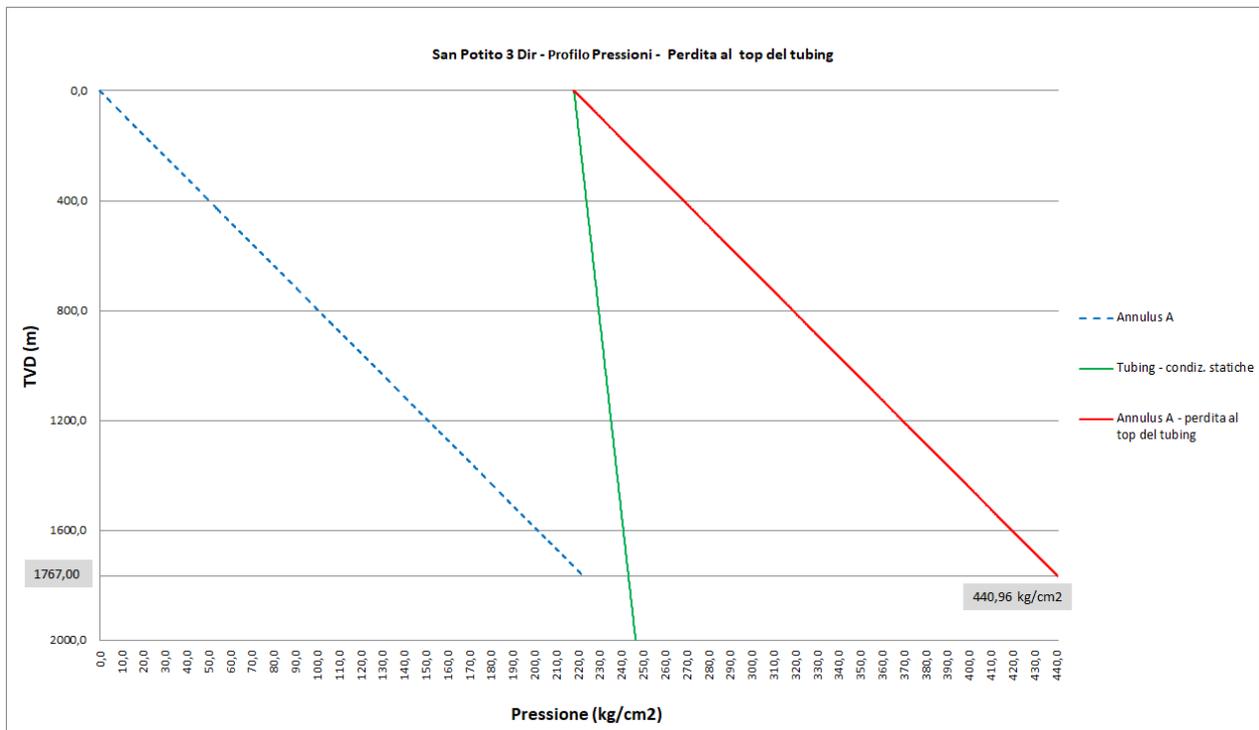


Figura A.10 - Profilo delle Pressioni nella Condizione di Perdita al Top del Tubing



Figura A.11 - "Burst Pressure Profiles" per il Casing di Produzione

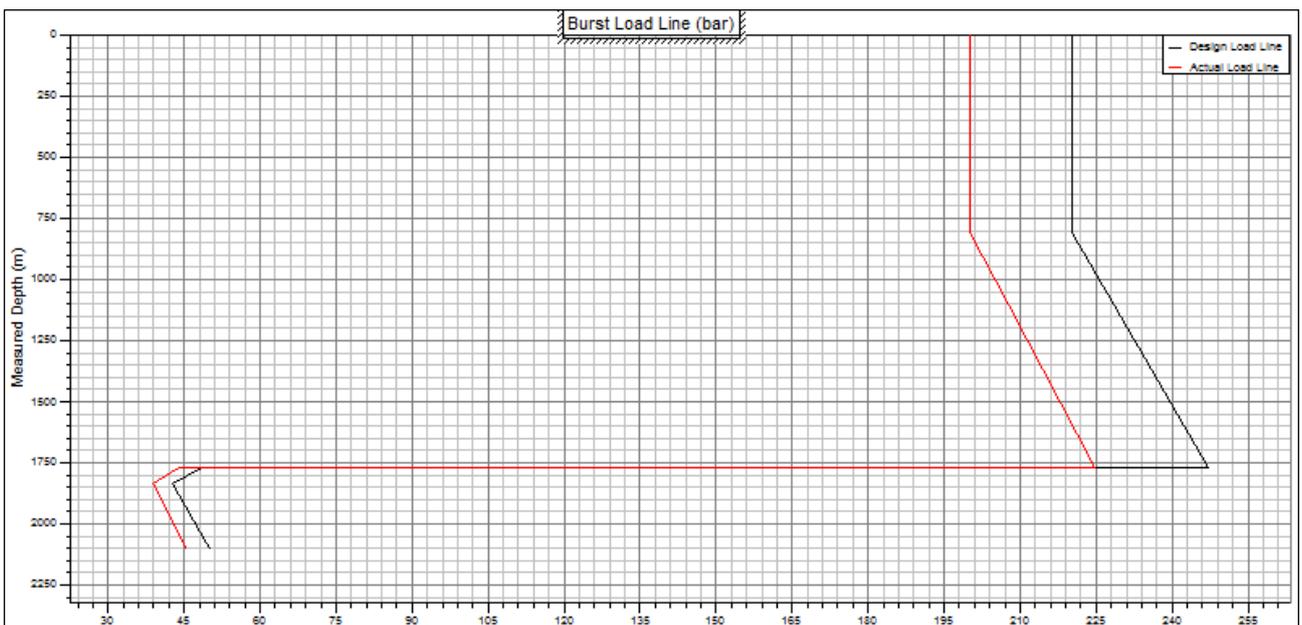


Figura A.12 - "Burst Load Line" per il Casing di Produzione



A.4 SAN POTITO 4 DIR

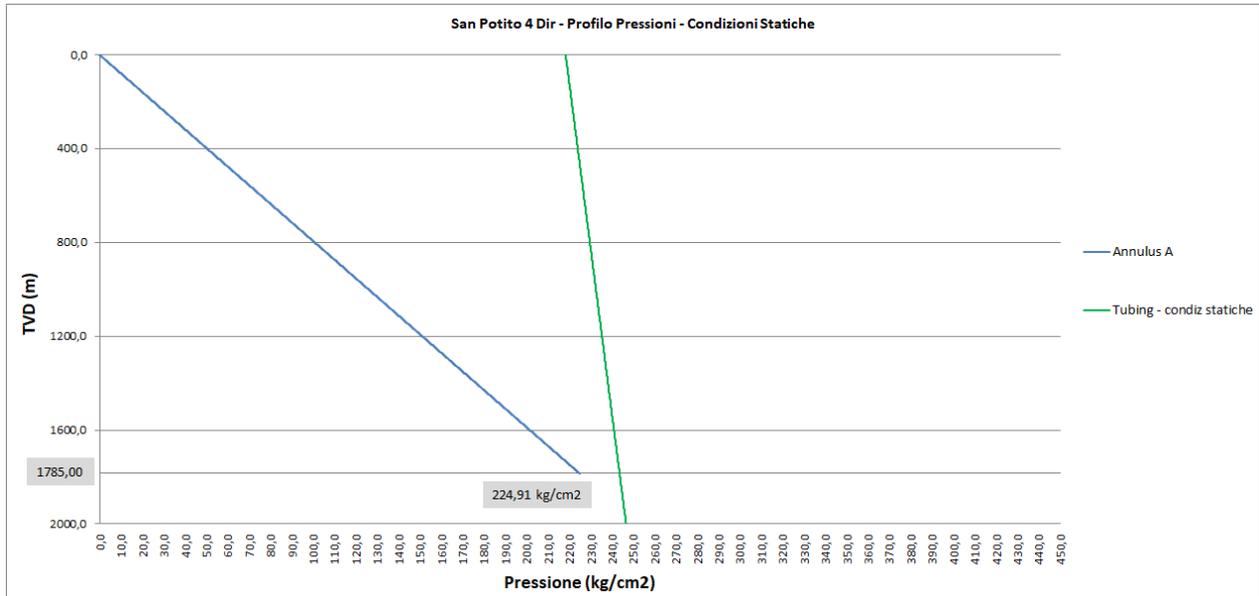


Figura A.13 - Profilo delle Pressioni *Tubing-Anulare*

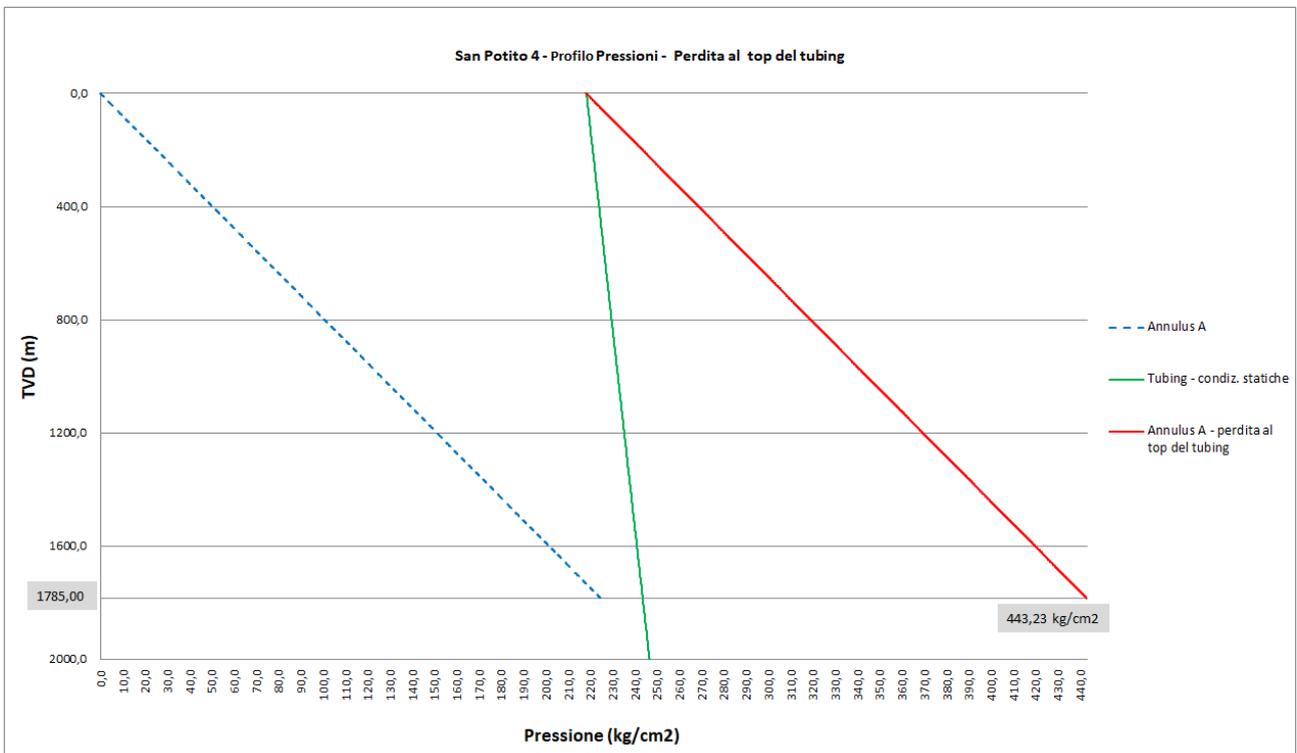


Figura A.14 - Profilo delle Pressioni nella Condizione di Perdita al *Top* del *Tubing*

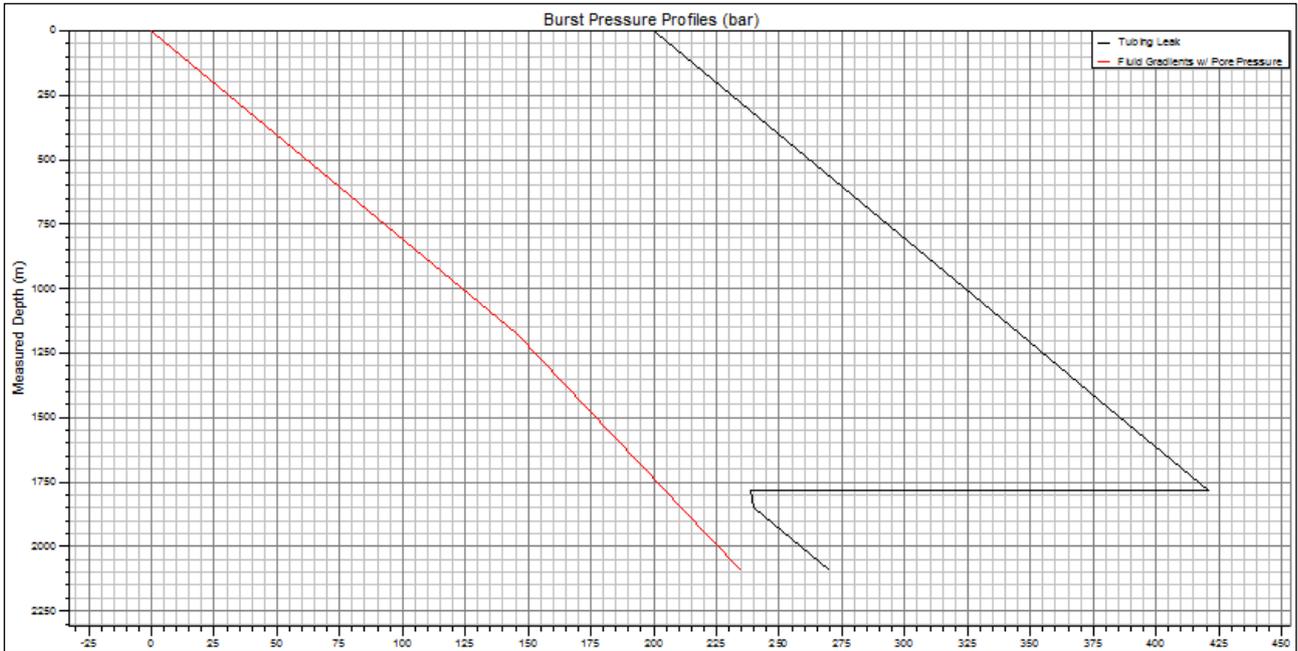


Figura A.15 - "Burst Pressure Profiles" per il Casing di Produzione

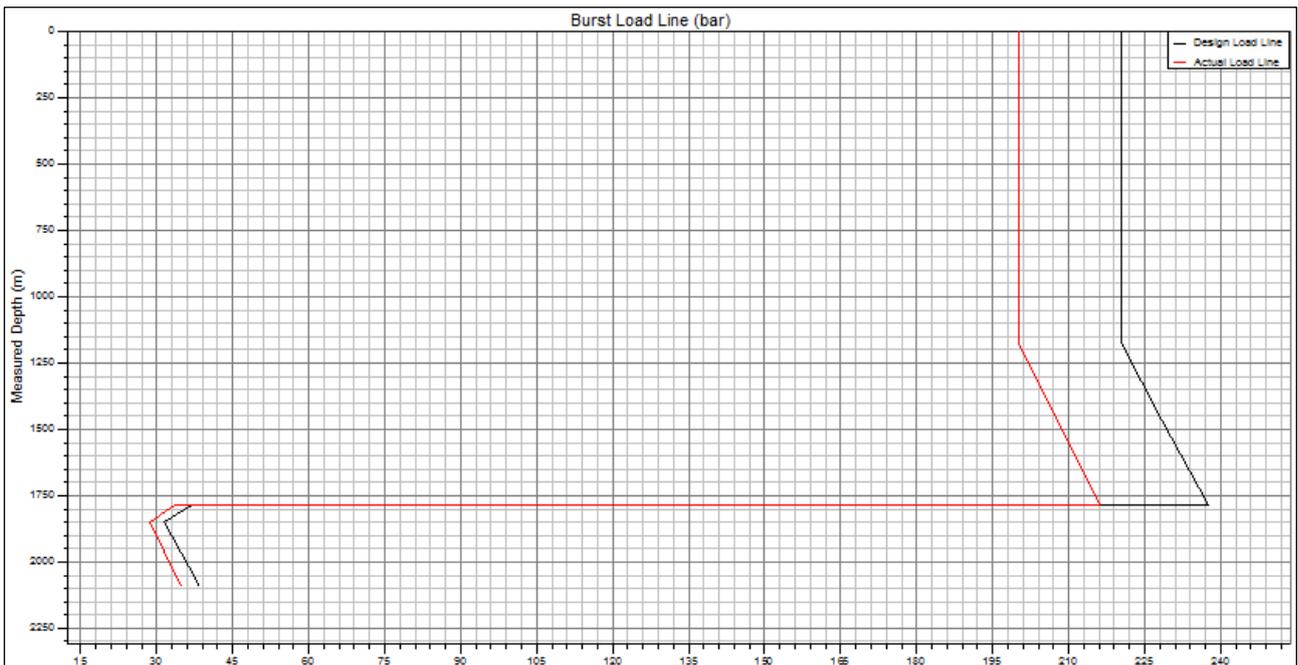


Figura A.16 - "Burst Load Line" per il Casing di Produzione



A.5 SAN POTITO 6 DIR

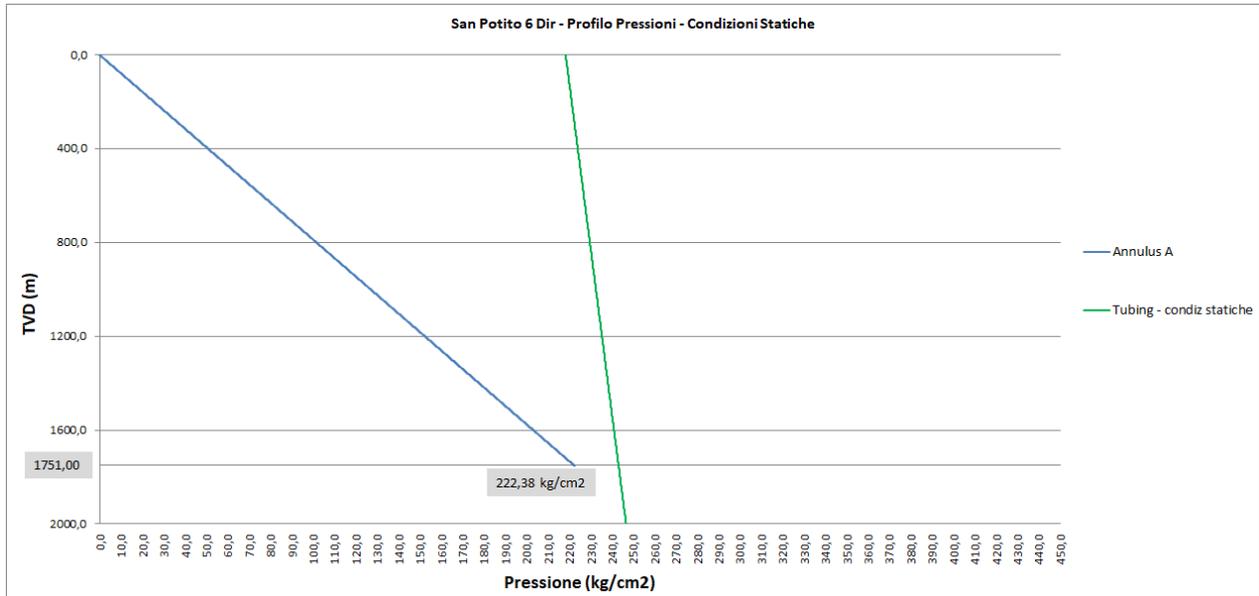


Figura A.17 - Profilo delle Pressioni *Tubing-Anulare*

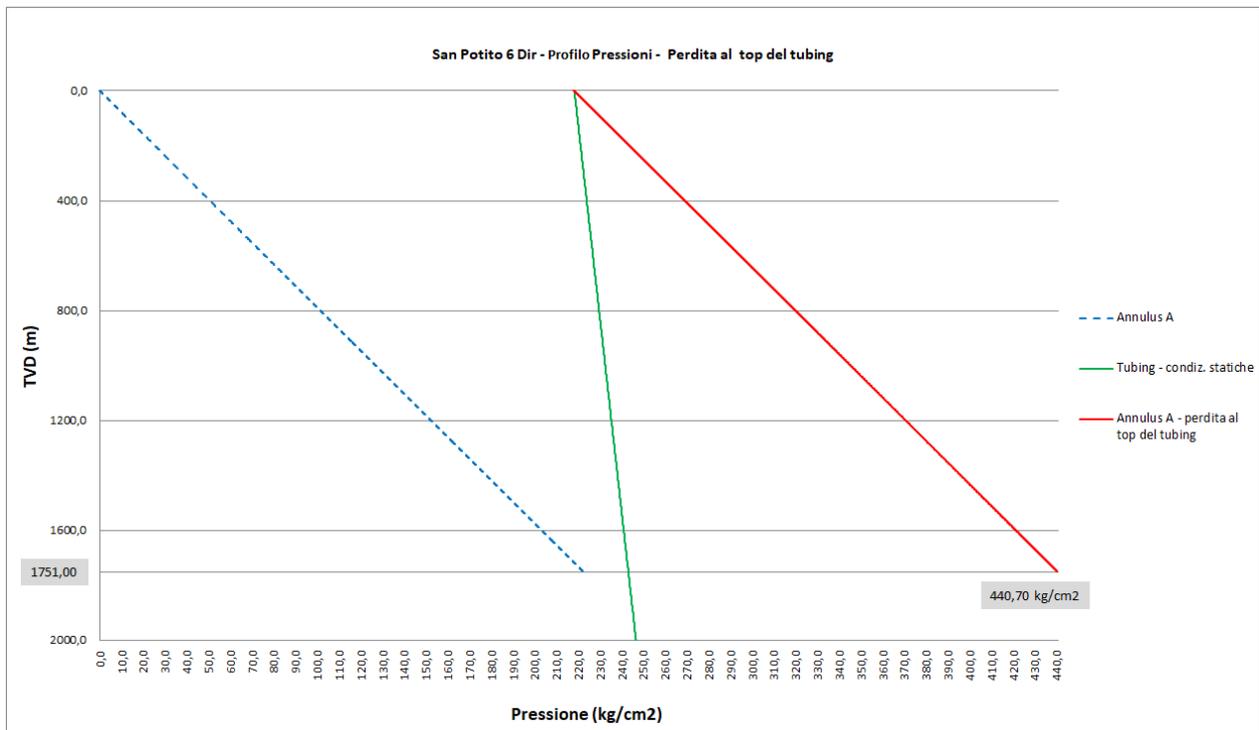


Figura A.18 - Profilo delle Pressioni nella Condizione di Perdita al *Top* del *Tubing*

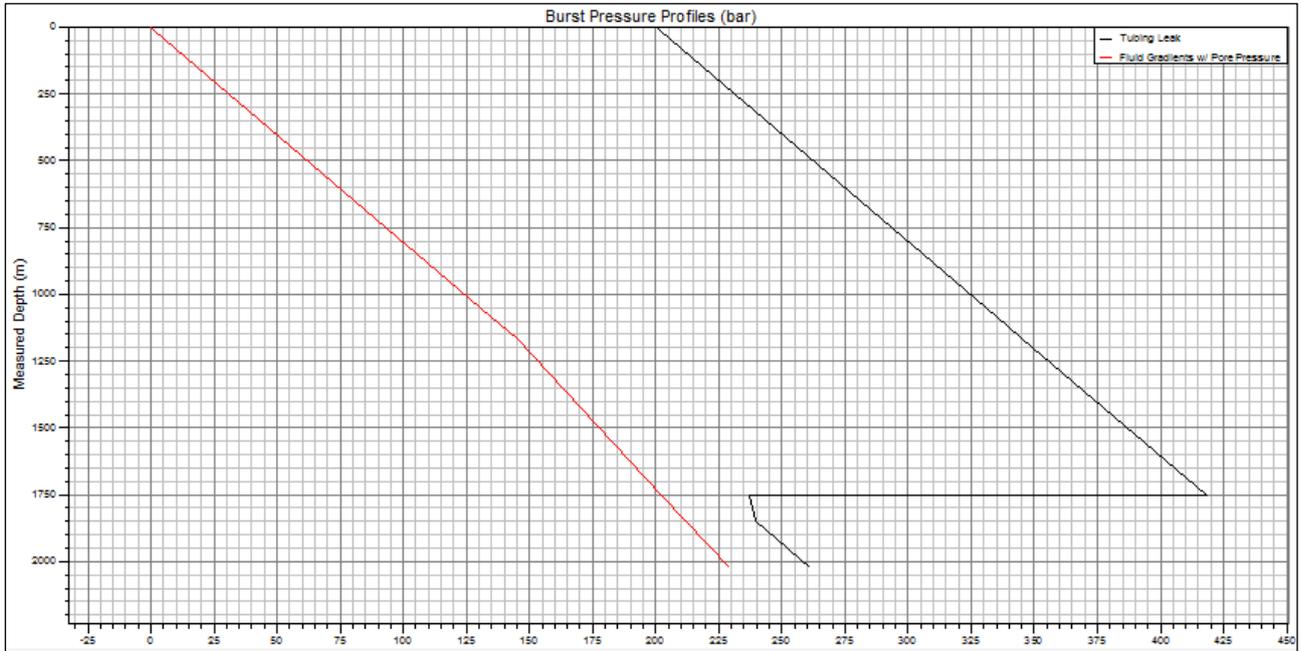


Figura A.19 - "Burst Pressure Profiles" per il Casing di Produzione



Figura A.20 - "Burst Load Line" per il Casing di Produzione



A.6 SAN POTITO 7 DIR

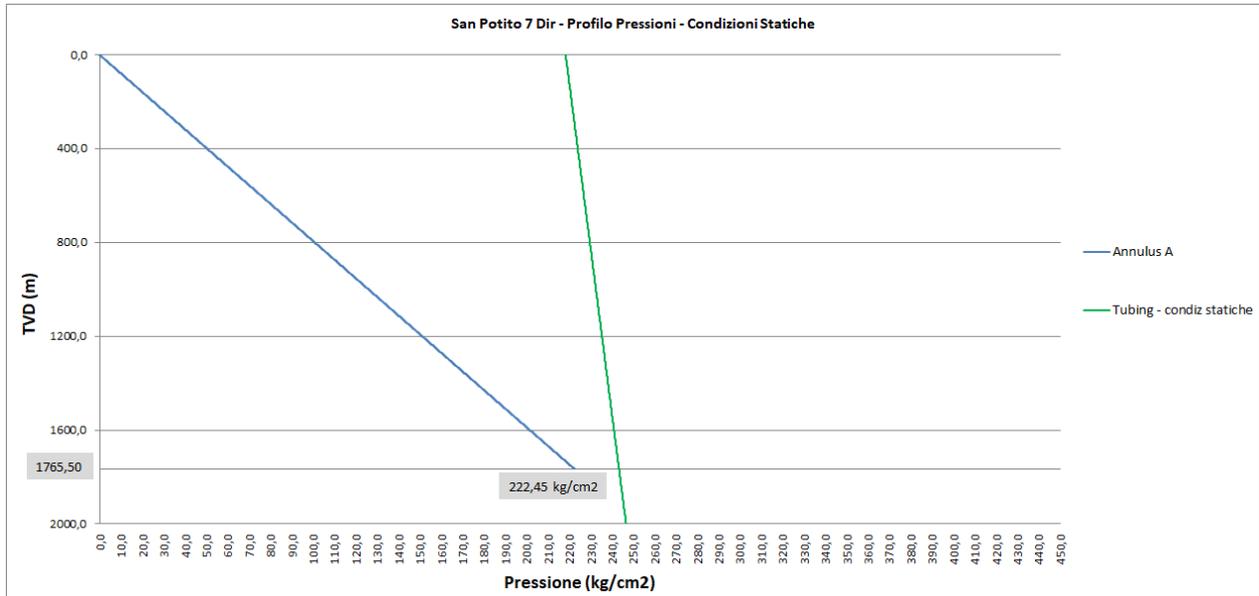


Figura A.21 - Profilo delle Pressioni *Tubing-Anulare*

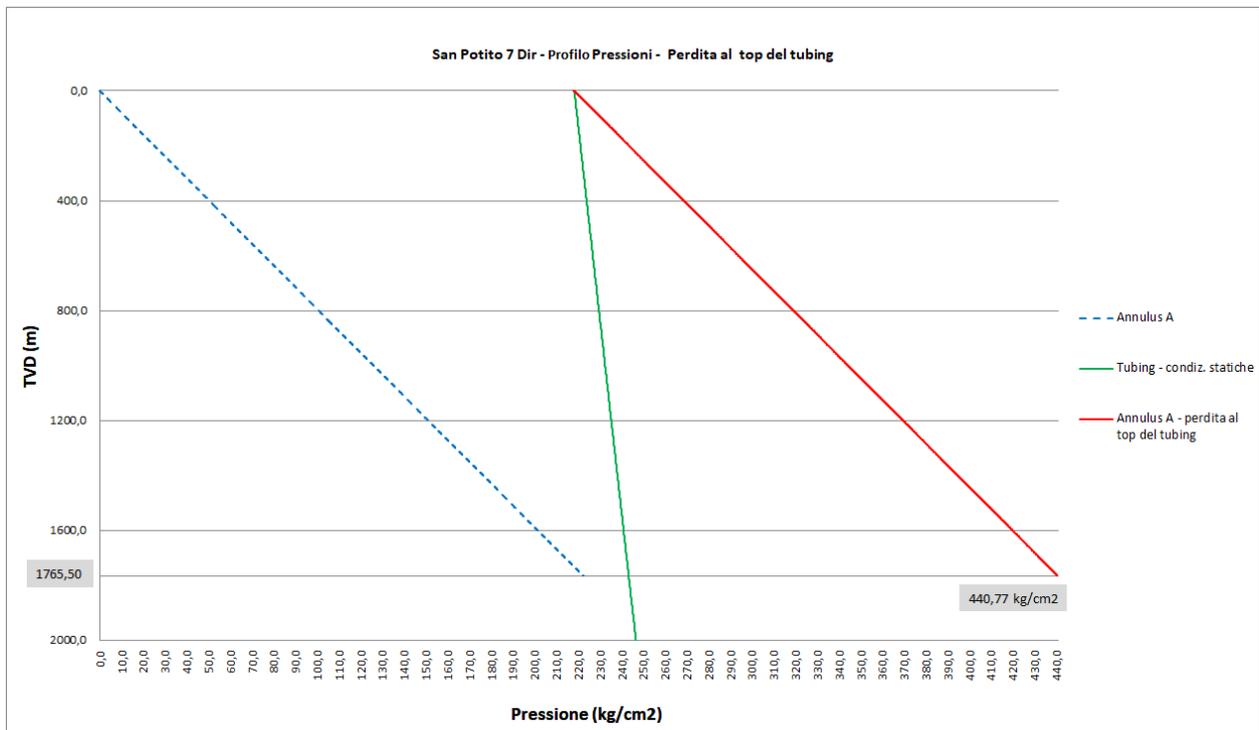


Figura A.22 - Profilo delle Pressioni nella Condizione di Perdita al *Top* del *Tubing*

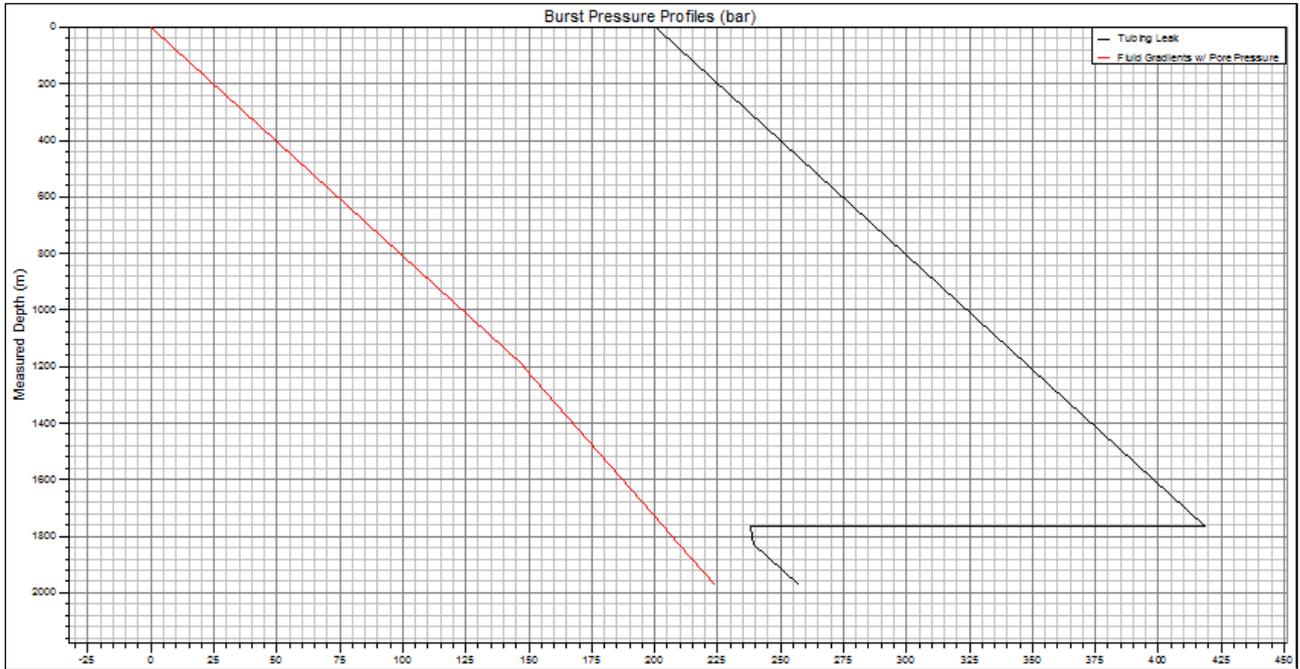


Figura A.23 - "Burst Pressure Profiles" per il Casing di Produzione

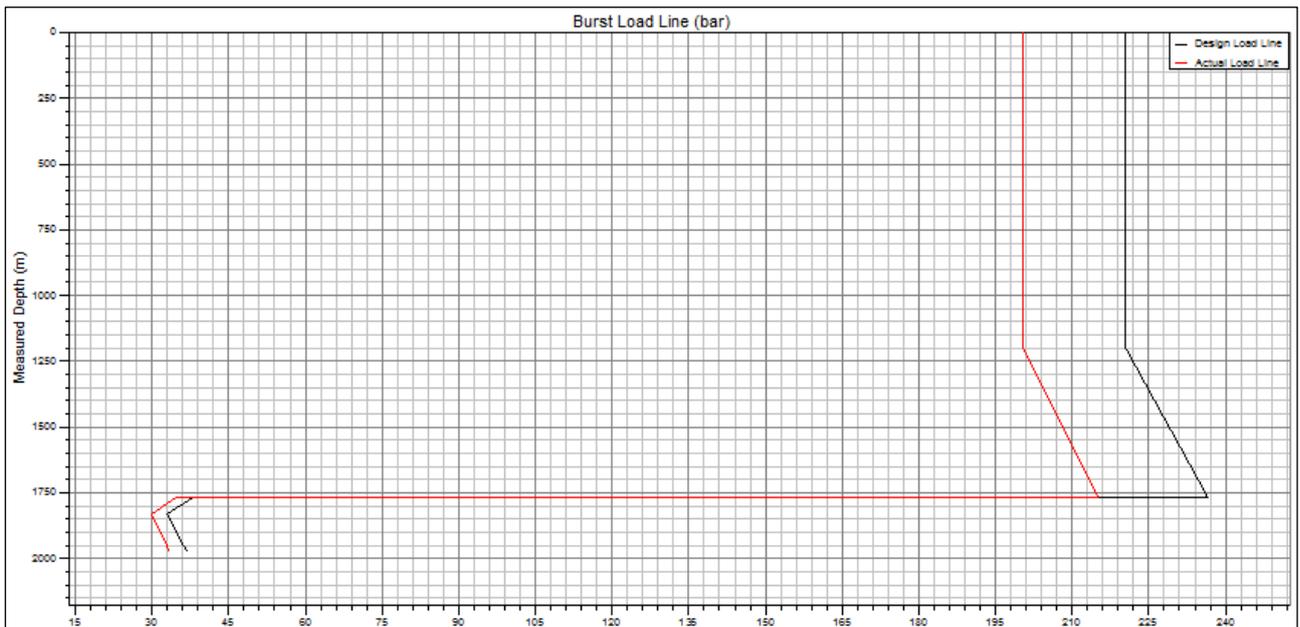


Figura A.24 - "Burst Load Line" per il Casing di Produzione