



**enimed**

REGIONE SICILIA

Provincia di Ragusa

Comune di Ragusa

---

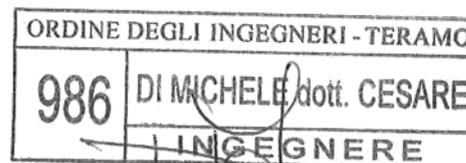
***CONCESSIONE DI COLTIVAZIONE "RAGUSA"  
PERFORAZIONE DEL POZZO ESPLORATIVO ARANCIO 1 Dir  
E MESSA IN PRODUZIONE IN CASO DI MINERALIZZAZIONE***

**Integrazioni allo  
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

SAGE/SIA\_INT/001/2015

***Appendice II***

***Analisi degli scenari incidentali durante la perforazione del pozzo  
Arancio 1 DIR***



*Agosto 2016*

 <b>enimed</b>	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	INTEGRAZIONI ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	SAGE/SIA_INT/001/2015 Appendice II	STATUS  CD-BF	REV. N.  00	1 / 23

## **SOMMARIO**

<b>1.</b>	<b>INTRODUZIONE</b> .....	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>4</b>
<b>3.1.</b>	<b>IDENTIFICAZIONE DEGLI SCENARI INCIDENTALI</b> .....	<b>4</b>
<b>3.2.</b>	<b>DEFINIZIONE DEL TERMINE DI SORGENTE</b> .....	<b>5</b>
<b>3.3.</b>	<b>ANALISI DELLE FREQUENZE</b> .....	<b>5</b>
3.3.1	Albero degli eventi.....	5
<b>3.4.</b>	<b>ANALISI DELLE CONSEGUENZE</b> .....	<b>6</b>
3.4.1	Limiti di irraggiamento .....	6
3.4.2	Limiti di soglia dei prodotti di combustione.....	7
<b>4.</b>	<b>DATI DI BASE</b> .....	<b>8</b>
<b>4.1.</b>	<b>DATI GEOMETRICI</b> .....	<b>8</b>
<b>4.2.</b>	<b>CONDIZIONI AL CONTORNO</b> .....	<b>11</b>
<b>4.3.</b>	<b>COMPOSIZIONE DEL FLUIDO</b> .....	<b>11</b>
<b>4.4.</b>	<b>DATI AMBIENTALI</b> .....	<b>12</b>
<b>5.</b>	<b>ANALISI DELLE FREQUENZE</b> .....	<b>13</b>
<b>6.</b>	<b>ANALISI DELLE CONSEGUENZE</b> .....	<b>14</b>
<b>6.1.</b>	<b>CALCOLO DELLA PORTATA DI BLOWOUT</b> .....	<b>14</b>
<b>6.2.</b>	<b>ANALISI DELLE CONSEGUENZE DA INNESCO</b> .....	<b>16</b>
6.2.1	Campo di irraggiamento.....	16
6.2.2	Dispersione dei prodotti di combustione.....	18

 <b>enimed</b>	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	<b>INTEGRAZIONI ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b>	<b>SAGE/SIA_INT/001/2015 Appendice II</b>	<b>STATUS</b>  <b>CD-BF</b>	<b>REV. N.</b>  <b>00</b>	<b>2 / 23</b>

## 1. INTRODUZIONE

Nell'ambito del progetto "Concessione di Coltivazione Ragusa PERFORAZIONE E MESSA IN PRODUZIONE POZZO ARANCIO 1 DIR" è richiesta un'analisi degli scenari incidentali in risposta alla richiesta di integrazioni al SIA, di seguito riportata.

Riguardo al rischio di incidenti venga approfondito lo scenario relativo a tutti i possibili e prevedibili incidenti, con particolare attenzione agli effetti sulle persone e sulle cose, ma anche sulla fauna e la flora; dovrà essere approfondita anche la situazione riguardo alle aree potenzialmente interessate da ricadute di contaminanti in caso di incendio. Premesso che la necessità di classificazione delle aree a rischio di esplosione, per l'impianto in esame, è un obbligo imposto sia dal D.Lgs. 81/08 e s.m.i. (Testo Unico di Sicurezza) che dalla Direttiva ATEX (94/9/CE aggiornata con la 2014/34/UE decorrente dal 20.4.16), appare opportuno che tale classificazione sia integrata con un'analisi di rischio che consenta l'indicazione dei possibili rilasci di gas (formazione di atmosfera esplosiva) su tutta l'area di impianto, incluso il tracciato della condotta di collegamento DN6".

Lo studio di rischio ambientale fa riferimento alla sola fase di perforazione, essendo quella maggiormente critica, ed è basato sulle seguenti fasi:

- identificazione dei potenziali scenari incidentali significativi;
- valutazione delle frequenze di accadimento di tali eventi;
- valutazione delle conseguenze di tali eventi.

Nei paragrafi successivi sono descritte la metodologia adottata per lo studio, i dati di base ed i risultati ottenuti.

 <b>enimed</b>	<b>DOCUMENT TITLE</b>	<b>DOCUMENT N.</b>	<b>REV. INDEX</b>		<b>SHEET / OF</b>
	<b>INTEGRAZIONI ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b>	<b>SAGE/SIA_INT/001/2015 Appendice II</b>	<b>STATUS</b>  <b>CD-BF</b>	<b>REV. N.</b>  <b>00</b>	<b>3 / 23</b>

## 2. CONCLUSIONI

L'analisi di blowout sulla fase di perforazione del pozzo Arancio 1 DIR è stata condotta al fine di dimostrare che, in caso di eventuale incidente nel corso delle operazioni di perforazione, non si verificano danni alle persone, cose e ambiente.

Lo screening di tutti i possibili scenari incidentali ha portato all'identificazione dello scenario più critico in termini di portata rilasciata. Tale scenario è risultato essere l'eruzione da pozzo con flusso di fluido che risale attraverso il casing da 9" 5/8, con area di sbocco libera (Open Hole full bore).

In caso di blowout dallo scenario Open Hole full bore la portata rilasciata è pari a 1389 Sm<sup>3</sup>/d di olio e 97193 Sm<sup>3</sup>/d di gas.

In caso di innesco del rilascio conseguente al blowout si genera un campo di irraggiamento tale da provocare danni, tuttavia le aree di impatto sono confinate all'interno dell'area pozzo, dove il personale è addestrato per evacuazioni di emergenza e dotato di adeguati sistemi di protezione.

I risultati delle simulazioni di dispersione dei prodotti di combustione derivanti dall'evento non presentano situazioni di criticità in termini di qualità dell'aria. I valori maggiori di concentrazione si riscontrano nei pressi dell'area pozzo e decadono rapidamente allontanandosi dalla sorgente emissiva. Per tutti i parametri analizzati non si riscontrano superamenti dei limiti normativi di riferimento in corrispondenza dei recettori sensibili presenti nell'area.

Si sottolinea che, durante tutte le fasi operative, le procedure di lavoro, le scelte progettuali e le barriere preventive e mitigative previste fanno sì che incidenti durante le operazioni di perforazione si configurino come rari ed estremamente improbabili.

Le barriere presenti durante l'attività di perforazione sono indicate nel documento principale delle integrazioni al SIA, di cui il presente report costituisce un annesso tecnico.

 <b>enimed</b>	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	INTEGRAZIONI ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	SAGE/SIA_INT/001/2015 Appendice II	STATUS  CD-BF	REV. N.  00	4 / 23

### 3. METODOLOGIA

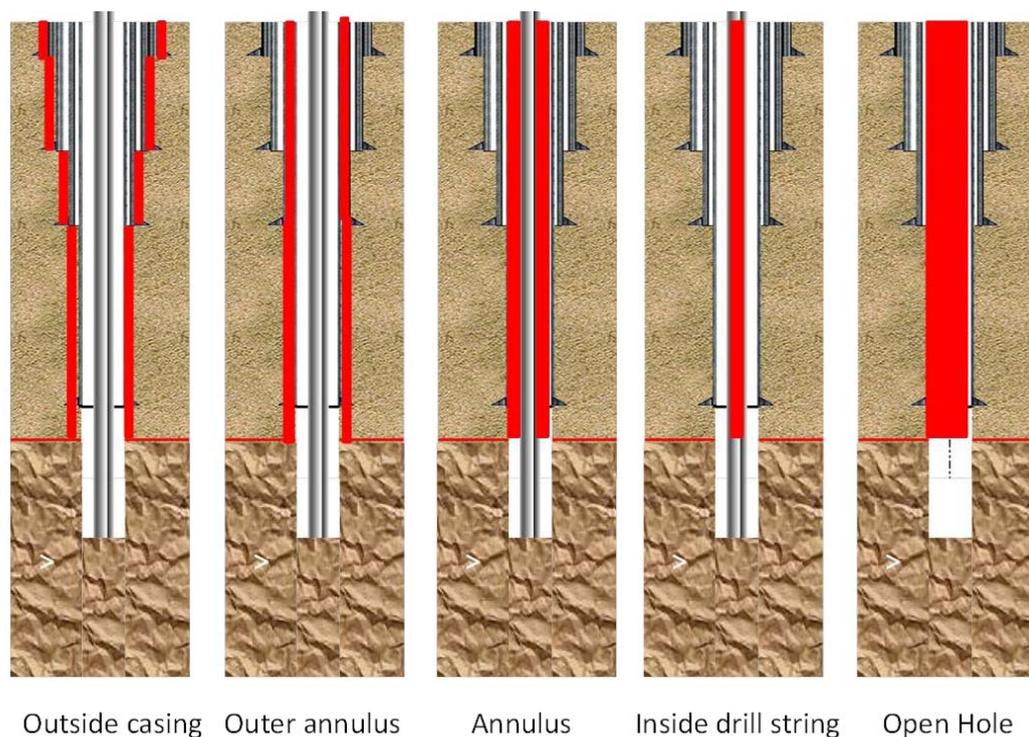
L'analisi è stata condotta in accordo con la metodologia RAINBOW<sup>i</sup>, di riferimento in eni UPS per la valutazione del rischio di incidenti rilevanti negli impianti di perforazione e produzione.

#### 3.1. IDENTIFICAZIONE DEGLI SCENARI INCIDENTALI

Per la fase di perforazione, gli scenari credibili che sono stati analizzati, in accordo con gli standard di eni UPS, sono:

- Open Hole, area di scarico full bore;
- Inside Drill String, area di scarico full bore;
- Annulus, area di scarico full bore;
- Annulus, area di scarico choked;
- Outer Annulus, area di scarico full bore;
- Outer Annulus, area di scarico choked;
- Outside Casing, area di scarico full bore.

Le geometrie di pozzo dei diversi scenari in fase di perforazione sono illustrate in Figura 1



*Figura 1 - Geometrie di pozzo in fase di perforazione*

 <b>enimed</b>	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	INTEGRAZIONI ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	SAGE/SIA_INT/001/2015 Appendice II	STATUS  CD-BF	REV. N.  00	5 / <b>23</b>

### 3.2. DEFINIZIONE DEL TERMINE DI SORGENTE

La valutazione delle portate di idrocarburi associate agli eventi incidentali di blowout durante la fase di perforazione è stata fatta con una prima analisi di screening su tutti gli scenari possibili (flowpath, cioè le geometrie di flusso in pozzo associate alle diverse operazioni) con un modello semplificato zero-dimensionale, SCM<sup>ii,iii</sup> integrato nella metodologia RAINBOW, in modo da identificare lo scenario dimensionante in termini di portata di idrocarburo rilasciato.

Per tale scenario è stata ricalcolata la portata di idrocarburi rilasciati in caso di blowout con un maggiore grado di accuratezza attraverso il codice di trasporto multifase OLGA<sup>iv</sup>.

### 3.3. ANALISI DELLE FREQUENZE

In accordo con le specifiche eni UPS<sup>v</sup>, le frequenze di accadimento dei blowout in fase di perforazione sono state valutate in accordo con la procedura inclusa in RAINBOW<sup>vi</sup>. Tale procedura si basa su statistiche derivanti da tutti gli eventi di blowout accaduti nel Golfo del Messico e nel Mare del Nord. Essendo il pozzo oggetto dello studio onshore, tali valori risultano sensibilmente conservativi. Gli eventi di blowout raccolti interessano differenti fasi operative (produzione, perforazione (inclusa la fase di completamento), ecc.) e diversi flowpath.

#### 3.3.1 Albero degli eventi

L'evoluzione del rilascio nei diversi possibili eventi incidentali è valutata sulla base dell'albero degli eventi indicato negli standard eni UPS<sup>vi</sup> riportato in Figura 2.

La probabilità di ignizione è stata calcolata riferendosi allo Standard UKOOA IP<sup>vii</sup> in funzione della portata di rilascio e considerando una ripartizione tra innesco immediato e innesco ritardato pari a 50:50.

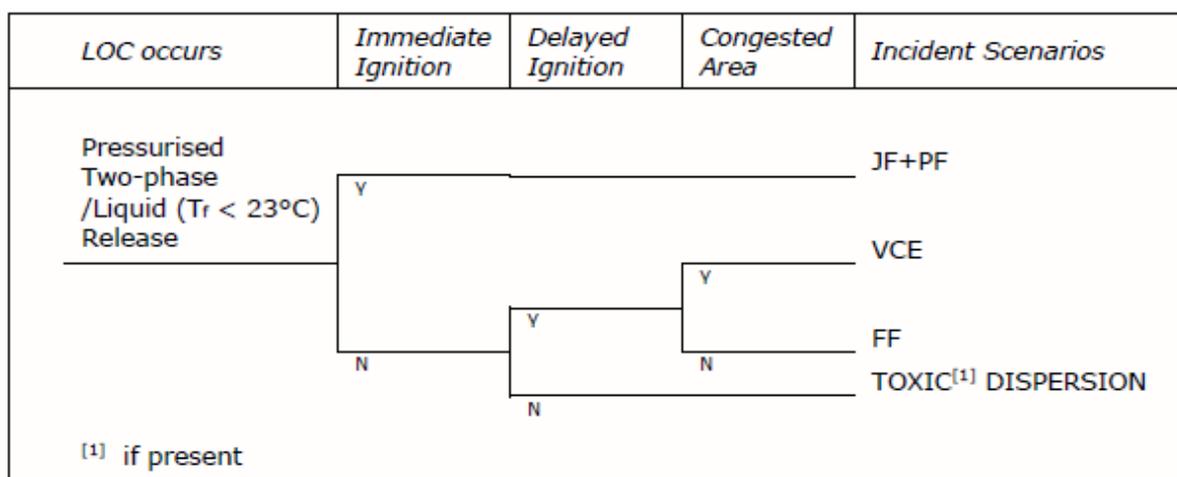


Figura 2 – Albero degli eventi

 <b>enimed</b>	<b>DOCUMENT TITLE</b>	<b>DOCUMENT N.</b>	<b>REV. INDEX</b>		<b>SHEET / OF</b>
	INTEGRAZIONI ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	SAGE/SIA_INT/001/2015 Appendice II	<b>STATUS</b>  CD-BF	<b>REV. N.</b>  00	6 / <b>23</b>

### 3.4. ANALISI DELLE CONSEGUENZE

Dal punto di vista degli impatti, è stato analizzato l'innescò del rilascio con conseguente campo di irraggiamento e dispersione dei prodotti di combustione in aria.

Il getto innescato è stato simulato con il codice PHAST<sup>viii</sup>, per definire il campo di irraggiamento e le caratteristiche geometriche della fiamma, quali l'altezza e l'area, da utilizzare nella seguente simulazione di dispersione passiva dei prodotti di combustione con AERMOD utilizzando il campo di vento 3D generato con il preprocessore AERMET.

Nelle simulazioni con AERMOD è stata assunta una temperatura di fiamma di 1300 K ed una velocità di risalita del getto di 8.4 m/s, definita sulla base di studi precedenti svolti per eni con codici di calcolo computazionali su fiamme in scenari di blowout.

La portata di CO<sub>2</sub> è stata calcolata considerando una resa totale del carbonio presente nella portata della fase gassosa rilasciata durante lo scenario di blowout identificato come significativo per l'incendio in piattaforma.

La portata di CO è stata stimata considerando una resa pari a 0.03 g di CO/g di gas emesso, sulla base di un'efficienza di combustione del 95%, tipica per fiamme di getti incendiati in seguito a rilasci in pressione.

Non essendo stata fatta un'analisi di dettaglio con codici di calcolo computazionali sulla combustione del getto rilasciato in caso di blowout, la portata di NO<sub>x</sub> prodotti è stata calcolata in base ai risultati di un'attività di R&D<sup>ix</sup> condotta in eni in anni precedenti, volta a determinare la formazione di NO<sub>x</sub>, per 8 scenari presi a riferimento. Con i risultati di tale analisi è stato possibile correlare la portata di blowout con la portata di NO<sub>x</sub> prodotti, considerando solo gli NO<sub>x</sub> di natura termica e trascurando invece quelli che si formano dall'ossidazione dell'azoto presente nel gas innescato, che costituiscono una percentuale molto ristretta degli NO<sub>x</sub> totali.

#### 3.4.1 Limiti di irraggiamento

Le soglie critiche di irraggiamento definite dal DM 9 Maggio 2001<sup>x</sup> sono:

- Soglia di elevata letalità, danni alle strutture ed effetto domino: potenza termica incidente per unità di superficie pari a 12.5 kW/m<sup>2</sup>;
- Soglia di inizio letalità: potenza termica incidente per unità di superficie pari a 7 kW/m<sup>2</sup>;
- Soglia di lesioni irreversibili: potenza termica incidente per unità di superficie pari a 5 kW/m<sup>2</sup>;
- Soglia di lesioni reversibili: potenza termica incidente per unità di superficie pari a 3 kW/m<sup>2</sup>.

 <b>enimed</b>	<b>DOCUMENT TITLE</b>	<b>DOCUMENT N.</b>	<b>REV. INDEX</b>		<b>SHEET / OF</b>
	INTEGRAZIONI ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	SAGE/SIA_INT/001/2015 Appendice II	<b>STATUS</b>  CD-BF	<b>REV. N.</b>  00	7 / <b>23</b>

### 3.4.2 Limiti di soglia dei prodotti di combustione

Al fine di verificare il rispetto della compliance normativa, sono stati considerati, come limiti di soglia, le concentrazioni indicate nella normativa italiana come standard di qualità dell'aria (D. Lgs 155/2010) per CO e NO<sub>2</sub>, unitamente alle soglie di danno immediato (IDLH) per CO<sub>2</sub>, di seguito riportati in Tabella 1.

*Tabella 1: Limiti normativi di riferimento*

<b>ANALITA</b>	<b>PERIODO DI MEDIAZIONE</b>	<b>VALORE LIMITE</b>	<b>VALUTAZIONE</b>
<b>NO<sub>2</sub></b>	1 ora	200 µg/m <sup>3</sup>	da non superare più di 18 volte per anno civile
<b>CO</b>	1 giorno	10 mg/m <sup>3</sup>	massima media mobile calcolata su 8 ore
<b>CO<sub>2</sub></b>	30'	72 mg/m <sup>3</sup>	

 <b>enimed</b>	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	INTEGRAZIONI ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	SAGE/SIA_INT/001/2015 Appendice II	STATUS  CD-BF	REV. N.  00	8 / 23

## 4. DATI DI BASE

### 4.1. DATI GEOMETRICI

In Figura 3 e Figura 4 è riportato lo schema del pozzo Arancio 1 DIR<sup>xi</sup>, mentre in Figura 5 il dettaglio delle aste di perforazione utilizzate nella fase 8" 1/2.

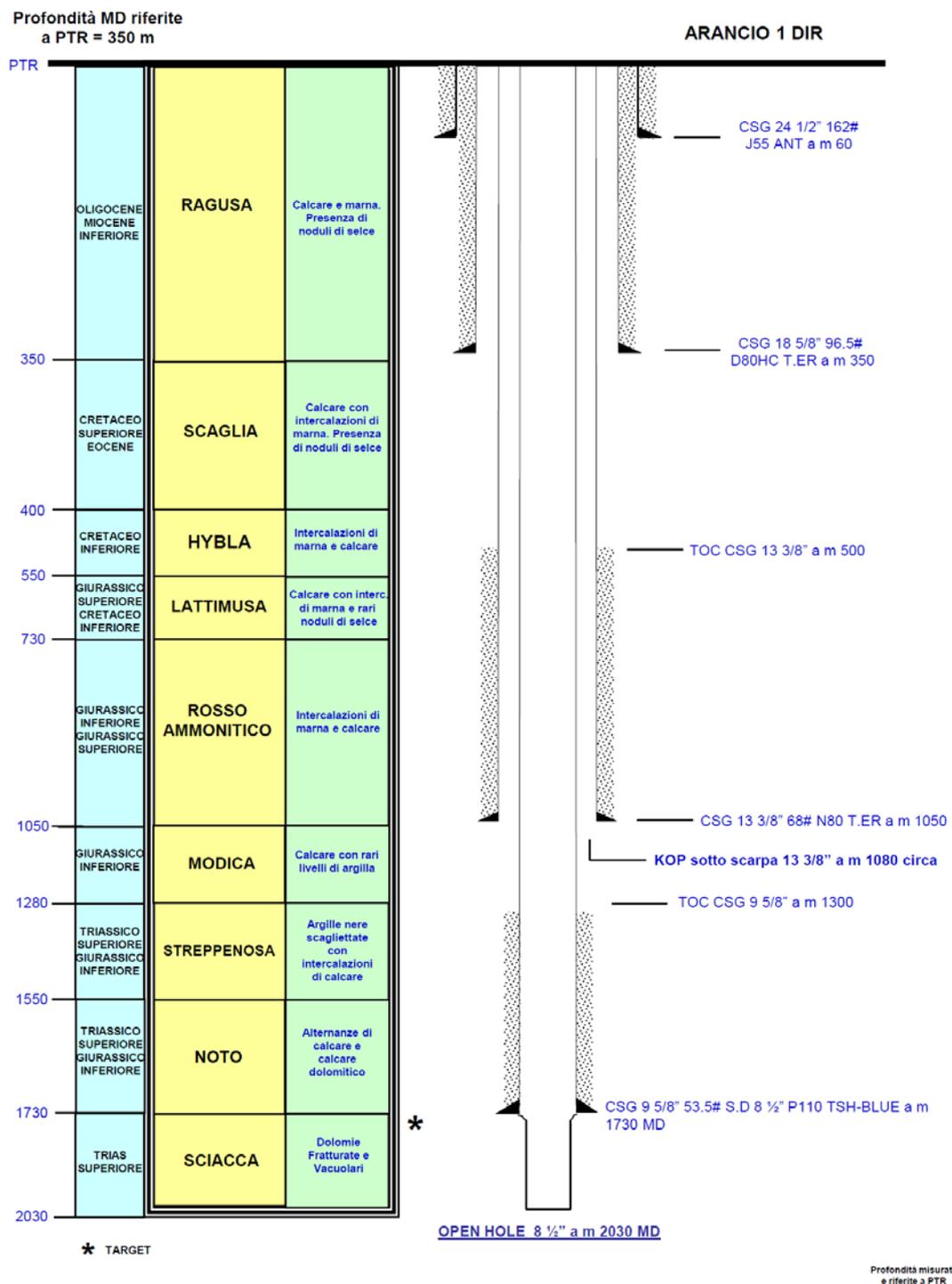


Figura 3 – Schema del pozzo Arancio 1 DIR

 <b>enimed</b>	<b>DOCUMENT TITLE</b>	<b>DOCUMENT N.</b>	<b>REV. INDEX</b>		<b>SHEET / OF</b>
	<b>INTEGRAZIONI ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b>	<b>SAGE/SIA_INT/001/2015 Appendice II</b>	<b>STATUS</b>  <b>CD-BF</b>	<b>REV. N.</b>  <b>00</b>	<b>9 / 23</b>

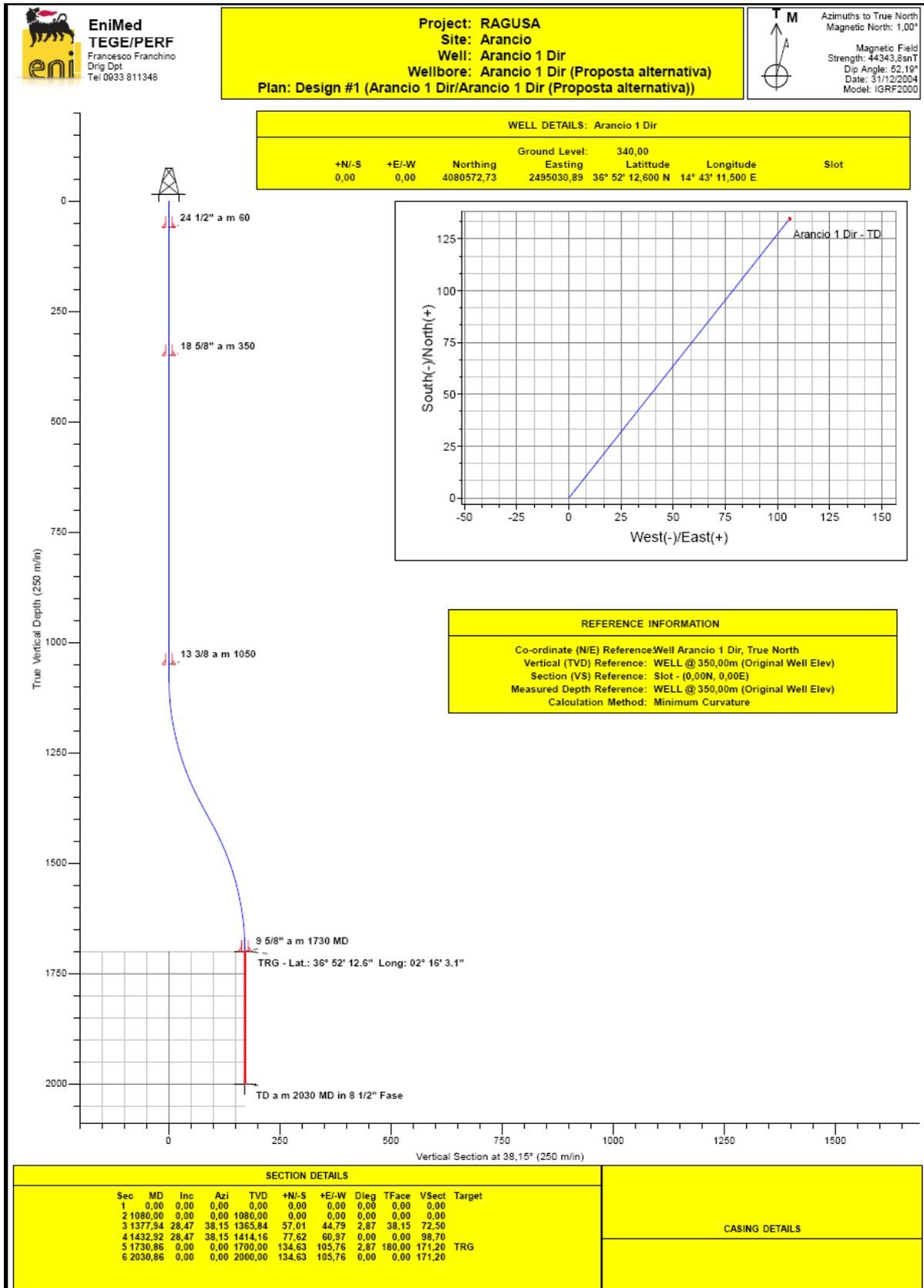


Figura 4 – Dettaglio della deviazione del pozzo Arancio 1 DIR

 <b>enimed</b>	<b>DOCUMENT TITLE</b>	<b>DOCUMENT N.</b>	<b>REV. INDEX</b>		<b>SHEET / OF</b>
	<b>INTEGRAZIONI ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b>	<b>SAGE/SIA_INT/001/2015 Appendice II</b>	<b>STATUS</b>	<b>REV. N.</b>	<b>10 / 23</b>
			<b>CD-BF</b>	<b>00</b>	

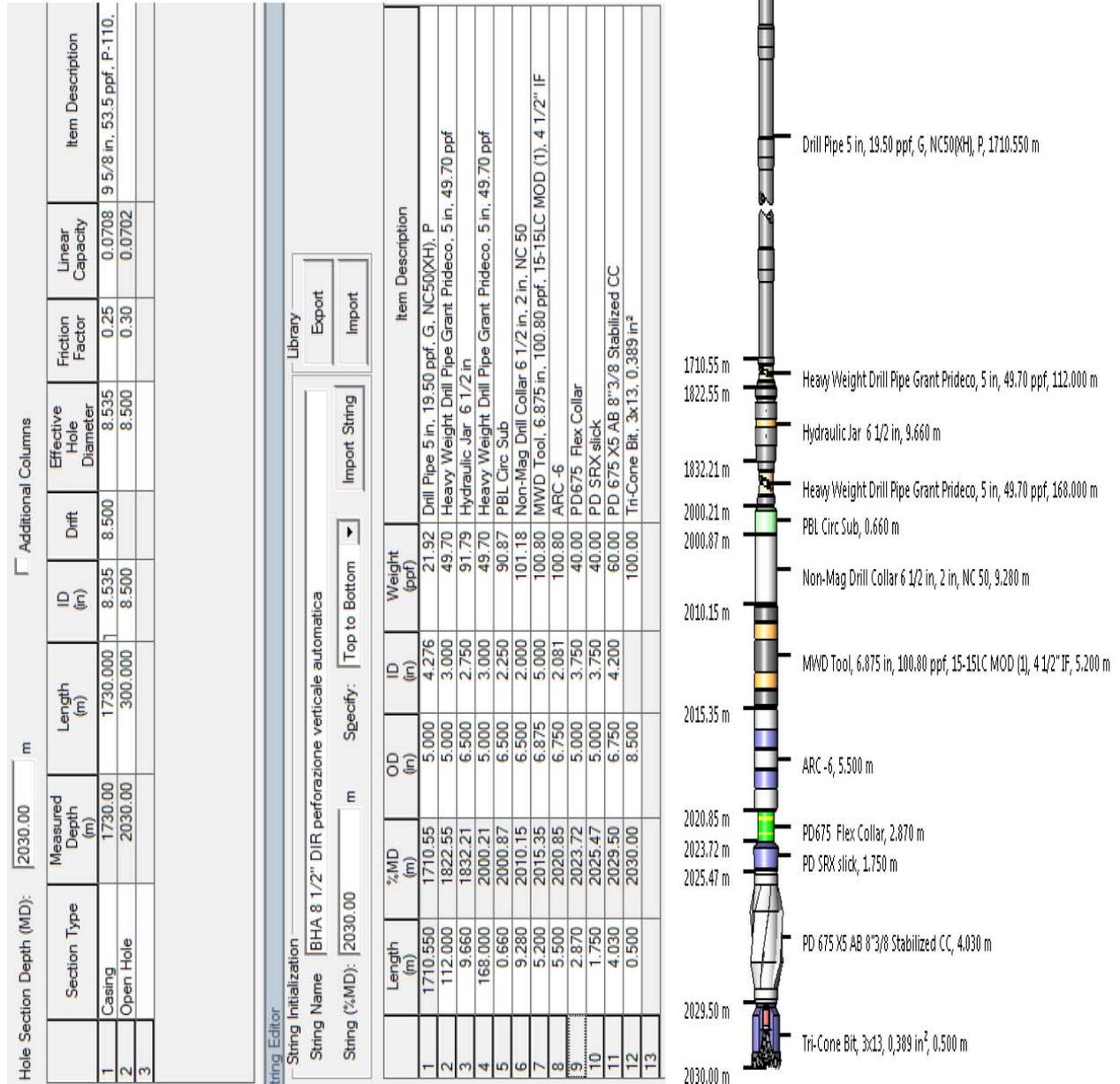


Figura 5 – Schema delle aste di perforazione nella fase 8" 1/2.

 <b>enimed</b>	<b>DOCUMENT TITLE</b>	<b>DOCUMENT N.</b>	<b>REV. INDEX</b>		<b>SHEET / OF</b>
	<b>INTEGRAZIONI ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b>	<b>SAGE/SIA_INT/001/2015 Appendice II</b>	<b>STATUS</b>  <b>CD-BF</b>	<b>REV. N.</b>  <b>00</b>	<b>11 / 23</b>

#### 4.2. CONDIZIONI AL CONTERNO

In Tabella 2 sono indicate le condizioni al contorno utilizzate per il calcolo della portata di blowout.

*Tabella 2 – Condizioni al contorno*

PARAMETERS	VALUE/RANGE	M. U.	REFERENCE (see note 3)
Blow-out top event	During Drilling	During Drilling/During Production	
Number of production formations involved (simultaneously) in the Blow-out	1	(if more than one, please repeat the below data for each formation)	
Geological formation of the reservoir	Sciaccia (dolomitic carbonates)	-	Arancio 1: Programma geologico e di perforazione
Type of Hydrocarbons	Olio	Crude Oil / Dry Gas / Gas Condensate	Arancio 1: Programma geologico e di perforazione
Type of Blow-out release	Atmospheric	Atmospheric / Underwater	
Blow-out location	On shore	Onshore / Offshore	
Blow-out Duration	60	days	
Release point elevation with reference to <b>land</b> level (for atmospheric-onshore blow-out)	0	m	Arancio 1: Programma geologico e di perforazione
Rotary Table/Rig Floor elevation with reference to <b>land</b> level (for atmospheric-onshore blow-out)	10	m	Arancio 1: Programma geologico e di perforazione
TOP RESERVOIR DEPTH (see note 1)	1700 mTVD	RT for onshore locations	Arancio 1: Programma geologico e di perforazione
RESERVOIR TEMPERATURE (see note 1)	65 - 70	°C	Profili statici pozzo Rg25 - Rg43
STATIC PRESSURE(see note 1)	175	Bar <sub>g</sub> (see note 2)	
STATIC PRESSURE DATUM	1700 mTVD	m RT for onshore locations	Arancio 1: Programma geologico e di perforazione
RESERVOIR PORE PRESSURE GRADIENT (See note 1)	1.03	kg/cm2/10m	
OIL GRAVITY (see note 1)	19.5	°API	Studio PVT olio di giacimento del pozzo Rg54 (bollettino n. 339/79 Chimfi)
BUBBLE POINT (for crude oil wells) (see note 1)	50 - 60	Bar <sub>g</sub> at T reservoir (see note 2)	Studi PVT olio di giacimento Ragusa-Tresaurio (bollettino n. 339/79 Chimfi)
DEW POINT (for dry gas and gas condensate wells) (see note 1)	-	Bar <sub>g</sub> at T reservoir (see note 2)	
Solution G.O.R. (for crude oil wells) (see note 1)	30 - 70	Sm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Production G.O.R. (for gas condensate wells) (see note 1)		Sm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	Studio PVT olio di giacimento del pozzo Rg54 (bollettino n. 339/79 Chimfi)
Surface Gas H <sub>2</sub> S contents (see note 1)	0	Ppm	
Surface gas molecular weight Stock Tank Conditions (see note 1)	38 - 40	g/mole	
PRODUCTIVITY INDEX (for Crude Oil wells) (see note 1)	10	Sm <sup>3</sup> /d/bar	
BOTTOM ABSOLUTE OPEN FLOW (BAOF-for dry gas and gas condensate wells) (see note 1)	-	MMSm <sup>3</sup> /d	

#### 4.3. COMPOSIZIONE DEL FLUIDO

In Tabella 3 è riportata la composizione del fluido di giacimento.

*Tabella 3 – Composizione del fluido di giacimento*

 <b>enimed</b>	<b>DOCUMENT TITLE</b>	<b>DOCUMENT N.</b>	<b>REV. INDEX</b>		<b>SHEET / OF</b>
	<b>INTEGRAZIONI ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b>	<b>SAGE/SIA_INT/001/2015 Appendice II</b>	<b>STATUS</b>  <b>CD-BF</b>	<b>REV. N.</b>  <b>00</b>	<b>12 / 23</b>

Composizione chimica dell'olio di giacimento ricombinato (da flash atmosferico)

Componente	Liquido stabilizzato		Gas liberato	Olio di giacimento	
	Peso (%)	Moli (%)	Moli (%)	Peso (%)	Moli (%)
Azoto	0.000	0.000	1.998	0.103	0.738
Biossido di carbonio	0.000	0.000	33.560	2.724	12.394
Idrogeno solforato	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Metano	0.001	0.019	47.216	1.398	17.449
Etano	0.003	0.030	3.590	0.202	1.345
Propano	0.039	0.266	5.016	0.445	2.020
i-Butano	0.038	0.196	1.205	0.165	0.569
n-Butano	0.143	0.734	2.789	0.433	1.493
neo-Pentano	0.002	0.008	0.012	0.003	0.010
i-Pentano	0.214	0.887	1.188	0.360	0.998
n-Pentano	0.298	1.232	1.186	0.438	1.215
Esano	0.949	3.286	1.154	1.075	2.499
M-Ciclo-Pentano	0.223	0.792	0.172	0.237	0.563
Benzene	0.048	0.185	0.028	0.049	0.127
Ciclo-Esano	0.139	0.492	0.073	0.142	0.338
Eptani	1.432	4.268	0.442	1.429	2.855
M-Ciclo-Esano	0.354	1.077	0.077	0.347	0.707
Toluene	0.171	0.554	0.025	0.165	0.359
Ottani	1.640	4.285	0.154	1.574	2.760
Etil-Benzene	0.153	0.430	0.006	0.145	0.273
Meta/Para Xilene	0.207	0.583	0.007	0.196	0.370
orto Xilene	0.127	0.356	0.004	0.120	0.226
Nonani	1.983	4.615	0.076	1.882	2.939
1-2-4-T-M-Benzene	0.102	0.252	0.002	0.096	0.160
Decani	2.425	5.089	0.017	2.285	3.216
Undecani	2.387	4.848	0.001	2.245	3.058
Dodecani	2.322	4.305	0.002	2.184	2.716
Tridecani	2.819	4.808	0.000	2.651	3.033
Tetradecani	2.701	4.244	0.000	2.540	2.677
Pentadecani	2.735	3.984	0.000	2.572	2.500
Esadecani	2.606	3.505		2.451	2.211
Eptadecani	2.551	3.213		2.399	2.027
Ottadecani	2.886	3.433		2.714	2.165
Nonadecani	3.039	3.450		2.858	2.176
Eicosani	2.318	2.516		2.179	1.587
Eneicosani	2.199	2.258		2.068	1.423
Docosani	2.096	2.052		1.971	1.294
Tricosani	2.032	1.908		1.911	1.203
Tetracosani	1.880	1.898		1.768	1.069
Pentacosani	1.808	1.651		1.794	1.041
Esacosani	1.753	1.458		1.649	0.920
Eptacosani	1.880	1.501		1.768	0.947
Otacosani	1.880	1.447		1.768	0.912
Nonacosani	2.222	1.650		2.090	1.041
Triacotani	2.286	1.641		2.150	1.035
Entriacontani	2.159	1.499		2.030	0.945
Dotriacontani	1.974	1.327		1.856	0.837
Tritriacontani	1.644	1.071		1.546	0.676
Tetraatriacontani	1.381	0.874		1.299	0.551
Pentatriacontani	1.135	0.697		1.067	0.440
Esatriacontani più	34.516	9.350		32.458	5.897
<b>TOTALE</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>

#### 4.4. DATI AMBIENTALI

I dati ambientali per lo studio di caratterizzazione del campo di irraggiamento sono:

Temperatura aria: 16°C<sup>xii</sup>

Condizioni meteorologiche: F2, D5

Umidità relativa: 0.7

Irraggiamento solare: 0.7 kW/m<sup>2</sup>

 <b>enimed</b>	<b>DOCUMENT TITLE</b>	<b>DOCUMENT N.</b>	<b>REV. INDEX</b>		<b>SHEET / OF</b>
	INTEGRAZIONI ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	SAGE/SIA_INT/001/2015 Appendice II	<b>STATUS</b>  CD-BF	<b>REV. N.</b>  00	13 / <b>23</b>

## 5. ANALISI DELLE FREQUENZE

Le frequenze di accadimento di blowout, distribuite secondo le diverse possibili geometrie (flowpath) sono state valutate facendo riferimento ai dati statistici disponibili<sup>ii</sup>. In Tabella 4 sono riportati i valori ottenuti. Per lo scenario dimensionante (Open Hole full bore) sono state calcolate le frequenze per evento sulla base dell'albero degli eventi di Figura 2. In Tabella 5 sono riportate le frequenze di impatto ottenute.

*Tabella 4 – Frequenze di blowout*

<b>Percorso del fluido</b>	<b>Frequenza di rilascio (ev/anno)</b>
Outside casing. Full bore	7.89E-06
Outer Annulus. Full bore	2.62E-06
Outer Annulus. Choked	2.62E-06
Open Hole. Full bore	1.24E-06
Annulus. Full bore	6.56E-06
Annulus. Choked	1.55E-05
Inside drill string. Full bore	1.24E-06

*Tabella 5 – Scenario di blowout. Open Hole full bore. Frequenze di impatto (eventi/anno).*

<b>Fase operativa</b>	<b>Percorso del fluido</b>	<b>JF</b>	<b>PF</b>	<b>VCE</b>	<b>FF</b>	<b>Safe</b>
Drilling	Open Hole. Fullbore	1.95E-09	1.95E-09	1.55E-09	2.33E-09	1.23E-06

 <b>enimed</b>	<b>DOCUMENT TITLE</b>	<b>DOCUMENT N.</b>	<b>REV. INDEX</b>		<b>SHEET / OF</b>
	INTEGRAZIONI ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	SAGE/SIA_INT/001/2015 Appendice II	<b>STATUS</b>  CD-BF	<b>REV. N.</b>  00	14 / <b>23</b>

## 6. ANALISI DELLE CONSEGUENZE

### 6.1. CALCOLO DELLA PORTATA DI BLOWOUT

L'analisi di screening condotta con approccio semplificato (SCM) su tutti i possibili scenari di blowout ha permesso di individuare lo scenario dimensionante, caratterizzato dalle maggiori portate di rilascio. In Tabella 6 sono riportati i risultati di SCM per la fase di perforazione in termini di portate rilasciate.

Dall'analisi di screening su tutti gli scenari possibili di blowout (flowpath), è emerso che gli scenari di Open Hole full bore e Annulus full bore forniscono le maggiori portate erogate.

Per lo scenario Open Hole full bore, quello con la massima portata (Tabella 6), è stata ricalcolata la portata di idrocarburi rilasciati in caso di blowout con un maggiore grado di accuratezza attraverso il codice di trasporto multifase OLGA. I risultati dell'analisi dettagliata con OLGA sono riportati in Tabella 7 e Tabella 8. In Figura 6 sono riportati l'andamento della pressione a fondo pozzo (Bottom Hole Flowing Pressure) in funzione della portata di olio erogato dal pozzo, ovvero la curva IPR Inflow Performance Reservoir, e la curva di Vertical Lift Performance, che descrive le perdite di carico per attrito e le perdite di carico gravitazionali in pozzo, riferita allo scarico in atmosfera e al flowpath Open Hole full bore. L'intersezione delle due curve rappresenta il punto di erogazione relativo allo scenario analizzato. I profili di pressione, temperatura e hold up lungo il pozzo sono mostrati in Figura 7.

Tabella 6 – Approccio semplificato. Screening delle portate di blowout

Flowpath	Oil flowrate @ Throat conditions			Oil flowrate @ ST conditions			Gas flowrate @ Throat conditions			Gas flowrate @ ST conditions		
	[Am <sup>3</sup> / d]	[ABD]	[kg/s]	[Sm <sup>3</sup> / d]	[SBD]	[kg/s]	[Am <sup>3</sup> / d]	[ACFD]	[kg/s]	[Sm <sup>3</sup> / d]	[SCFD]	[kg/s]
Open Hole FB	872.0	5484.3	9.43	857.7	5394.6	9.28	60046.3	2120517.6	1.03	59064.4	2085843.1	1.19
Inside Drill String FB	820.8	5162.2	8.88	807.4	5077.8	8.74	56520.0	1995989.9	0.97	55595.8	1963351.7	1.12
Annulus FB	864.5	5436.9	9.35	850.3	5348.0	9.20	59527.2	2102186.4	1.02	58553.8	2067811.7	1.18
Annulus CK	223.9	1408.2	2.42	220.2	1385.1	2.38	15417.6	544468.0	0.27	15165.5	535564.9	0.30
Outer Annulus FB	96.4	606.1	1.04	94.8	596.1	1.03	6635.5	234332.3	0.11	6527.0	230500.6	0.13
Outer Annulus CK	90.0	566.3	0.97	88.6	557.0	0.96	6200.1	218956.5	0.11	6098.8	215376.2	0.12
Outside Casing FB	73.1	459.8	0.79	71.9	452.3	0.78	5034.4	177787.2	0.09	4952.0	174880.1	0.10

Tabella 7 – Open Hole full bore. Risultati simulazione con OLGA. Portate di rilascio.

Flowpath	Oil flowrate @ Throat conditions			Oil flowrate @ ST conditions			Gas flowrate @ Throat conditions			Gas flowrate @ ST conditions		
	[Am <sup>3</sup> / d]	[ABD]	[kg/s]	[Sm <sup>3</sup> / d]	[SBD]	[kg/s]	[Am <sup>3</sup> / d]	[ACFD]	[kg/s]	[Sm <sup>3</sup> / d]	[SCFD]	[kg/s]
Open Hole FB	1392.5	8757.8	15.48	1388.5	8732.5	15.73	116440.1	4112050.9	1.69	97193.0	3432343.0	1.44

Tabella 8 – Open Hole full bore. Risultati simulazione con OLGA. Parametri di rilascio.

Flowpath	Discharge Temperature		Discharge flow regime	Wellhead velocity		Flowing pressure @ wellhead	
	[°C]	[°F]		[m/s]	[ft/s]	[bara]	[psia]
Open Hole FB	51.8	125.2	Subcritical	36.9	121.06	1.0	14.58

 <b>enimed</b>	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	INTEGRAZIONI ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	SAGE/SIA_INT/001/2015 Appendice II	STATUS  CD-BF	REV. N.  00	15 / 23

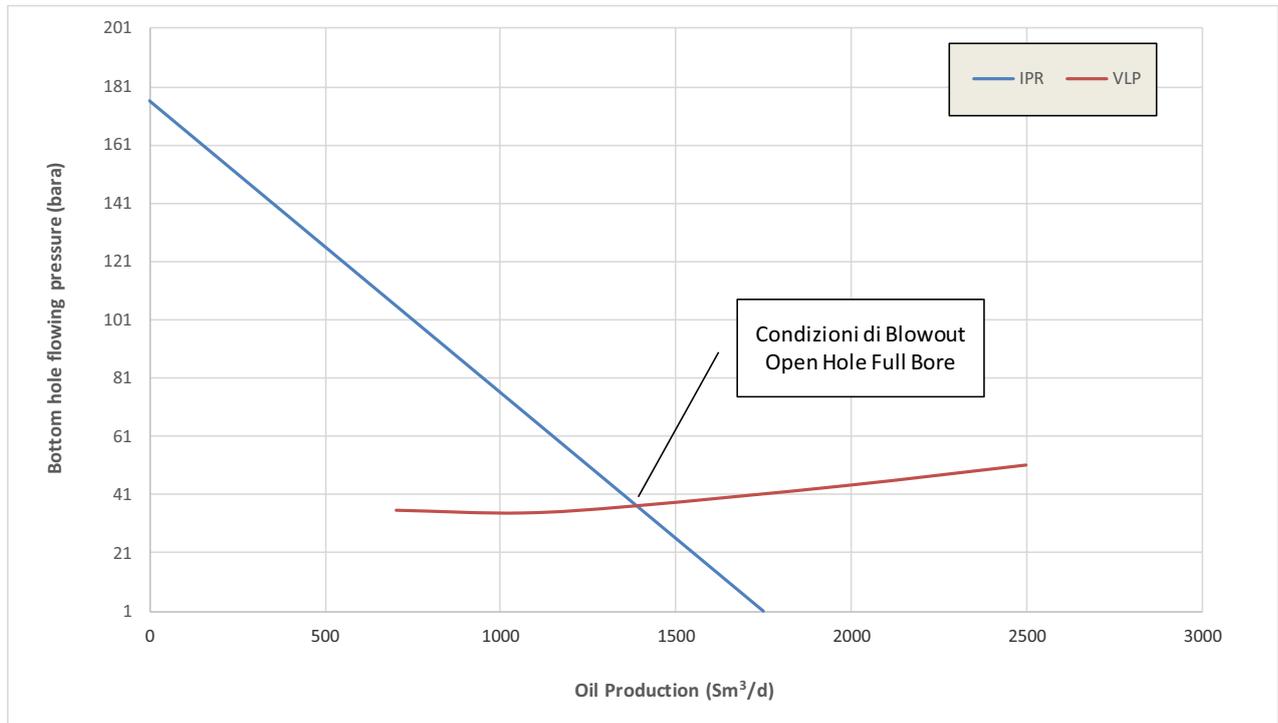


Figura 6 – Curve VLP e IPR del pozzo.

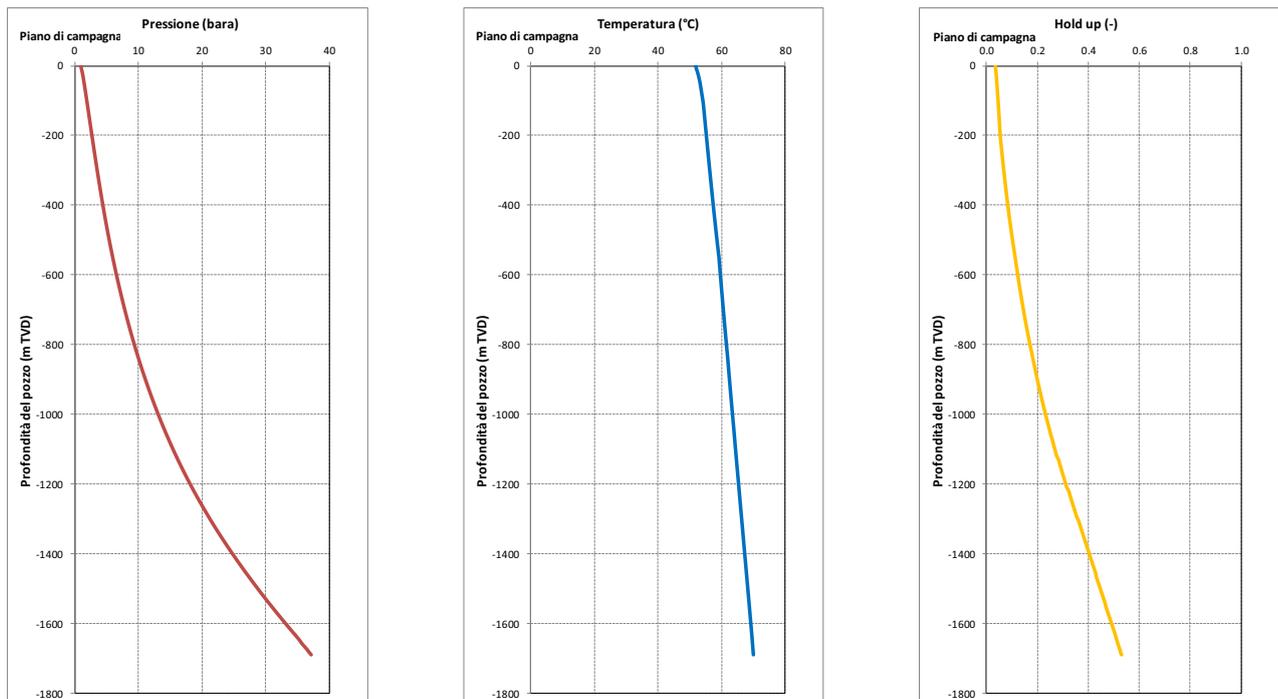


Figura 7 – Profili di pressione, temperatura e hold up lungo il pozzo

 <b>enimed</b>	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	INTEGRAZIONI ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	SAGE/SIA_INT/001/2015 Appendice II	STATUS  CD-BF	REV. N.  00	16 / <b>23</b>

## 6.2. ANALISI DELLE CONSEGUENZE DA INNESCO

### 6.2.1 Campo di irraggiamento

In caso di innesco del rilascio conseguente al blowout, considerando il getto/fiamma verticale libera, nell'intorno del pozzo si genera un campo di irraggiamento che può provocare danni alle persone e alle cose. Le simulazioni di jet fire sono state effettuate con il codice PHAST nelle condizioni meteorologiche di riferimento F2 e D5.

Con riferimento ai limiti di irraggiamento, indicati in 3.4.1, per lo scenario di blowout dimensionante (Open Hole full bore) sono state individuate le aree di impatto riportate in Tabella 9 e rappresentate in Figura 8 e Figura 9 per le due condizioni meteorologiche di riferimento. Come mostrato nelle mappe, le aree di impatto rimangono confinate all'interno dell'impianto di perforazione, dove il personale è addestrato per evacuazioni di emergenza e dotato di abbigliamento adeguato.

*Tabella 9 – Aree di impatto per irraggiamento. Distanze sottovento di superamento delle soglie (m)*

Scenario ID	Condizione meteorologica	12.5 kW/m <sup>2</sup>	7 kW/m <sup>2</sup>	5 kW/m <sup>2</sup>	3 kW/m <sup>2</sup>
Arancio 1 DIR Open Hole FB Verticale	F2	26	35	42	56
	D5	25	32	37	48

 <b>enimed</b>	<b>DOCUMENT TITLE</b>	<b>DOCUMENT N.</b>	<b>REV. INDEX</b>		<b>SHEET / OF</b>
	<b>INTEGRAZIONI ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b>	<b>SAGE/SIA_INT/001/2015 Appendice II</b>	<b>STATUS</b>  <b>CD-BF</b>	<b>REV. N.</b>  <b>00</b>	<b>17 / 23</b>

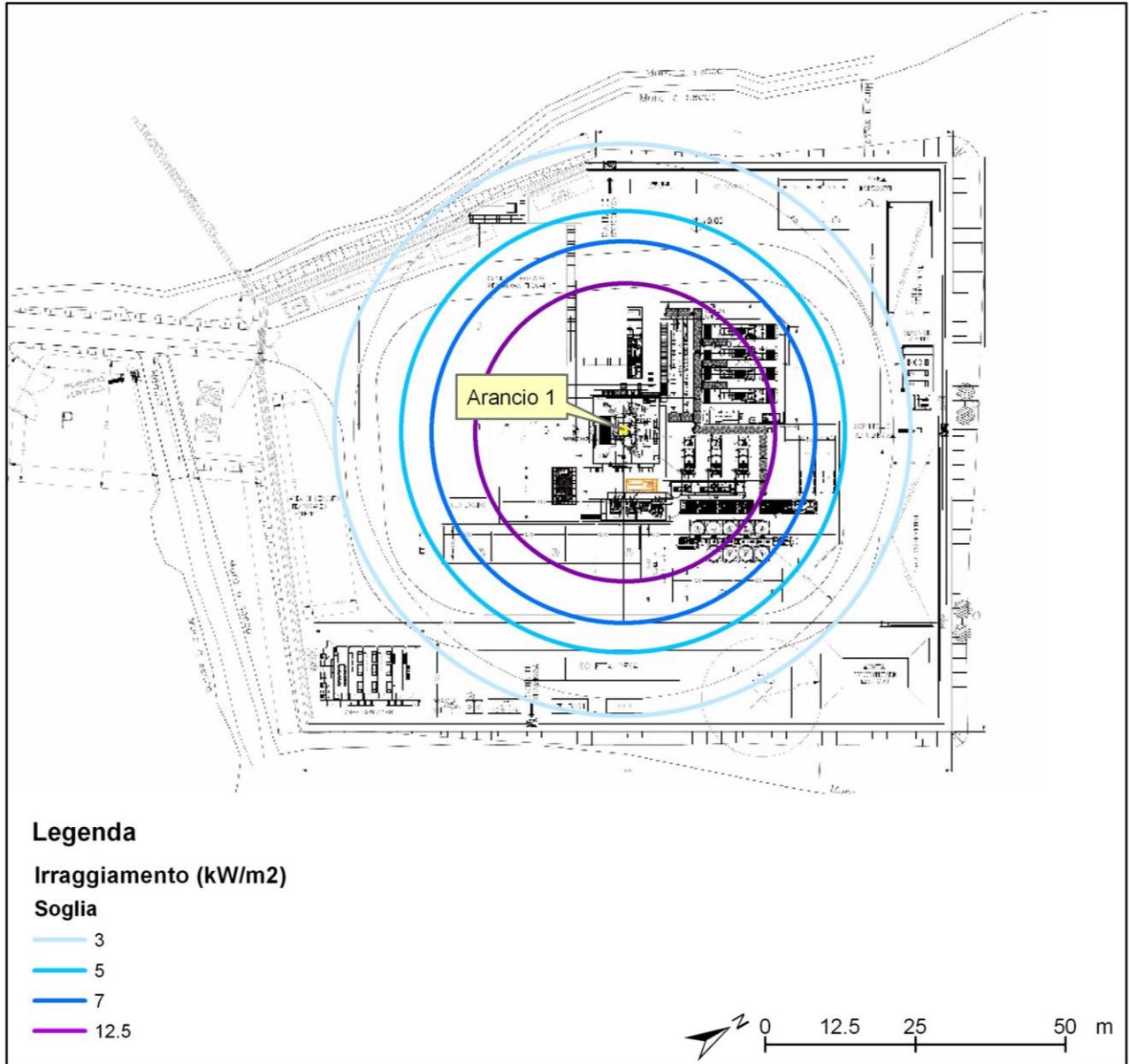


Figura 8 – Mappa di irraggiamento con condizione meteorologica D5.

 <b>enimed</b>	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	INTEGRAZIONI ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	SAGE/SIA_INT/001/2015 Appendice II	STATUS  CD-BF	REV. N.  00	18 / <b>23</b>

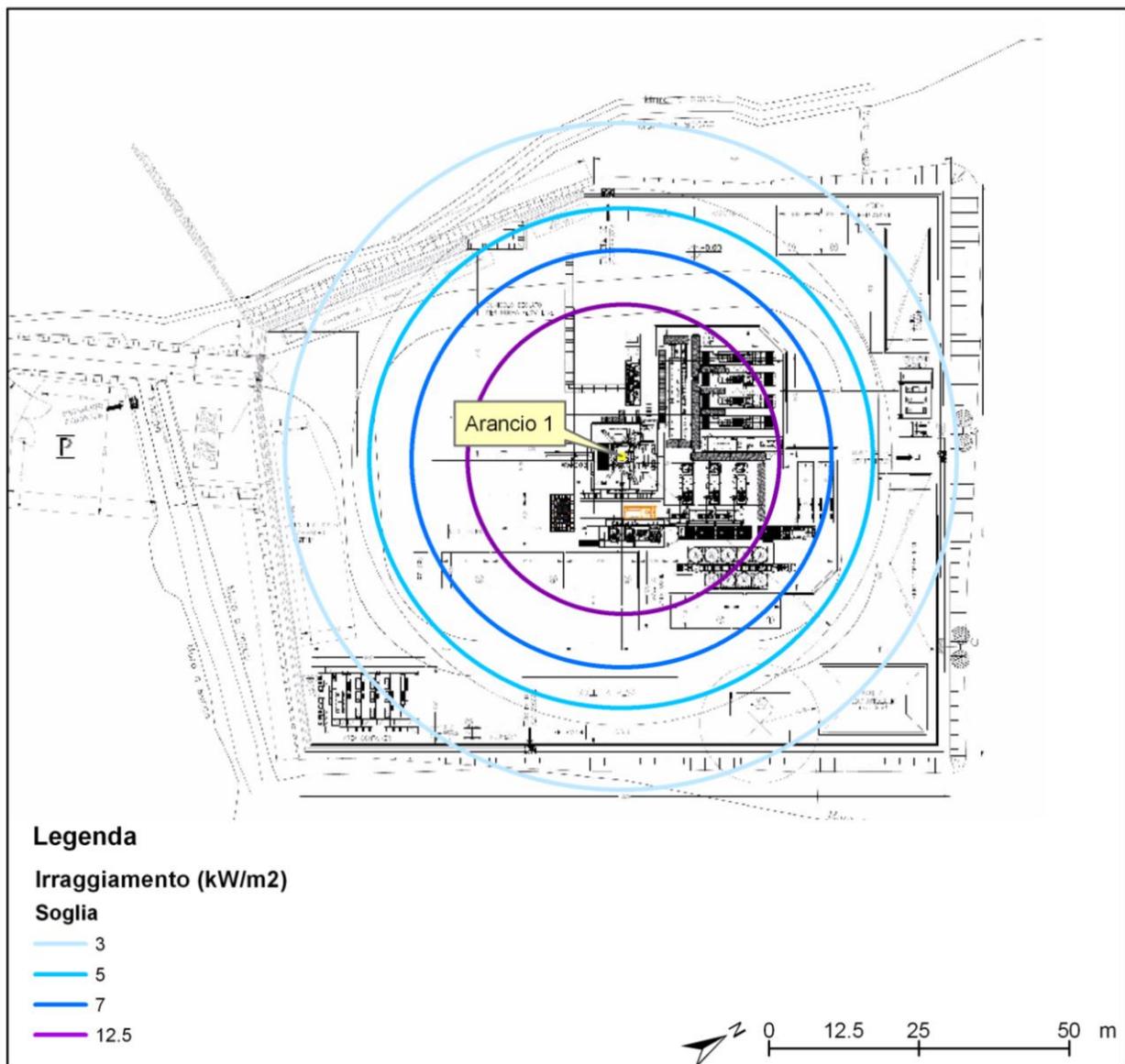


Figura 9 – Mappa di irraggiamento con condizione meteorologica F2.

### 6.2.2 Dispersione dei prodotti di combustione

Come individuato al Par. 6.1, lo scenario più gravoso risulta essere l'eruzione da pozzo con rilascio attraverso il casing da 9" 5/8 (Open Hole full bore) del pozzo in fase di perforazione, con getto verticale innescato. Tale incidente è caratterizzato come segue:

- Portata di CO<sub>2</sub>: 52.02 kg/s
- Portata di CO: 0.51 kg/s
- Portata di NO<sub>x</sub>: 0.92 kg/s
- Lunghezza di fiamma: 14.6 m
- Altezza di fiamma: 11.1 m
- Inclinazione di fiamma: 42°

 <b>enimed</b>	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	INTEGRAZIONI ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	SAGE/SIA_INT/001/2015 Appendice II	STATUS  CD-BF	REV. N.  00	19 / <b>23</b>

- Raggio effettivo sorgente emissiva: 3.2m
- Calore irradiato dalla fiamma: 400 kW/m<sup>2</sup>
- Temperatura di fiamma di 1300 K<sup>xiii</sup>
- Velocità di risalita del getto di 8.4 m/s,

Le portate dei prodotti di combustione sono state stimate facendo delle ipotesi sulla resa della combustione, in particolare: la portata di CO<sub>2</sub> è calcolata considerando una resa totale del carbonio presente nella portata della fase gassosa rilasciata durante il Blow Out del pozzo.

La portata di CO è stata stimata considerando una resa pari a 0.03 g di CO/g di gas emesso, sulla base di un'efficienza di combustione del 95%, tipica per fiamme di getti incendiati in seguito a rilasci in pressione. La portata di NO<sub>x</sub> prodotti è stata calcolata in base ai risultati di un'attività di R&D condotta in eni.

Gli ossidi di azoto presenti in aria sono costituiti principalmente da NO, NO<sub>2</sub>. Per ricavare l'emissività degli NO<sub>2</sub>, per il quale la normativa italiana fissa i limiti di riferimento, partendo da quella degli NO<sub>x</sub>, bisogna distinguere le due situazioni contemplate dalla normativa: arco temporale di 1 ora (breve termine) e di 1 anno (lungo termine). Gli NO<sub>x</sub> presenti a seguito di un processo di combustione sono composti da circa il 90% da monossido di azoto (NO) e per il 10% da biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), pertanto per il calcolo del massimo valore medio orario, in termini pratici, si assumono i flussi di massa del NO<sub>2</sub> pari a 0.092 kg/s, equivalente al 10% del flusso di NO<sub>x</sub>.

Le condizioni di fiamma sono tali da poter ritenere l'efficienza di combustione praticamente unitaria, ciò consente di trascurare l'eventuale formazione di PM<sub>10</sub>.

Per la modellazione delle conseguenze legate allo scenario considerato, sebbene la durata dell'evento sia stata assunta pari a 60 giorni (tempo necessario per ultimare il pozzo di relief), in maniera cautelativa è stata effettuata la simulazione con arco temporale pari all'intero anno 2015, al fine di riprodurre tutte le situazioni meteorologiche possibili e scegliendo le condizioni considerate più gravose in termini di ricaduta dei singoli inquinanti per il sito in esame.

La simulazione è stata eseguita con l'impostazione del dominio orografico attraverso un reticolo di 201 x 201 nodi con un passo di 100 m, per uno sviluppo di 20 km x 20 km dal centro impostato nell'area pozzo Arancio 1.

Al fine di individuare la ricaduta al suolo degli inquinanti nei pressi dell'area pozzo, sono stati calcolati i valori di concentrazione in corrispondenza dei centri abitati più vicini all'area pozzo, il primo dei quali distante circa 2 km il linea d'aria. Nella Figura 10 e Figura 11 sono visibili i nuclei abitati ed i comuni presenti nelle aree prossime all'area pozzo.

 <b>enimed</b>	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	INTEGRAZIONI ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	SAGE/SIA_INT/001/2015 Appendice II	STATUS  CD-BF	REV. N.  00	20 / <b>23</b>

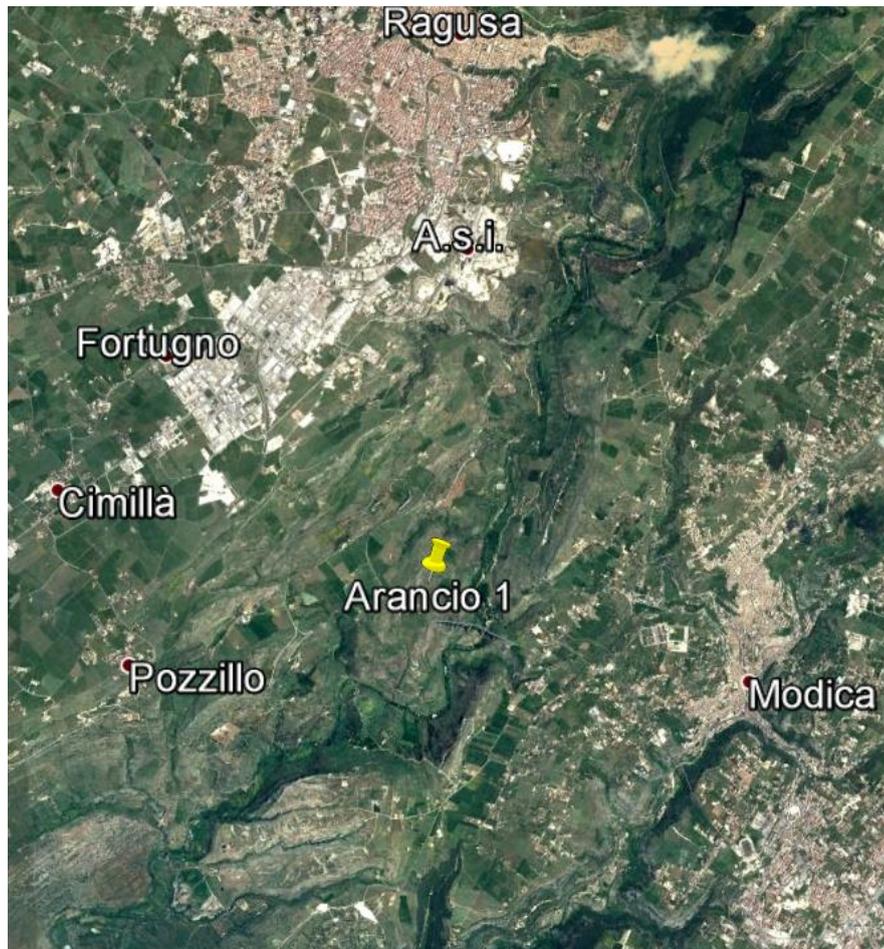


Figura 10: Stralcio ortofoto dell'area

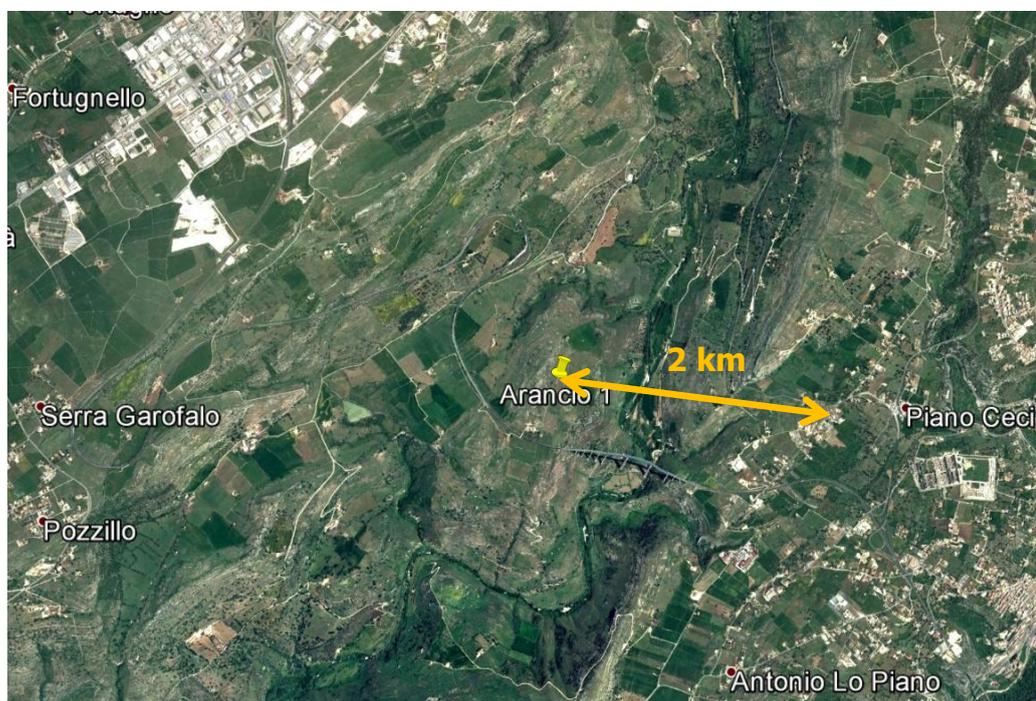


Figura 11: Centri abitati più vicini all'area pozzo

 <b>enimed</b>	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	INTEGRAZIONI ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	SAGE/SIA_INT/001/2015 Appendice II	STATUS  CD-BF	REV. N.  00	21 / <b>23</b>

In relazione ai Siti appartenenti a Rete Natura 2000 (fonte: Geoportale Nazionale – Ministero dell’Ambiente), nei pressi dell’area pozzo Arancio 1 si trovano alcune aree protette, la più vicina distante circa 2.8 km in linea d’aria dal bordo esterno dell’area (Figura 12). Nel calcolo della dispersione degli inquinanti in atmosfera, sono state inserite le seguenti zone come recettori sensibili:

- il SIC ITA080002 “Alto Corso del Fiume Irminio” (rispetto al quale gli interventi in progetto sono ubicati a sud-est dello stesso; la futura Area pozzo si mantiene ad una distanza minima di 2.800 metri)
- il SIC ITA080011 “Conca del Salto” (rispetto al quale gli interventi in progetto sono ubicati a nord-ovest dello stesso; la futura Area pozzo si mantiene ad una distanza minima di 4.200 metri).

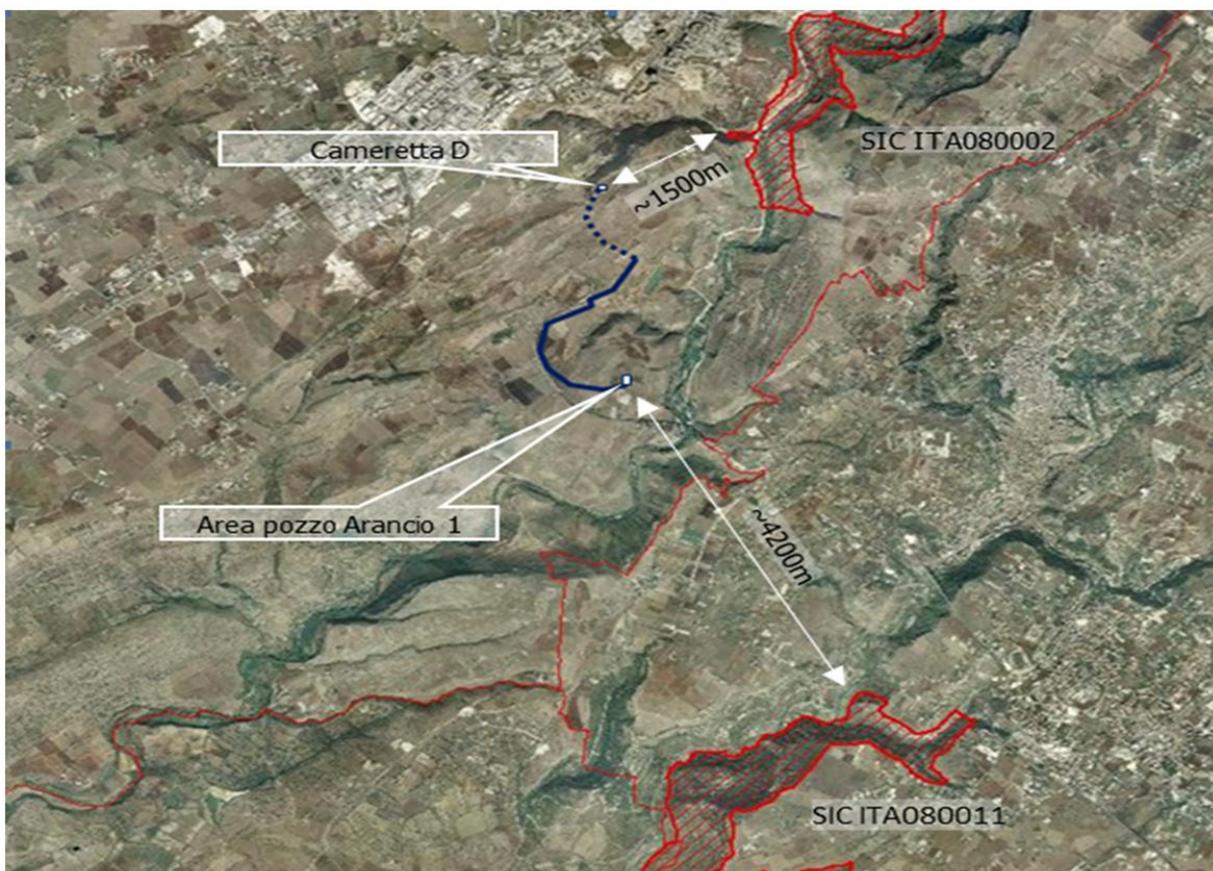


Figura 12: Distanze minime dai siti SIC presenti nell’area vasta

## **Risultati**

Le massime concentrazioni al suolo attese per ciascun recettore, simulate dal modello di calcolo, sono state confrontate con i valori di riferimento ambientale fissati dalla normativa di settore (D.Lgs. 155/2010) per

 <b>enimed</b>	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	INTEGRAZIONI ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	SAGE/SIA_INT/001/2015 Appendice II	STATUS  CD-BF	REV. N.  00	22 / <b>23</b>

CO e NO<sub>2</sub>, unitamente alle soglie di danno immediato (IDLH) per CO<sub>2</sub>, in considerazione dei pertinenti periodi di mediazione applicabili.

I risultati della simulazione, riportati come valori massimi in relazione al periodo di mediazione considerato, sono di seguito riassunti in Tabella 10 per ciascun recettore sensibile considerato e per ciascun inquinante.

*Tabella 10 - Risultati della simulazione – Valori massimi presso i recettori sensibili*

RECETTORE	INQUINANTE		
	CO <sub>2</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	CO (mg/m <sup>3</sup> )
	1 h	1 h	8 h
Pozzillo	56.22	99.43	0.079
Cimillà	40.81	72.18	0.069
Ragusa ASI	31.10	55.00	0.061
Ragusa	70.50	124.68	0.115
Piano Ceci	70.62	124.89	0.174
Modica	16.94	29.96	0.104
Fiumara	17.77	31.43	0.045
Antonio lo Piano	54.14	95.73	0.110
ITA080002 - "Alto Corso del Fiume Irminio"	38.46	68.02	0.071
ITA080011 - "Conca del Salto"	17.55	31.04	0.060
<b>Limite Normativo</b>	72 Riferito a 30'	200	10

I risultati mostrano che **per tutti gli inquinanti analizzati non si riscontrano superamenti** dei limiti normativi di riferimento in corrispondenza dei recettori sensibili. I valori maggiori di concentrazione si rilevano nei pressi dell'area pozzo Arancio 1 e decadono rapidamente allontanandosi dalla sorgente emissiva.

 <b>enimed</b>	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	<b>INTEGRAZIONI ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b>	<b>SAGE/SIA_INT/001/2015 Appendice II</b>	<b>STATUS</b>  <b>CD-BF</b>	<b>REV. N.</b>  <b>00</b>	23 / <b>23</b>

<sup>i</sup> "BLOWOUT CONSEQUENCE ANALYSIS GUIDELINES", HSEQ-08-02/02/11

<sup>ii</sup> "An Integrated Methodology for the Evaluation of the Safety and Environmental Impact Associated to a Blow-out Event", SPE 61192, 5<sup>th</sup> SPE Int. Conf. on Health, Safety & Environment, Stavanger, 2000

<sup>iii</sup> "Application of Integrated Methodology for the Evaluation of the Safety and Environmental Impact Associated to a possible Blow-out Event in North Sea", Offshore Mediterranean Conference OMC 2001, Ravenna March 28-30, 2001

<sup>iv</sup> OLGA v.7, User's Manual, by SPT

<sup>v</sup> Professional Operating Instruction eni "Quantitative Risk Assessment (QRA) Methodology"

<sup>vi</sup> Rep. n. 80.290.010/R1, "ENI E&P Blowout frequency assessment", Scandpower AS.

<sup>vii</sup> UKOOA IP research report, 2006, Ignition probability review, model development and look-up correlations

<sup>viii</sup> DNV software version 7.0

<sup>ix</sup> DSC/070301-HSEQ-01-04/21/05- "Combustion Products Evaluation from Blowout Jet Fires"

<sup>x</sup> DM 9 Maggio 2001, "Requisiti minimi di sicurezza in materia di pianificazione urbanistica e territoriale per le zone interessate da stabilimenti a rischio di incidente rilevante"

<sup>xi</sup> Programma Geologico e di Perforazione. Pozzo ARANCIO 1 DIR

<sup>xii</sup> Concessione di Coltivazione "Ragusa". Perforazione del pozzo esplorativo Arancio 1DIR e messa in produzione in caso di mineralizzazione. Studio di Impatto Ambientale e Valutazione di Incidenza. SAGE/SIA/001/2015. Cap.04 – Quadro Ambientale. Novembre 2015

<sup>xiii</sup> "Modelling of Unconfined High Speed Jet Flames", VII International Conference on Energy for a Clean Environment 7-10 July 2003, Lisbon Portugal