



TotalEnergies EP Italia S.p.A.
Tempa Rossa Area Pozzo GG-3

RELAZIONE TECNICA

PROGETTO – FUTURA AREA POZZO GG-3 VALUTAZIONE DEI RISCHI DI INCENDIO DI INTERFACCIA



EMISSIONE: 02
DATA: GENNAIO 2024
COMMESSA: 41237
DOCUMENTO: 23RELTEC41237
FILE: 23RELTEC41237_E02

Il presente documento è composto da
n° 37 pagine progressivamente
numerate e da n° 2 allegati.



TECSA S.R.L.
via Figino, 101 • 20016 Pero (MI), Italia
t (+39) 02 33910484 • f (+39) 02 33910737
tecsa@tecsasrl.it • tecsasrl.it

INDICE

1.	PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO	3
2.	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	4
3.	DESCRIZIONE DELL'AREA	5
4.	MODALITÀ DI ANALISI	10
4.1.	INCENDIO ALL'INTERNO DELL'AREA POZZO (SCENARIO 1)	10
4.2.	INCENDIO DELLA VEGETAZIONE CIRCOSTANTE L'AREA POZZO (SCENARIO 2)	11
4.2.1.	Scenario 2-A	16
4.2.2.	Scenario 2-B	22
5.	ANALISI DEI RISULTATI	23
5.1.	SCENARIO 2-A	23
5.1.1.	Simulazione Sc1-08	23
5.1.2.	Simulazione Sc1-09	29
5.2.	SCENARIO 2-B	33
6.	CONCLUSIONI	35

INDICE ALLEGATI

ALLEGATO 1	Planimetria generale dell'area
ALLEGATO 2	Mappa con rappresentazione dello scenario incidentale TOP 2

1. PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO

Nell'ambito del progetto per la realizzazione di un nuovo pozzo, all'interno del documento ISPRA *RTSIA_VIA_FASE 1_IDVIP9817 "Perforazione del pozzo esplorativo denominato Gorgoglione 3 (GG3) e sua eventuale messa in produzione" ubicato nel Comune di Corleto Perticara (PZ), nell'ambito della Concessione di coltivazione di idrocarburi "Gorgoglione", il punto 3.2.7 Criticità n. 7 – Piano antincendio regionale* riporta:

Non appaiono essere stati approfonditi, in relazione al piano antincendio, le valutazioni di impatto, atteso che l'area risulta interessata da "rischio di incendio medio-alto". La valutazione effettuata, riferita agli anni precedenti, non può essere estesa anche agli anni successivi, quando saranno in fase di esercizio le attività previste dal progetto in oggetto.

Si chiede di effettuare una valutazione sulle aree a rischio incendio medio-alto, prevedendo, se necessario, opportune misure di mitigazione.

Scopo del presente documento è dare riscontro al punto di cui sopra, mediante l'effettuazione di uno studio volto ad esaminare le due situazioni o scenari che potenzialmente si possono venire a creare, ovvero:

1. incendio avente origine all'interno dell'area pozzo GG3 che potrebbe comportare l'innesco della vegetazione circostante.
2. incendio della vegetazione circostante l'area pozzo, che potrebbe altresì comportare l'innesco di un incendio all'interno dell'area impianti ove sono/saranno ubicate le installazioni del pozzo denominato "GG3";

Tali tipologie incidentali rientrano nella definizione di *"incendi di interfaccia"* (WUI – Wildland Urban Interface).

2. DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

- [1] Documento Tecsa 22RDS40278_E03 "Analisi di sicurezza area pozzo GG-3 e relativa flowline" – Maggio 2023;
- [2] Hal E. Anderson – Aids to determining fuel models for estimating fire behavior – United States Department of Agriculture – April 1982;
- [3] Federica Ricci, Alessio Misuri, Giordano Emrys Scarponi, Valerio Cozzani, Micaela Demichela - Vulnerability Assessment of Industrial Sites to Interface Fires and Wildfires – Dicembre 2023;
- [4] Mohammad-Saeed Safdari, Elham Amini, David R. Weise, Thomas H. Fletcher - Comparison of pyrolysis of live wildland fuels heated by radiation vs. convection – 2020;
- [5] D. W. Krix, M. L. Murray, B. R. Murray - Increasing radiant heat flux affects leaf flammability patterns in plant species of eastern Australian fire-prone woodlands – Ottobre 2021;
- [6] Javier Madrigal, Eva Marino, Mercedes Gujjarro, Carmen Hernando, Carmen Díez - Evaluation of the flammability of gorse (*Ulex europaeus* L.) managed by prescribed burning – June 2011.

3. DESCRIZIONE DELL'AREA

L'area individuata per la realizzazione del futuro pozzo GG-3 è ubicata all'interno dei limiti amministrativi del **Comune di Corleto Perticara** (PZ), a circa 5 km dal centro abitato ed a circa 2 km a sud del Centro Olio ad una quota di 1009 m. Le coordinate Gauss-Boaga e WGS84 del centro del pozzo sono le seguenti:

<p>Coordinate Gauss-Boaga: Est: 2613040.5697 Nord: 4472008.2594</p>	<p>Coordinate WGS84: Latitudine: 40.39343691 Longitudine: 16.0961946</p>
--	---

Di seguito si riporta l'ubicazione dell'area pozzo su aerofotogrammetria.

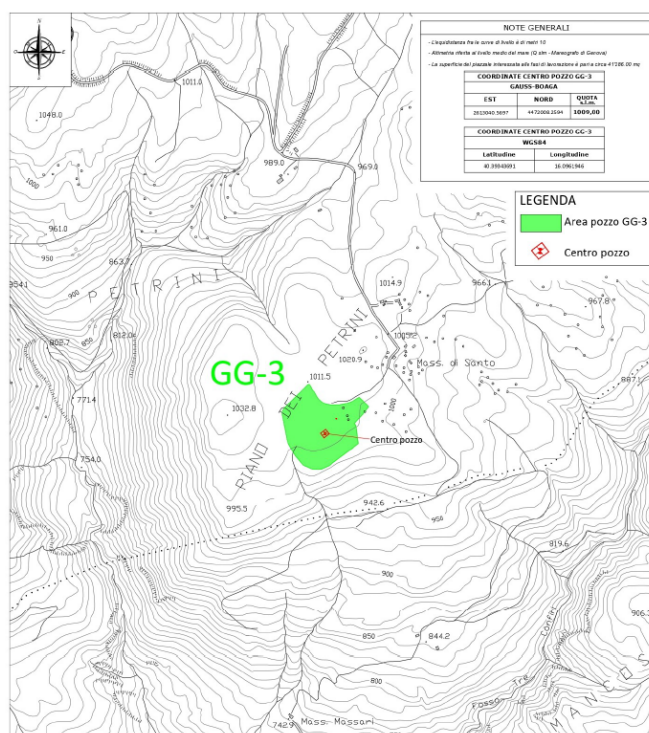


Figura 1, aerofotogrammetria dell'area

L'area in cui è prevista l'ubicazione dell'area pozzo GG-3 presenta un andamento quasi pianeggiante, con una leggera pendenza in direzione Sud. L'area di ingombro del pozzo non è interessata da nessuna infrastruttura, né ci sono boschi.

Attualmente l'accesso alla zona è assicurato nel tratto iniziale dalla strada comunale, e nel tratto finale dalla strada vicinale Petrini.

Dal punto di vista paesaggistico, l'area del pozzo GG-3 s'inserisce in un territorio scarsamente urbanizzato, con presenza di sporadici fabbricati rurali posti sui rilievi circostanti.

La maggiore presenza d'insediamenti si trova nella valle del Sauro, pur configurandosi come un sistema, debole e scarsamente connesso alle strutture più solide delle due valli adiacenti, quella del Basento e quella dell'Agri.

Il territorio circostante l'area pozzo è caratterizzato dalla prevalenza di prati e pascoli, alternati ad arbusti, con limitate aree a bosco.

L'area risulta essere sub pianeggiante e caratterizzata da coltivazione agricola.

Lo strumento urbanistico attualmente in vigore classifica l'area oggetto di studio come "Zona Agricola".

Al fine di meglio rappresentare il contesto, si riportano: in Figura 2 una vista satellitare dell'area con indicazione delle coordinate del centro del pozzo GG3, e nelle figure a seguire alcune fotografie del luogo scattate in data 23 Novembre 2023, nell'ambito delle valutazioni propedeutiche alla stesura del presente documento.

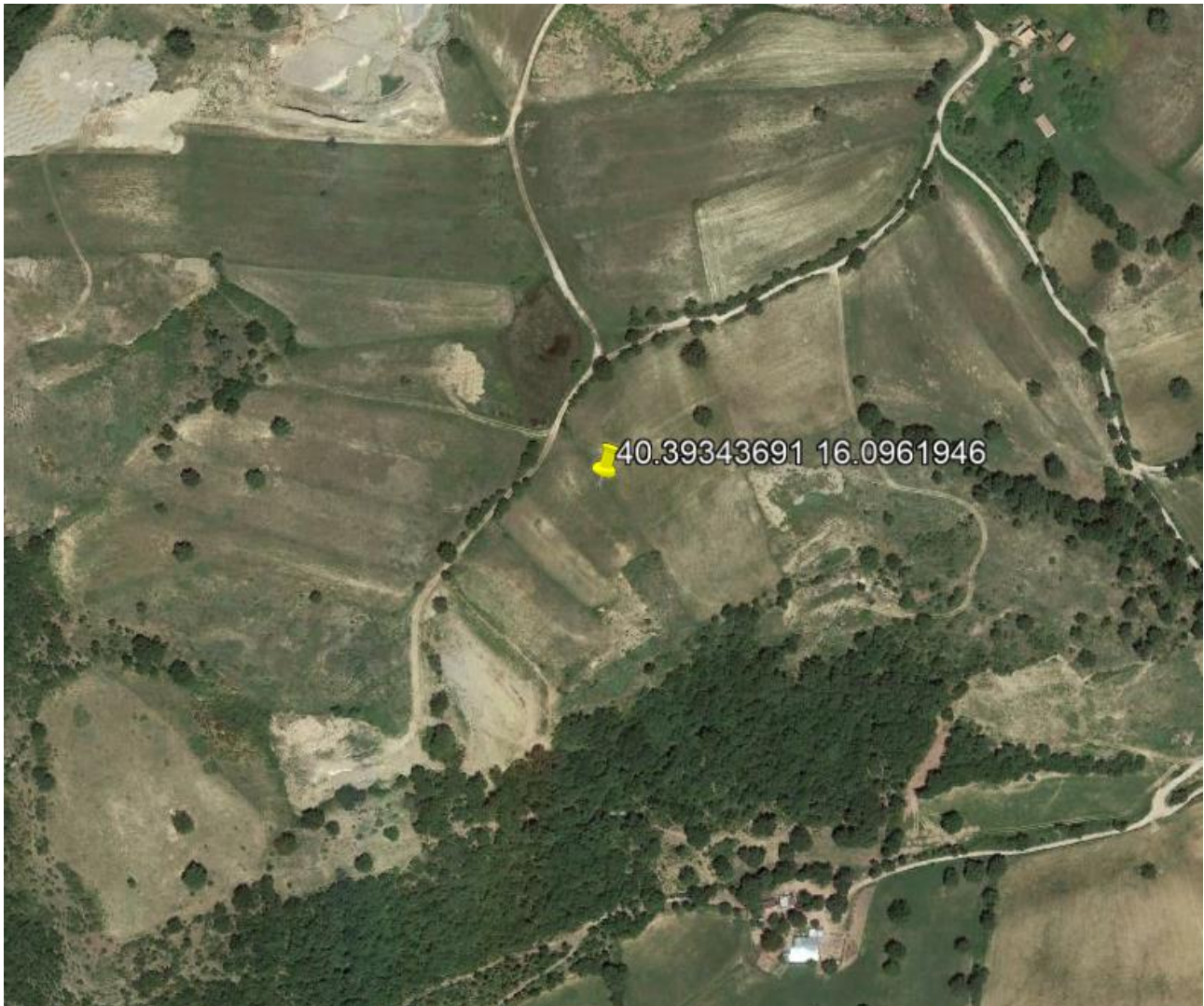


Figura 2, vista satellitare dell'area



Figura 3, fotografia 1



Figura 4, fotografia 2



Figura 5, fotografia 3



Figura 6, fotografia 4



Figura 7, fotografia 5

4. MODALITÀ DI ANALISI

Come anticipato in premessa, i due scenari che si intende analizzare sono:

1. Incendio che ha origine all'interno dell'impianto in area pozzo e che può costituire innesco per la vegetazione circostante (Scenario 1);
2. Incendio della vegetazione circostante che può costituire innesco per elementi contenuti all'interno dell'area pozzo GG3 (Scenario 2).

Al fine di valutare il rischio che un incendio con origine all'interno dell'area pozzo possa estendersi all'esterno, e viceversa, saranno stimati i livelli di irraggiamento termico incidenti sui bersagli, che verranno poi confrontati con valori di riferimento allo scopo di stabilire se possano costituire fonte di innesco.

Per quanto riguarda il primo scenario si farà riferimento ai valori di irraggiamento stimati per gli scenari individuati nel documento Tecsca 22RDS40278 (rif. [1]). Nell'ambito del presente documento non sono stati sviluppati ulteriori scenari incidentali, ma ci si è limitati alla caratterizzazione, per quanto attiene gli incendi di interfaccia, degli scenari incidentali già individuati nell'ambito dell'apposita analisi di sicurezza, cui si rimanda integralmente per approfondimenti.

Per quanto attiene il secondo scenario, i livelli di irraggiamento sono stati calcolati attraverso specifiche e dedicate calcolazioni di fluidodinamica computazionale, come descritto nel seguito.

Nei paragrafi che seguono saranno analizzati separatamente i due scenari.

4.1. INCENDIO ALL'INTERNO DELL'AREA POZZO (SCENARIO 1)

L'individuazione e l'analisi delle conseguenze degli scenari d'incendio che possono avere origine all'interno dell'area pozzo sono state svolte nel documento Tecsca 22RDS40278 (rif. [1]).

L'unico scenario per il quale sono state individuate soglie di irraggiamento che travalicano i limiti dell'area pozzo è quello derivante dal *TOP 2 – Pool fire per rilascio da accoppiamento flangiato linea in uscita testa pozzo*, il cui cerchio rappresentativo del valore di irraggiamento pari a 3 kW/m^2 oltrepassa il confine dell'area di circa 16 m. Il cerchio rappresentativo della soglia pari a 5 kW/m^2 risulta interamente contenuto all'interno dell'area pozzo.

In [Allegato 2](#) è riportata la mappa rappresentativa dello scenario incidentale in oggetto.

In letteratura sono disponibili diversi studi che trattano gli effetti dell'irraggiamento termico su diversi materiali; in particolare, per quanto riguarda la vegetazione, diverse sperimentazioni effettuate hanno mostrato che l'innesco di materiale vegetale è funzione sia del livello di irraggiamento che del tempo di esposizione.

Tuttavia, non sembrano essere disponibili dati di letteratura per valori irraggiamento bassi, nell'intorno dei 4 kW/m^2 come nel caso in esame.

Ad esempio, in [3] sono riportati i risultati di esperimenti svolti con lo scopo di analizzare i meccanismi di innesco di alcuni tipi di vegetazione, tuttavia, i valori di irraggiamento considerati sono nell'ordine dei 50 kW/m^2 , così come in [6].

Analogamente, in [5] i valori di irraggiamento applicati ai campioni variano tra 29.6 e 96.6 kW/m^2 ,

In tutti i casi riportati negli esperimenti di cui sopra si ha l'innesco dei campioni, ed il fatto che negli esperimenti i campioni vengano esposti a valori di irraggiamento elevati potrebbe far supporre che questi siano i valori necessari per avere un innesco efficace.

Tuttavia, in mancanza di dati certi, non è possibile affermare con certezza che un livello di irraggiamento pari a 4 kW/m^2 non sia sufficiente ad innescare dell'erba secca; si può, al limite, affermare che tale evento possa essere considerato poco probabile, seppur in via squisitamente qualitativa.

Considerando che, come riportato in [1], la frequenza dell'evento "Pool Fire per rilascio da accoppiamento flangiato linea in uscita testa pozzo" è pari $2.50 \cdot 10^{-7}$ occasioni/anno, ed ipotizzando che la probabilità di conseguente innesco della vegetazione circostante sia pari a 0,5, si avrebbe, per l'evento "Incendio di vegetazione a seguito di pool fire" una frequenza pari a $1.25 \cdot 10^{-7}$ occasioni/anno, e pertanto ragionevolmente trascurabile.

4.2. INCENDIO DELLA VEGETAZIONE CIRCOSTANTE L'AREA POZZO (SCENARIO 2)

Per quanto riguarda l'incendio della vegetazione circostante l'area pozzo, sono stati individuati due scenari di interesse, la cui ubicazione è riportata in Figura 8.

Lo scenario 2-A è caratterizzato da un fronte di fiamma esteso e da un incendio più vigoroso per via del bosco limitrofo all'area pozzo, costituito da alberi alti anche diversi metri.

Lo scenario numero 2-B è caratterizzato da un carico di incendio modesto, costituito da sterpaglie e vegetazione bassa, che però si sviluppa nelle immediate vicinanze della struttura contenente i trasformatori.

La modellazione dei due scenari è stata effettuata utilizzando Fire Dynamics Simulator (FDS), un modello di dinamica dei fluidi computazionale (CFD) National Institute of Standards and Technology (NIST). Il software risolve numericamente una forma delle equazioni di Navier-Stokes appropriata per flussi a bassa velocità guidati termicamente, ed è stato specificamente sviluppato per la modellazione del trasporto di fumo e calore prodotti da incendi.

La modellazione con un codice di calcolo fluidodinamico prevede la suddivisione del dominio di calcolo in elementi, detti celle, per ciascuno dei quali vengono risolte le equazioni per il calcolo delle condizioni di temperatura, velocità pressione, composizione dei gas, ecc.

Per sfruttare al massimo le risorse di calcolo, o per essere in grado di svolgere il calcolo per domini di dimensioni ragguardevoli, solitamente il dominio viene suddiviso in porzioni, chiamate mesh, ciascuna delle quali è costituita da un certo numero di celle.

Il processo di predisposizione del modello si sviluppa attraverso una serie di passaggi volti a definirne le caratteristiche in modo da rappresentare nel modo più preciso possibile la situazione reale.

Sinteticamente, ciò si traduce nella definizione di:

- Geometrie degli elementi coinvolti nella simulazione;
- Se presenti uno o più punti di rilascio, posizione, sostanza e portata oggetto del rilascio;
- Se presente un incendio, caratteristiche dell'incendio in termini di dimensioni, posizione, sostanza e reazione di combustione;
- Condizioni di vento;
- Definizione del dominio di calcolo e sua suddivisione in mesh.

La definizione delle geometrie richiede la scelta di un grado di accuratezza sufficiente a cogliere tutti gli effetti fluidodinamici fondamentali, ed è strettamente collegata alle caratteristiche della mesh. Come regola generale, si può affermare che più la mesh è fine, ovvero più le sue celle sono piccole, più è possibile aumentare il livello di dettaglio delle geometrie. Bisogna comunque tenere sempre presente che elementi le cui dimensioni sono esigue rispetto alle dimensioni del fenomeno in esame hanno un effetto trascurabile sui risultati della simulazione, di conseguenza ne risulta inutile la modellazione.

Per quanto riguarda la modellazione specifica degli incendi di vegetazione, FDS mette a disposizione tre metodologie specifiche, applicabili su scale diverse:

- Modello particellare: la vegetazione è rappresentata da un insieme di particelle lagrangiane che si riscaldano tramite convezione e irraggiamento;
- Modello del combustibile limite: la vegetazione al suolo è modellata come un solido poroso con uno spessore pari all'altezza della vegetazione;
- Modello Level Set: Il fronte del fuoco si propaga secondo regole puramente empiriche.

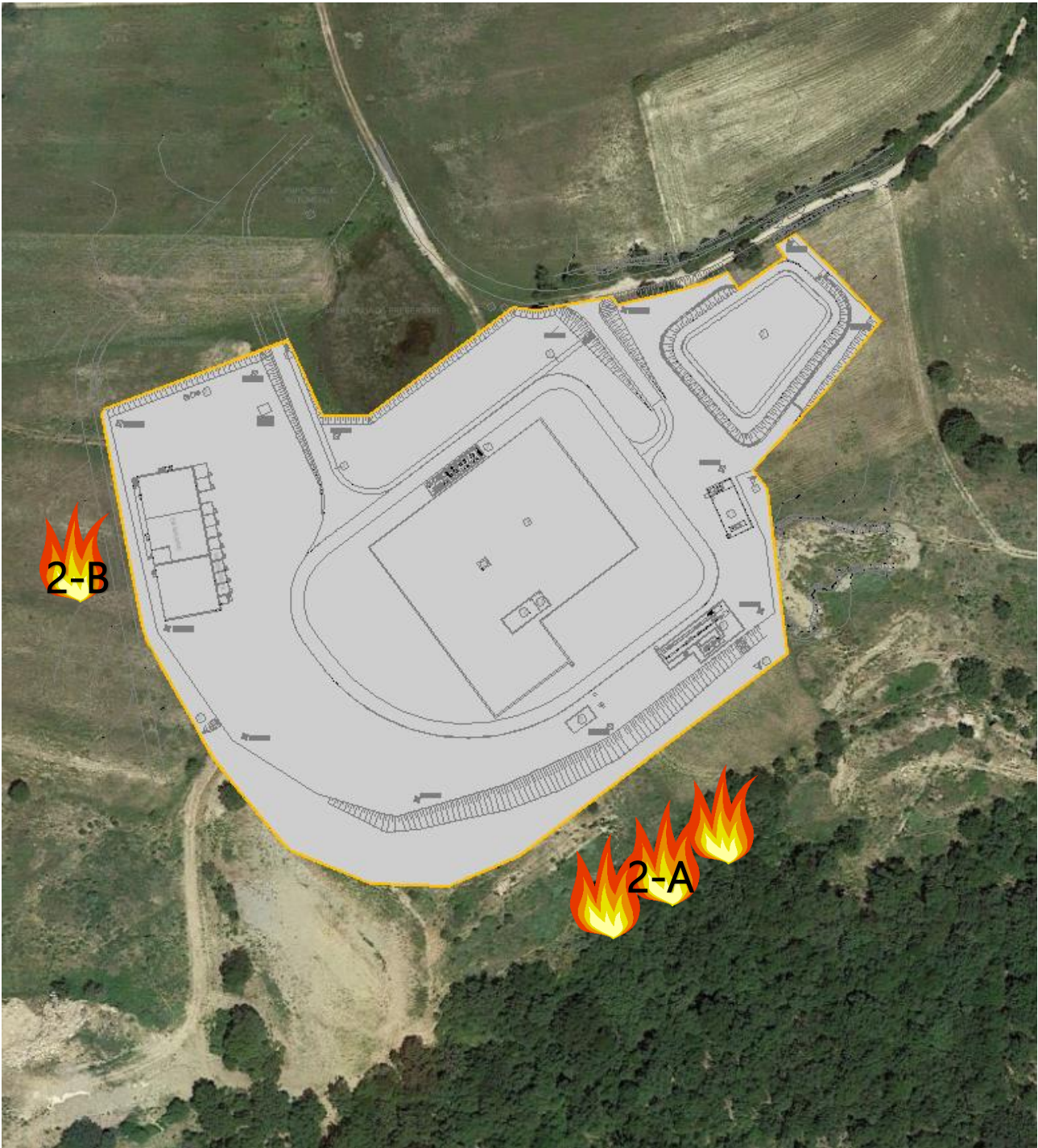


Figura 8, rappresentazione del posizionamento degli scenari di incendio vegetazione

Per i primi due, più adatti a modellare fenomeni di estensione limitata, la velocità di avanzamento è calcolata dal software, mentre nel terzo caso è determinata sulla base delle caratteristiche della vegetazione e della velocità del vento.

Nel caso in cui il dominio di simulazione sia molto esteso è preferibile utilizzare il terzo metodo, per via delle dimensioni delle celle delle mesh che non possono essere sufficientemente piccole per una modellazione fine dei fenomeni.

La metodologia Level Set si fonda sulle formule di Rothermel-Albini (rif. [2]) sul tasso di diffusione degli incendi di superficie e sull'ipotesi che un incendio di superficie si propaghi da un punto in determinate condizioni di vento, pendenza e vegetazione con un fronte di fiamma a forma di ellisse con, per una data velocità del vento, un rapporto fisso tra lunghezza e larghezza.

La metodologia Rothermel-Albini è un modello di propagazione del fuoco che utilizza la fisica del trasporto del calore per prevedere la velocità di propagazione del fuoco attraverso la vegetazione. Il modello è stato sviluppato da Albert S. Rothermel nel 1972 e successivamente modificato da Richard Albini nel 1976. Il modello si basa sulla legge di conservazione dell'energia e considera la vegetazione come un insieme di combustibili disposti in strati orizzontali, tenendo conto della quantità di combustibile presente, della sua distribuzione, della sua umidità e della velocità del vento per prevedere la velocità di propagazione del fuoco. Il modello è stato utilizzato per prevedere la propagazione del fuoco in una vasta gamma di ambienti, tra cui foreste, praterie e terreni agricoli.

Secondo questa metodologia, le diverse tipologie di vegetazione vengono suddivise in tredici classi, raggruppate in quattro macro-classi; ogni classe è caratterizzata da parametri specifici che ne descrivono il carico d'incendio suddiviso per dimensione tipica degli elementi, dall'altezza e dalla quantità di umidità presente.

Nella tabella che segue sono riportati i parametri associati alle diverse categorie.

Fuel model	Typical fuel complex	Fuel loading				Fuel bed depth	Moisture of extinction
		1 hour	10 hours	100 hours	Live		dead fuels
		-----Tons/acre-----				Feet	Percent
Grass and grass-dominated							
1	Short grass (1 foot)	0.74	0.00	0.00	0.00	1.0	12
2	Timber (grass and understory)	2.00	1.00	.50	.50	1.0	15
3	Tall grass (2.5 feet)	3.01	.00	.00	.00	2.5	25
Chaparral and shrub fields							
4	Chaparral (6 feet)	5.01	4.01	2.00	5.01	6.0	20
5	Brush (2 feet)	1.00	.50	.00	2.00	2.0	20
6	Dormant brush, hardwood slash	1.50	2.50	2.00	.00	2.5	25
7	Southern rough	1.13	1.87	1.50	.37	2.5	40
Timber litter							
8	Closed timber litter	1.50	1.00	2.50	0.00	0.2	30
9	Hardwood litter	2.92	.41	.15	.00	.2	25
10	Timber (litter and understory)	3.01	2.00	5.01	2.00	1.0	25
Slash							
11	Light logging slash	1.50	4.51	5.51	0.00	1.0	15
12	Medium logging slash	4.01	14.03	16.53	.00	2.3	20
13	Heavy logging slash	7.01	23.04	28.05	.00	3.0	25

La metodologia Level Set è stata utilizzata per la modellazione dei due casi in esame, seppur con declinazioni differenti:

- Scenario 2A: è stato utilizzato il Fuel Model 3, corrispondente ad erba alta (tall grass);
- Scenario 2B: è stata utilizzata una combinazione di metodologia Level Set con Fuel Model 4, riconducibile a vegetazione arbustiva, e di modello particellare per la modellazione degli alberi costituenti il bosco, che pertanto risulta costituito da un sottobosco arbustivo e da una parte più alta rappresentativa degli alberi.

Nei paragrafi che seguono saranno analizzati nel dettaglio i due scenari considerati.

Per quanto riguarda le condizioni meteo, il parametro che influenza maggiormente la velocità di propagazione delle fiamme e l'irraggiamento a cui sono esposti i bersagli è la velocità del vento, che è stata determinata analizzando i dati registrati dalla centralina meteo ATM01, ubicata nei pressi del pozzo GG2, dal 1/1/2021 al 15/1/2024.

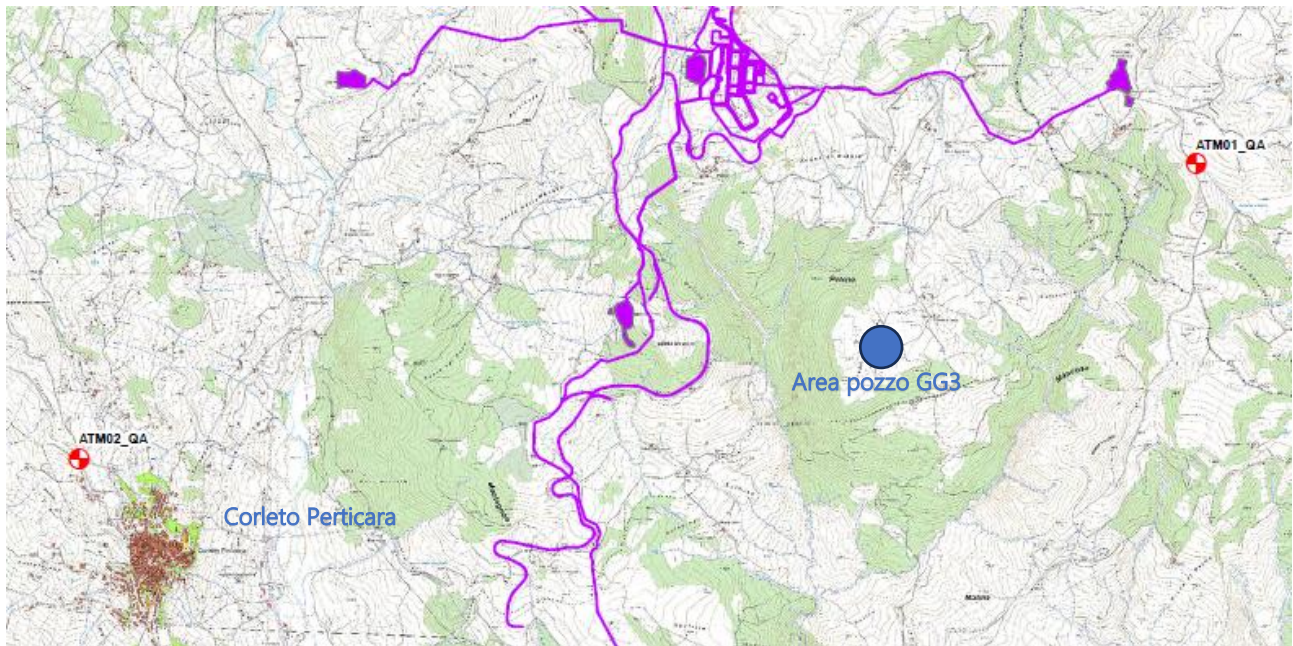


Figura 9, posizioni dell'area pozzo GG3 e della centralina meteo ATM01

Nei due grafici di seguito riportati sono rappresentati i dati relativi a velocità e direzione del vento per il periodo analizzato.

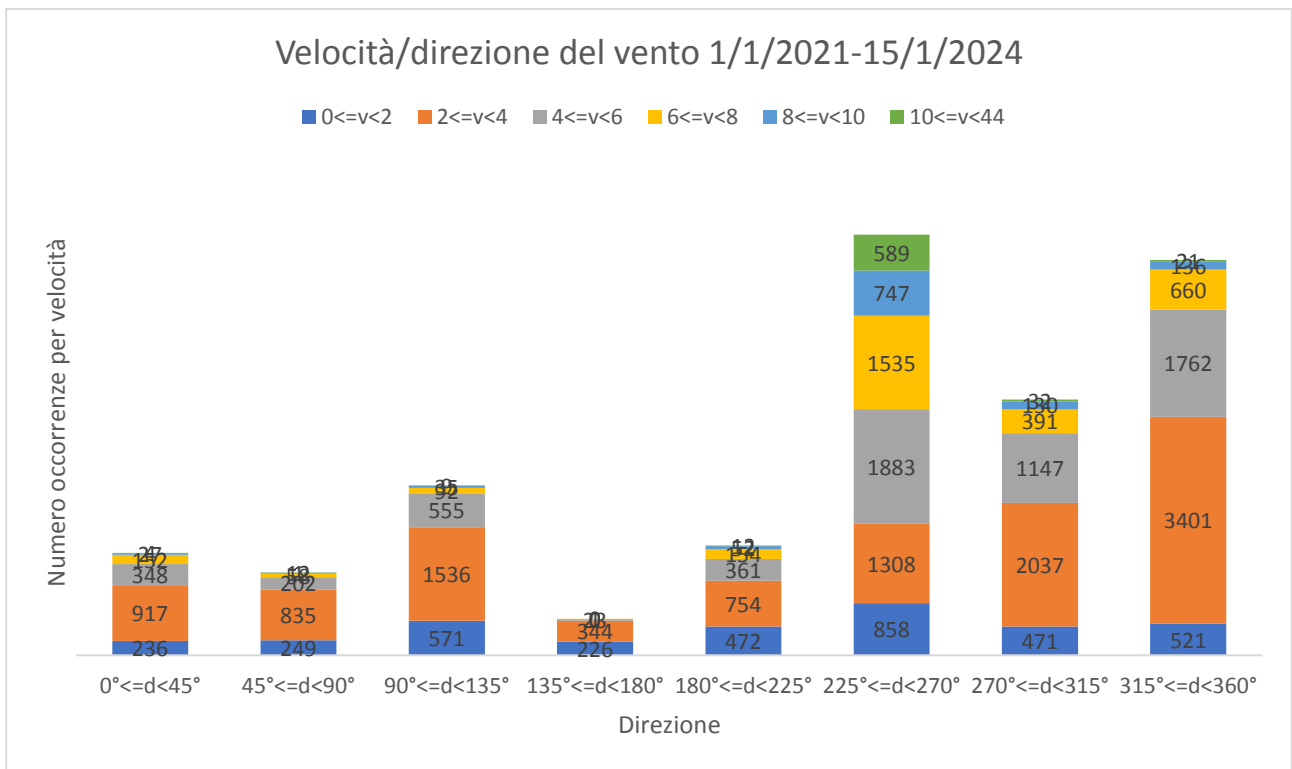


Figura 10, grafico velocità/direzione del vento - valori assoluti

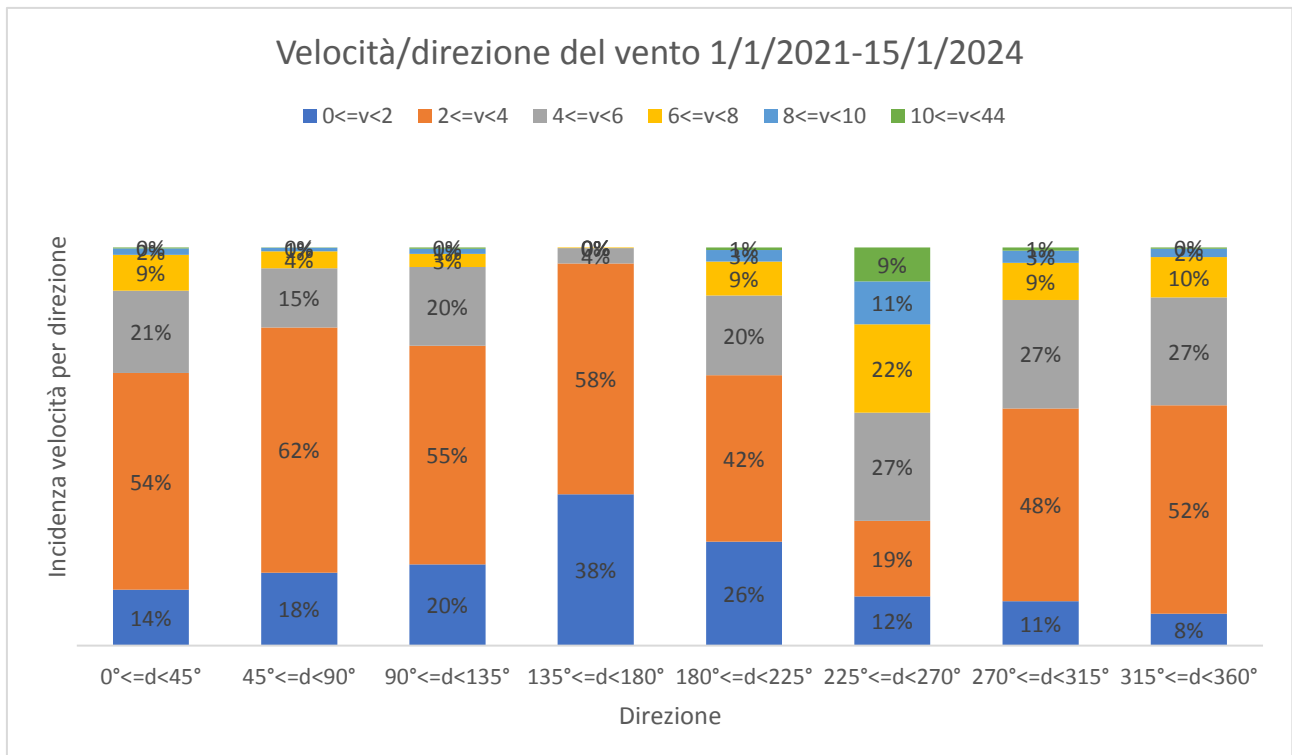


Figura 11, grafico velocità/direzione del vento - valori percentuali

La direzione di interesse per la modellazione dello scenario 2-A è quella corrispondente alla fascia 135-180° (da Sud-Est a Sud; si osserva dal grafico in Figura 10 che è in assoluto la direzione da cui il vento spira con minore frequenza.

Osservando poi il grafico in Figura 11, si vede che per quella direzione la somma delle percentuali per le velocità 0-2 e 2-4 m/s ammonta al 96% di tutte le misurazioni effettuate; per tale motivo le modellazioni sono state svolte considerando una velocità del vento pari a 4 m/s.

Per quanto riguarda temperatura ed umidità, sono stati assunti i valori medi, pari a 13°C e 70%.

All'interno dei modelli il vento è stato caratterizzato secondo il modello di Monin-Obukhov, con direzione del vento sempre diretta dall'incendio verso l'area pozzo.

Inoltre, al fine di confrontare i risultati ottenuti con quelli ottenibili mediante un approccio di tipo diverso, sono state eseguite ulteriori simulazioni in accordo all'approccio descritto nel documento [3], di recentissima pubblicazione.

Tale approccio prevede la modellazione del fronte di fiamma come un corpo nero alla temperatura di 1200 K.

Nei paragrafi che seguono sono riportati i dettagli dei modelli realizzati ed i risultati ottenuti.

A ciascuna simulazione è stato assegnato un tag identificativo, che sarà indicato ed impiegato nel corso del presente documento.

4.2.1. Scenario 2-A

Il modello realizzato comprende la definizione del perimetro dell'area pozzo e dei principali elementi sensibili individuati all'interno di essa, in corrispondenza dei quali sono stati posizionati dei sensori di irraggiamento.

In Figura 12 è riportata una vista dall'alto con sovrapposizione della vista satellitare dell'area¹; sono evidenziate la porzione con presenza di sterpaglie e la porzione di bosco, avente larghezza 294 m, profondità 135 m e altezza 5 m.

Si notino anche i punti in giallo che corrispondono ai sensori di irraggiamento, posizionati ad una quota di 1,4 m da terra, ciascuno identificato da un tag nella forma RD- $nn \pm d$ dove, nn è un numero progressivo, mentre $\pm d$ ne indica la direzione; questo in quanto, a differenza, ad esempio, della temperatura, che è un valore di tipo scalare, l'irraggiamento è direzionale, pertanto è necessario specificare la direzione.

Nel caso in cui la superficie bersaglio, per la quale si vuole conoscere l'irraggiamento incidente, ha direzione nota, si deve orientare il sensore di irraggiamento in direzione perpendicolare alla superficie bersaglio e verso che "guarda" la sorgente di irraggiamento.

Nel caso in esame non sono note le direzioni dei bersagli in quanto, oltre al fatto che in una posizione possono essere presenti più elementi orientati in modo diverso, per lo stesso elemento, si pensi ad esempio ad una tubazione, non è possibile definire un'unica superficie con un unico orientamento.

Per tale motivo è necessario utilizzare come riferimento l'irraggiamento massimo, che corrisponderà a quello misurato in una direzione non nota a priori; ciò si ottiene posizionando, in ogni punto di misura, tre misuratori orientati lungo i tre assi x , y , z , e facendo la somma vettoriale dei valori misurati.

Si noti che, nel caso in esame, per le direzioni y e z il verso è univoco, in quanto lungo y tutto l'incendio è posizionato in direzione $-y$, e lungo z in direzione $+z$, poiché le fiamme possono essere considerate interamente più in alto rispetto ai sensori, considerando trascurabile la porzione ad altezza inferiore a 1,4 m, caratterizzata da un fattore di vista che comporterebbe la lettura di valori bassissimi.

¹ Immagine riferita alla simulazione 2-A svolta con approccio Level Set.

Diversamente, lungo x, ciascun sensore “vede” una porzione considerevole dell’incendio sia verso -x che verso +x, il che rende necessario posizionare due sensori lungo x, uno in direzione +x e uno in direzione -x, per poi considerare quello che ha registrato i valori più alti.

Facendo qualche esempio di tag, RD-01+z indica il sensore in posizione 01 orientato verso +z, mentre RD-02-x indica quello in posizione 02 orientato verso -x.

4.2.1.1. Simulazione 2-A Level Set

Nel presente paragrafo sono descritte le caratteristiche del modello realizzato per la simulazione dello scenario 2-A con approccio Level Set (tag simulazione sc1-08).

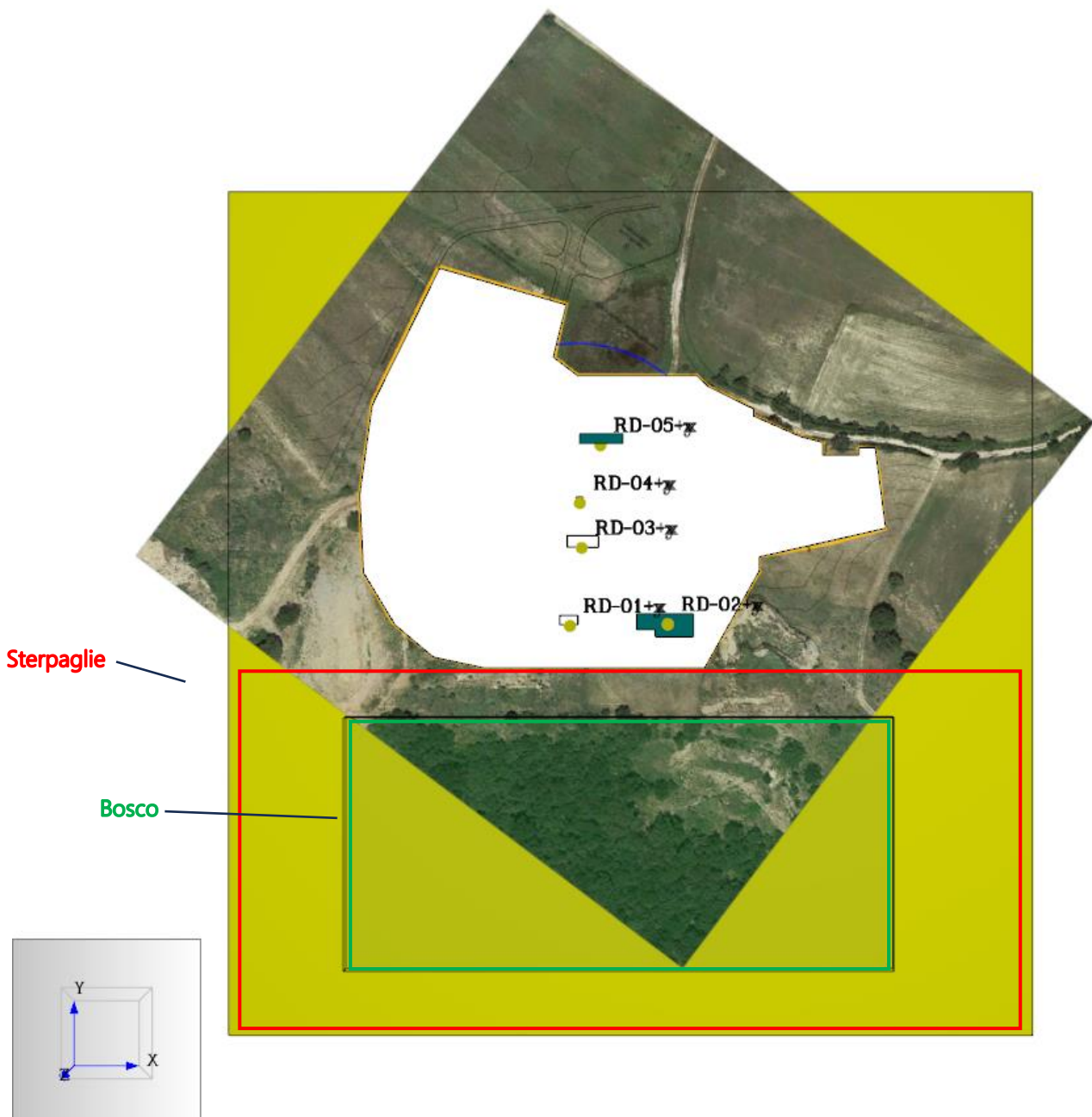


Figura 12, vista dall'alto del modello per lo scenario 2-A Level Set

Nella tabella che segue sono riportate le posizioni dei sensori, in riferimento agli elementi indicati nella planimetria generale in [Allegato 1](#).

Sensore n.	Posizione
01	9 - Vasca stoccaggio acque meteoriche prima e seconda pioggia.
02	2 - Trappola di lancio e ricezione
03	12 - Vasca corall stoccaggio detriti e fluidi esausti
04	1 – Cantina pozzo
05	7 - Area di stoccaggio prodotti chimici provvista di tettoia

Si precisa che per il sensore 02 è stata considerata la posizione della tubazione principale, sempre piena ed in pressione, e non quella della trappola di lancio e ricezione, che è normalmente vuota e viene riempita solo in occasione delle operazioni con i pig, svolte sempre in presenza di personale.

La posizione considerata risulta, pertanto, arretrata di quasi 9 m rispetto al bordo dell'area rappresentato nella planimetria generale, come osservabile in Figura 13.

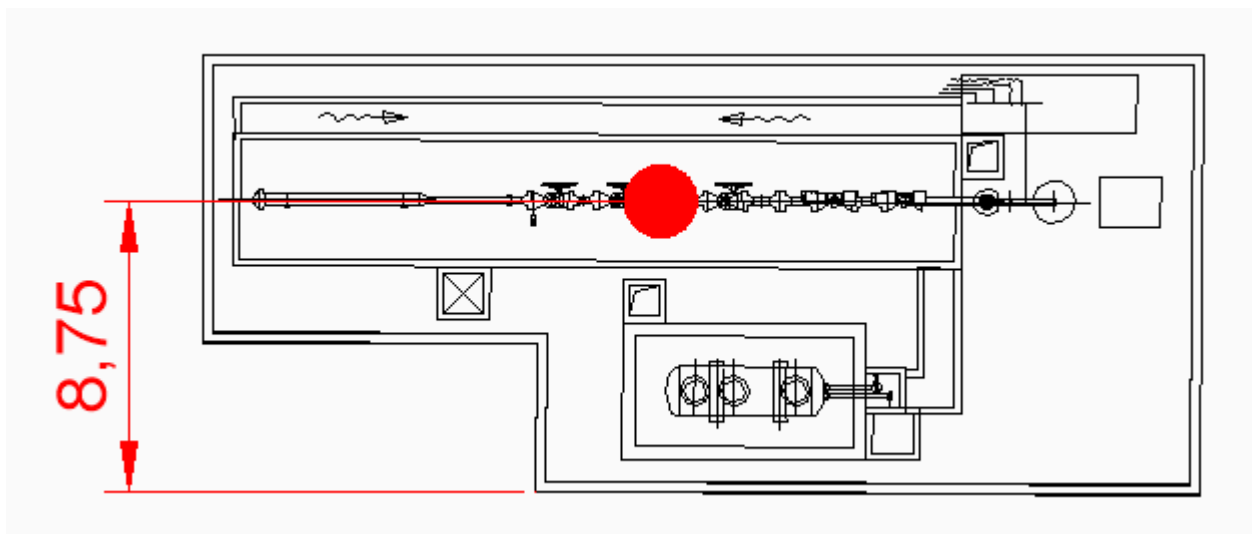


Figura 13, dettaglio della zona trappola di lancio e ricezione

Conservativamente, il sensore 02 è stato posizionato ad una distanza di 8 m rispetto al bordo inferiore dell'area.

È stata effettuata un'analisi di sensitività attraverso l'esecuzione di diverse simulazioni, variando le dimensioni delle celle e i parametri relativi al risolutore del trasporto dell'irraggiamento.

Nella configurazione finale, il dominio di calcolo è stato suddiviso in 83 mesh; per quelle centrali, comprendenti i bersagli e la porzione di fiamme a questi più vicine, è stata impostata una dimensione delle celle di 0,75 m, mentre per quelle periferiche il lato delle celle misura 1,5 m, per un totale di 3.872.448 celle.

In Figura 14 è riportata una vista del modello con rappresentazione delle mesh.

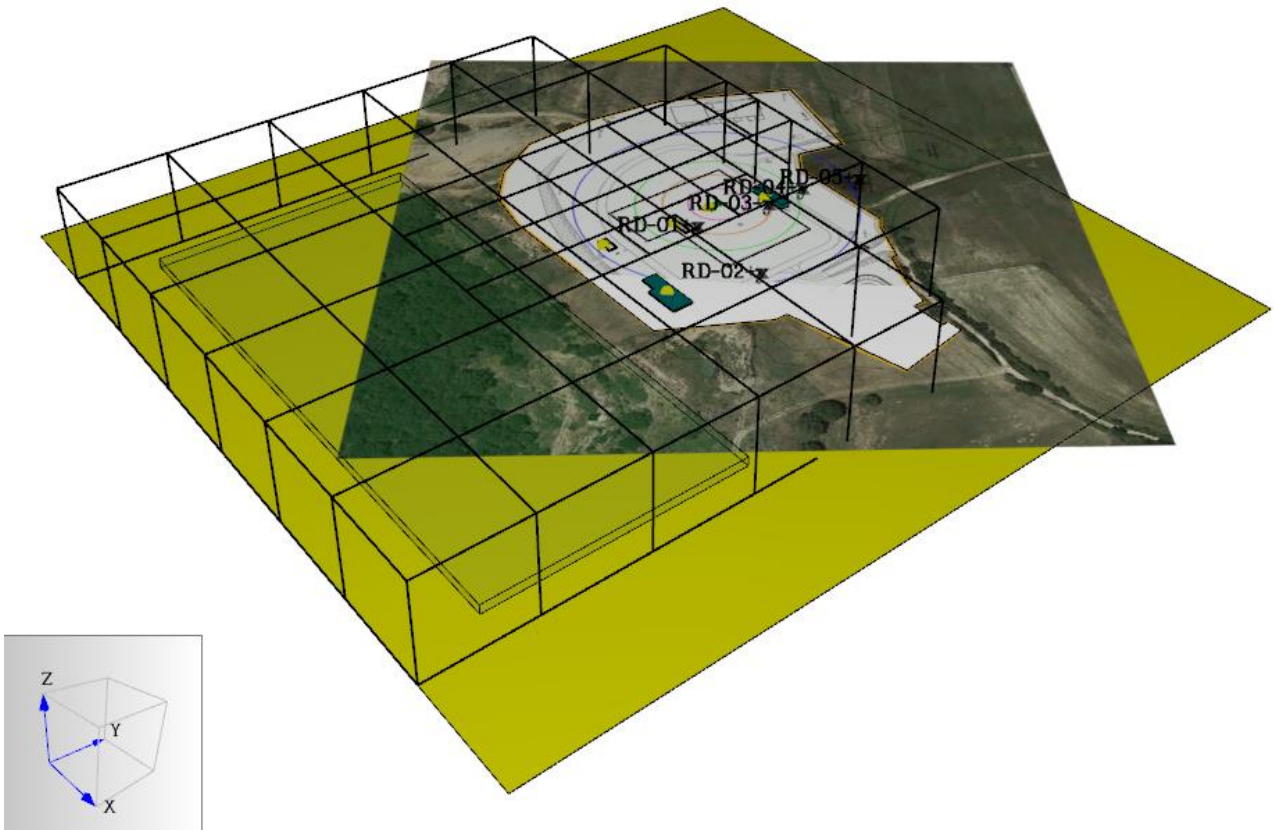


Figura 14, rappresentazione del dominio di calcolo

4.2.1.2. Simulazione 2-A Corpo Nero

Nel presente paragrafo sono descritte le caratteristiche del modello realizzato per la simulazione dello scenario 2-A con approccio "Corpo Nero", ovvero con fronte di fiamma modellato come corpo nero, in accordo a quanto riportato in rif. [3].

In Figura 15 è riportata una vista del modello realizzato,



Figura 15, vista del modello per la simulazione 2-A Corpo Nero

La metodologia descritta nel documento di riferimento prevede che il fronte di fiamma abbia le seguenti caratteristiche:

- Temperatura: 1200K, ai quali corrisponde un irraggiamento di 118 kW/m²;
- Lunghezza: il metodo prevede un valore della lunghezza infinito, in quanto più ci si allontana dai bersagli più l'angolo che definisce il fattore di vista diventa piccolo, rendendo sostanzialmente nullo il contributo delle porzioni lontane; nel caso in esame è stata adottata una lunghezza di 175 m, che tiene conto della effettiva presenza di vegetazione ad alto fusto, in quanto questa non presenta una distribuzione continua ed uniforme;
- Altezza: per gli incendi di chioma, 3,5 volte l'altezza della vegetazione; avendo assunto un'altezza della vegetazione pari a 5 m, l'altezza del fronte di fiamma è stata impostata a 17,5 m;
- Inclinazione: quella che massimizza il fattore di vista, assunti 7°, sulla base delle misure riportate in Figura 16, riferite al gruppo di sensori 02, quelli più critici.

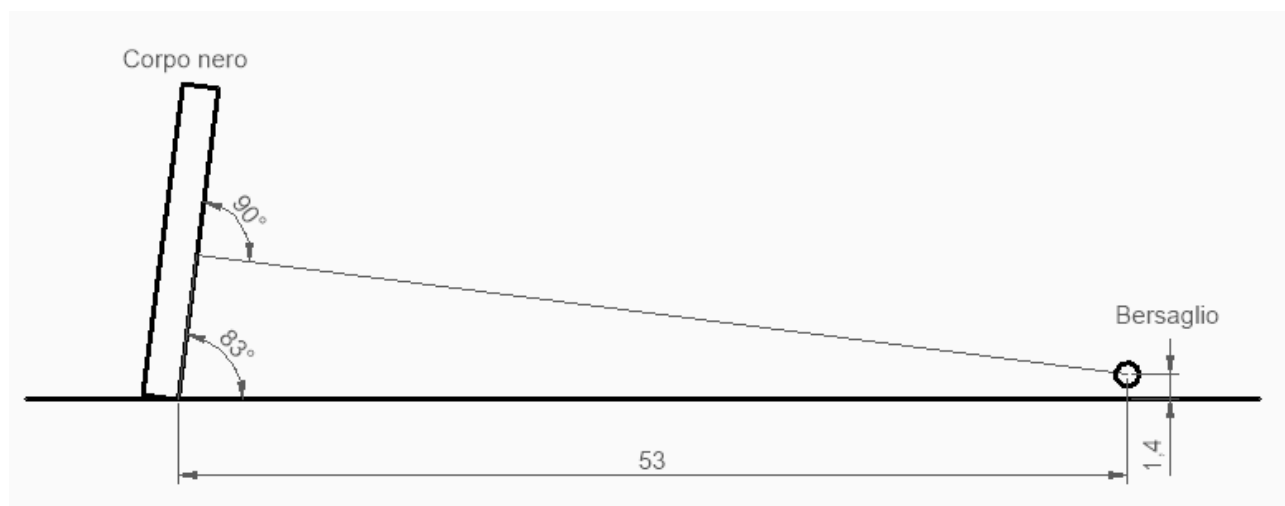


Figura 16, rappresentazione schematica delle posizioni del corpo nero e del sensore bersaglio RD-02

Utilizzando questo approccio sono state eseguite tre simulazioni, caratterizzate da diverse dimensioni delle celle, come riportato nella tabella seguente:

Tag Simulazione	Lato cella [m]	Numero mesh	Numero celle
Sc1-02	1,5	13	606.528
Sc1-03	1,0	28	1.306.368
Sc1-09	1,0 e 0,5	47	2.192.832

Si precisa che per la simulazione sc-09 sono stati adottati gli stessi parametri per il risolutore del trasporto dell'irraggiamento usati per la simulazione sc-08.

4.2.2. Scenario 2-B

Per lo scenario 2B è stato utilizzato un dominio di calcolo di dimensioni 90x90x30 m, che è stato suddiviso in 9 mesh con celle da 1,0 m di lato, per un totale di 243.000 celle.

Il dominio comprende la porzione di edificio indicato come E&I BUILDING nella planimetria generale riportata in [Allegato 1](#), oltre ad una porzione di terreno che, per la parte esterna allo stabilimento è stato caratterizzato come *Tall Grass*.

Analogamente a quanto già fatto per lo scenario 2-A, è stato posizionato un sensore di irraggiamento posto sulla parete verso l'esterno dell'edificio bersaglio orientato in direzione -x; in questo caso, essendo l'orientamento del bersaglio noto ed univoco, non è stato necessario utilizzare tre sensori orientati lungo gli assi.

In Figura 17 è riportata una vista del modello realizzato.

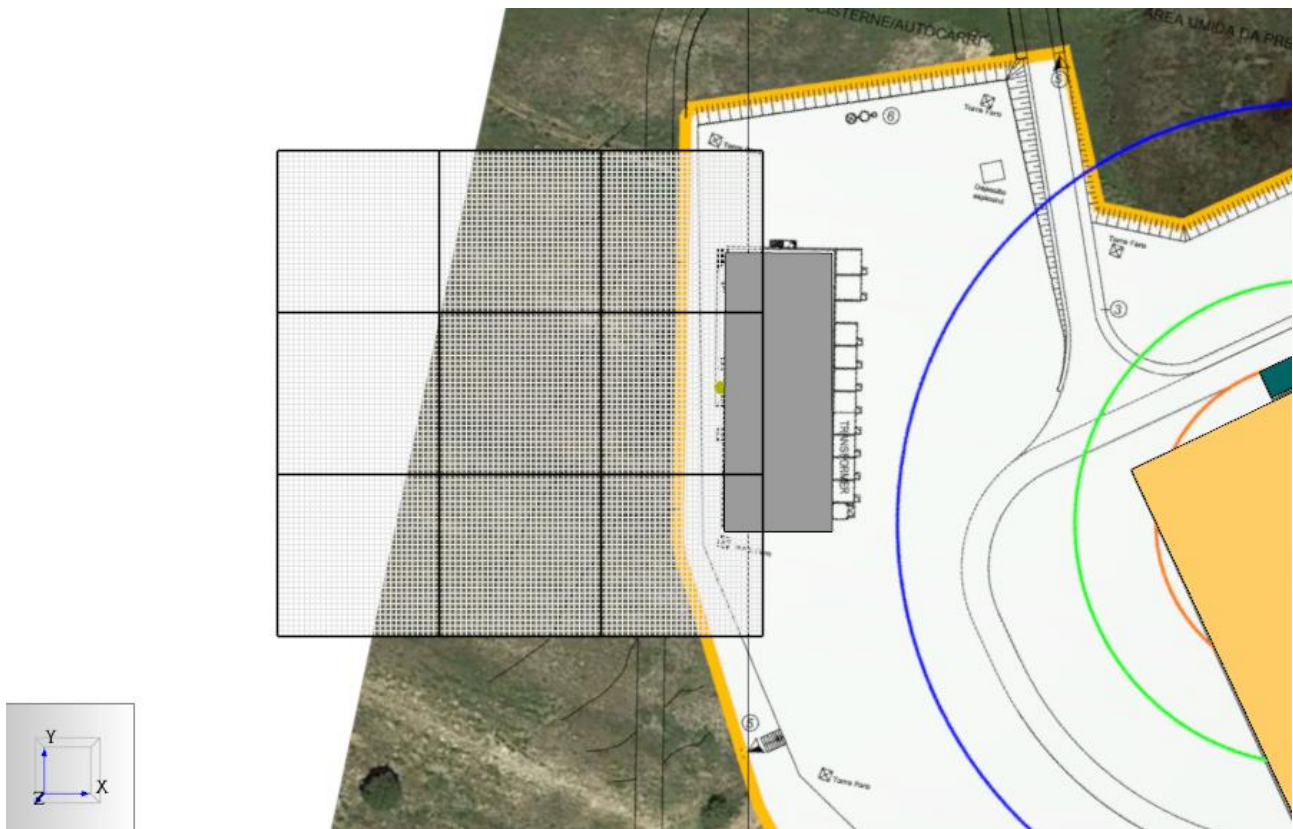


Figura 17, simulazione Sc2-01, rappresentazione del modello e delle mesh

5. ANALISI DEI RISULTATI

5.1. SCENARIO 2-A

5.1.1. Simulazione Sc1-08

Si riportano nel seguito alcune immagini rappresentative dei risultati ottenuti.

Si precisa che, al fine di rendere più visibili le fiamme, il fumo non è stato rappresentato.

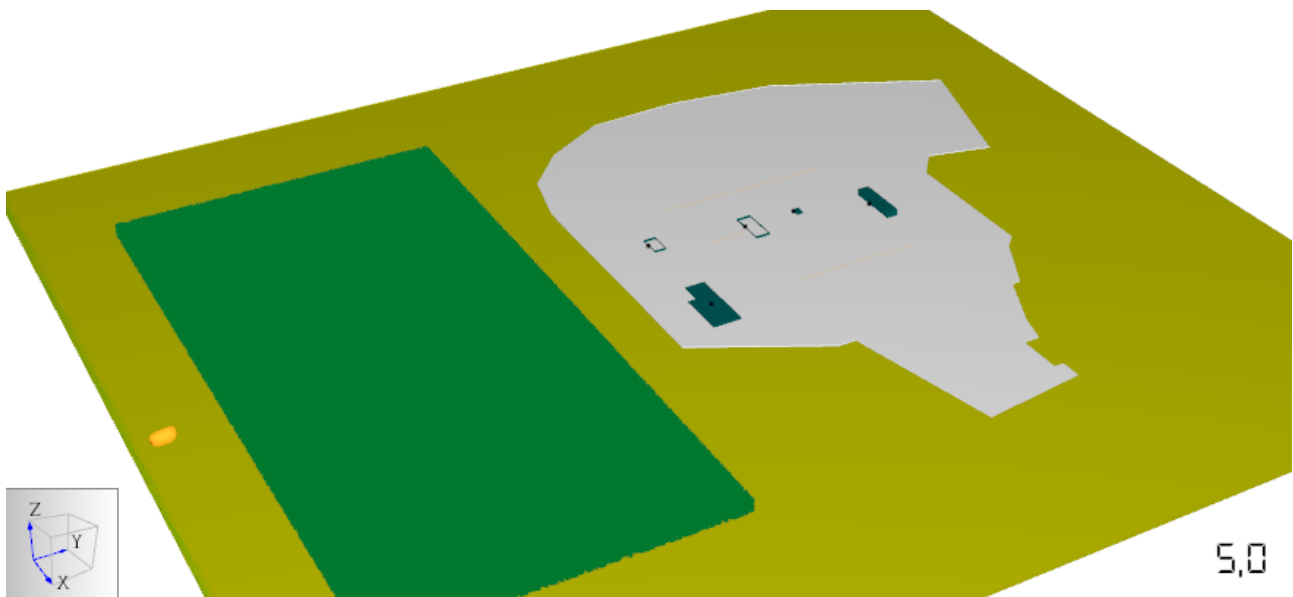


Figura 18, simulazione sc1-08, rappresentazione delle fiamme a 5 s

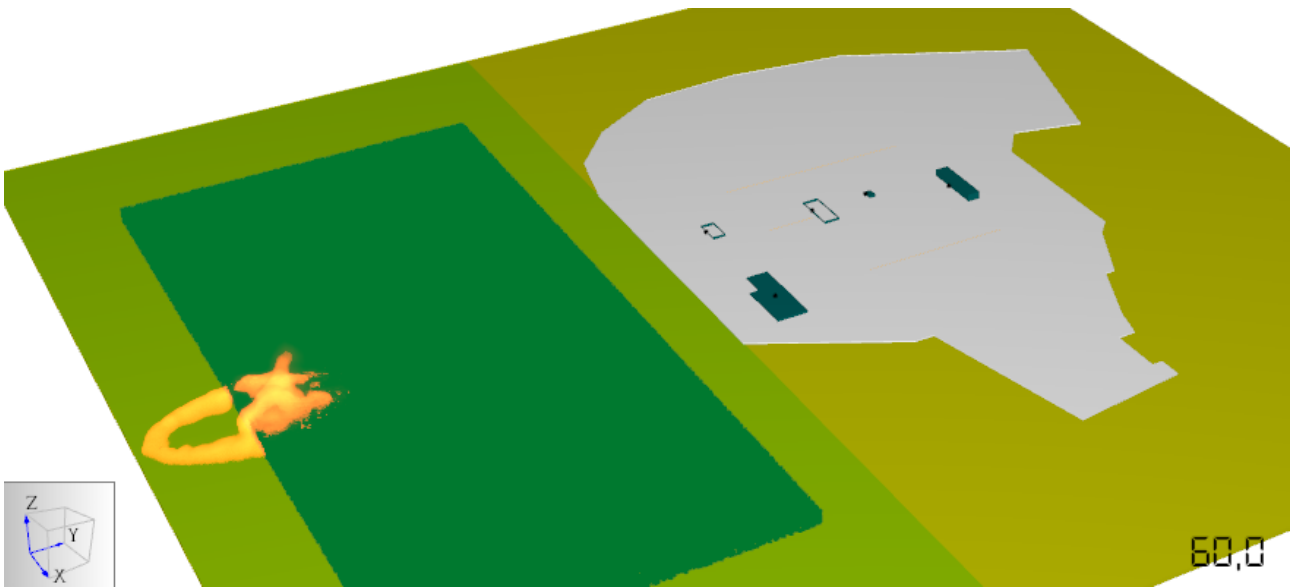


Figura 19, simulazione sc1-08, rappresentazione delle fiamme a 60 s

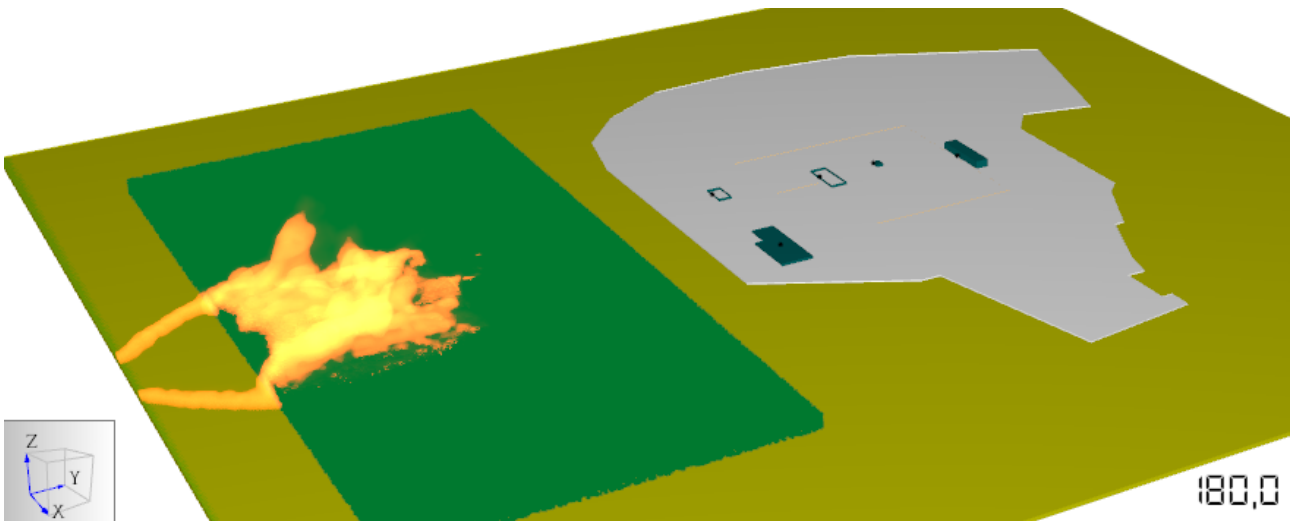


Figura 20, simulazione sc1-08 rappresentazione delle fiamme a 180 s

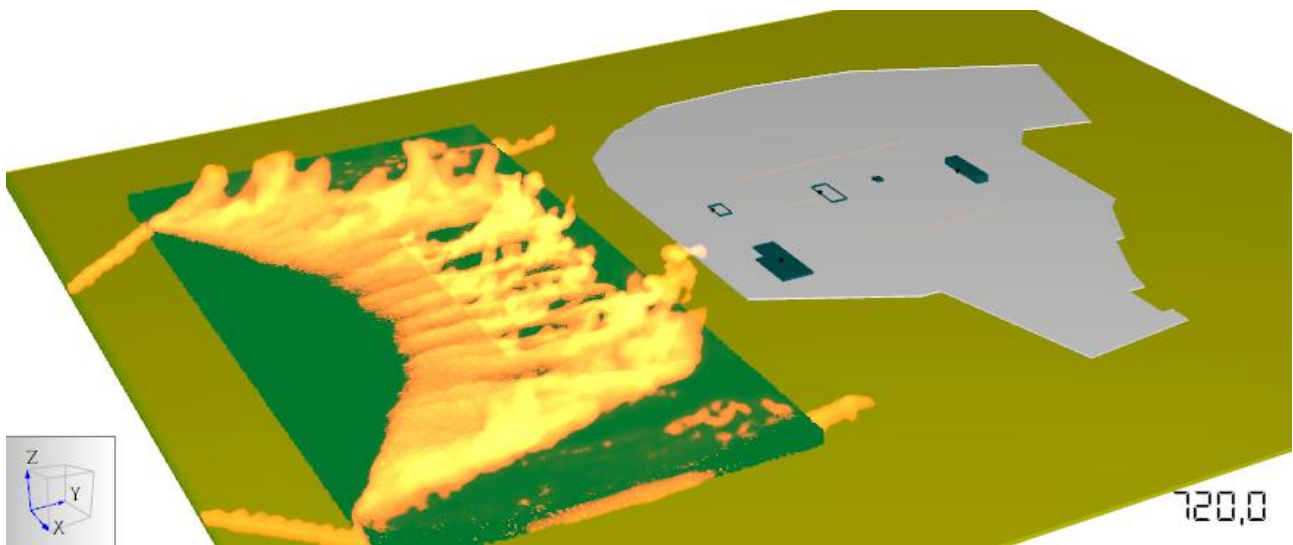


Figura 21, simulazione sc1-08, rappresentazione delle fiamme a 720 s

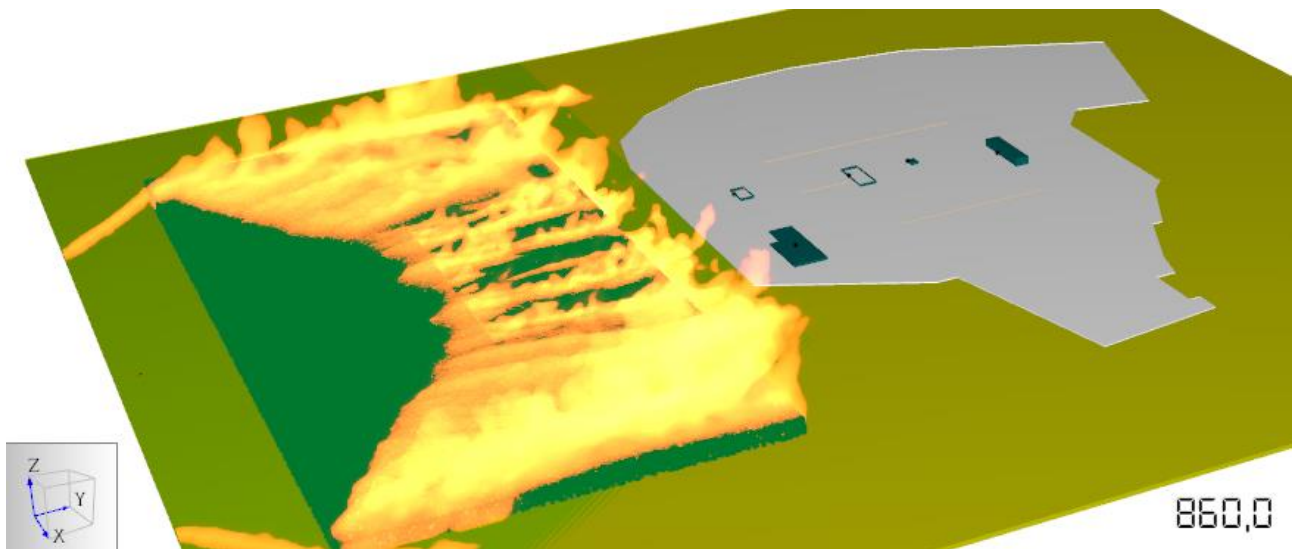


Figura 22, simulazione sc1-08, rappresentazione delle fiamme a 860 s

Si osservi la velocità di propagazione estremamente elevata, dovuta alla presenza di sterpaglie secche ed alla velocità del vento di 4 m/s.

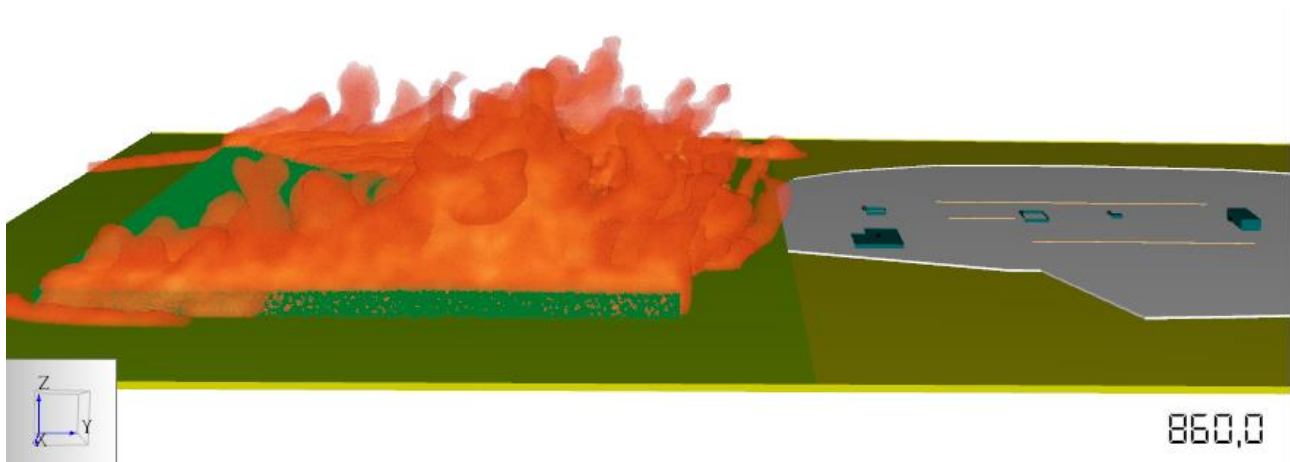


Figura 23, simulazione sc1-08, rappresentazione delle fiamme a 860 s, vista laterale

In Figura 23 è riportata una rappresentazione laterale con una colorazione differente delle fiamme, in modo da farle risaltare maggiormente sullo sfondo, osservando la quale è possibile apprezzare l'altezza delle fiamme, superiore ai 17,5 m definiti mediante l'approccio "Corpo nero", il che rende l'approccio Level Set maggiormente conservativo.

Oltre alla rappresentazione delle fiamme, è possibile ottenere anche la rappresentazione della temperatura dei gas su un piano di sezione, dalla quali si può dedurre la temperatura di fiamma; ne è riportato un esempio nella figura seguente.

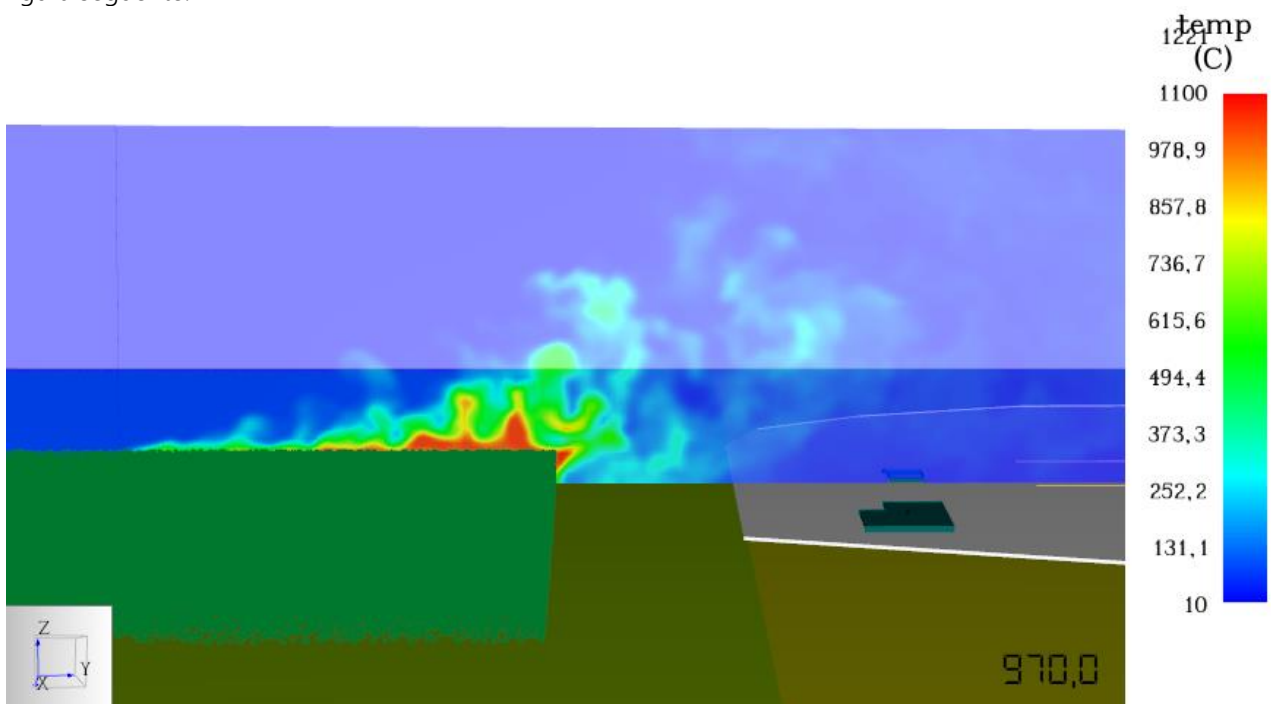


Figura 24, simulazione sc1-08, rappresentazione delle temperature

Si osservano temperature che arrivano a circa 1100°C; a titolo di confronto, sempre in rif. [3], vengono riportate temperature di fiamma per gli incendi di vegetazione comprese tra i 676 e i 1184 °C, quindi in linea con quanto ottenuto dalla simulazione sc1-08.

Nei grafici che seguono sono riportati i valori registrati dai rilevatori di irraggiamento. Si noti che quelli riportati sono i valori ottenuti facendo la somma vettoriale lungo i tre assi, pertanto con -xyz è indicata la composizione con direzione x negativa, mentre con +xyz quella con direzione x positiva.

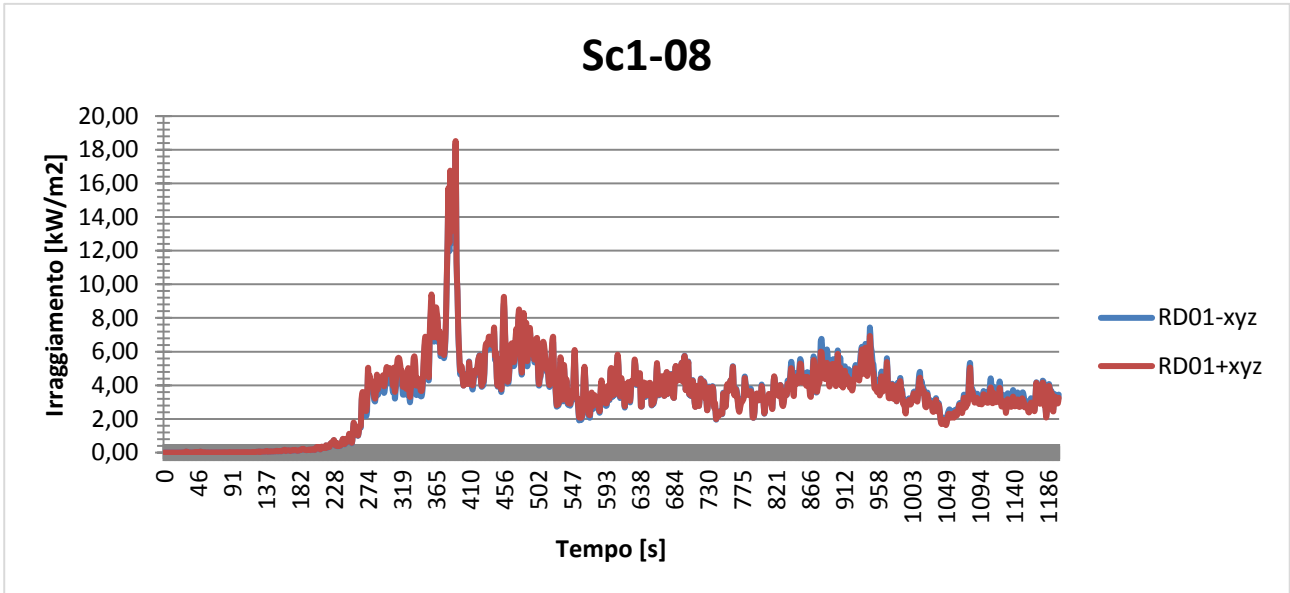


Figura 25, scenario Sc1-08, grafici degli irraggiamenti, sensori RD01

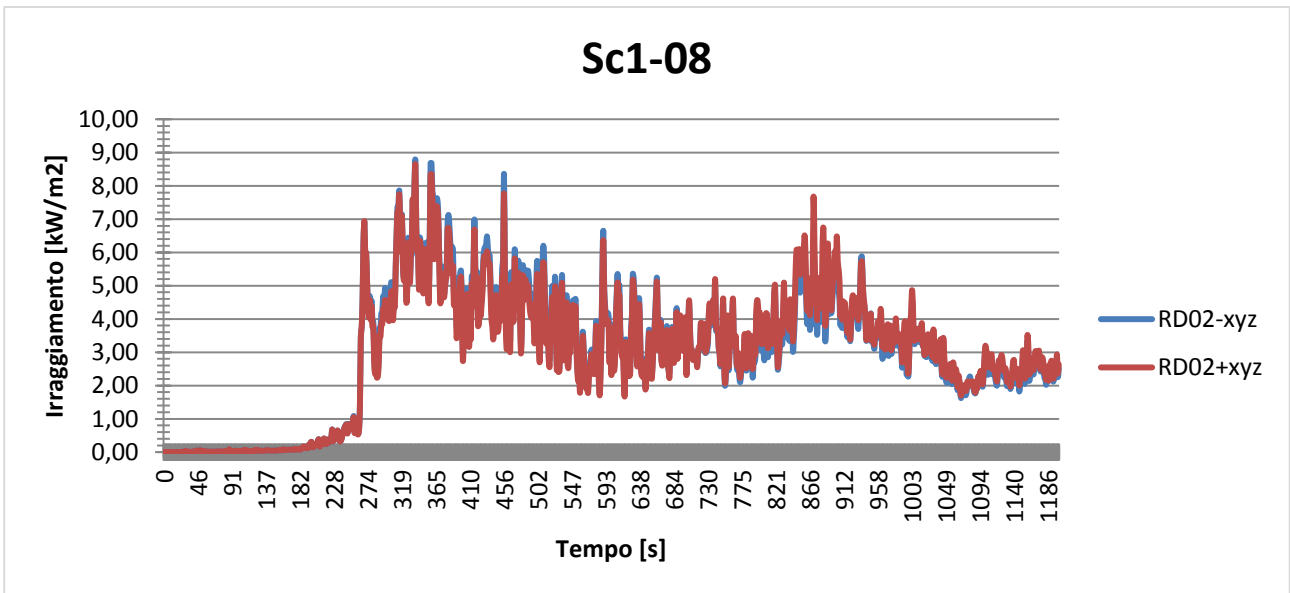


Figura 26, scenario Sc1-08, grafici degli irraggiamenti, sensori RD02

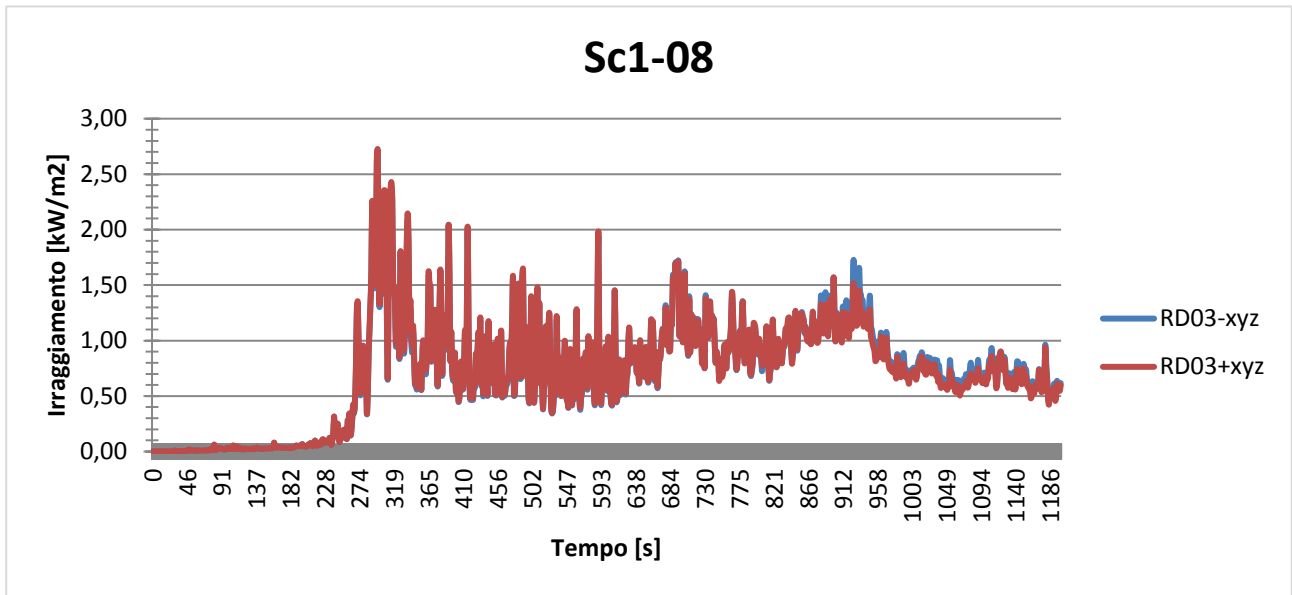


Figura 27, scenario Sc1-08, grafici degli irraggiamenti, sensori RD03

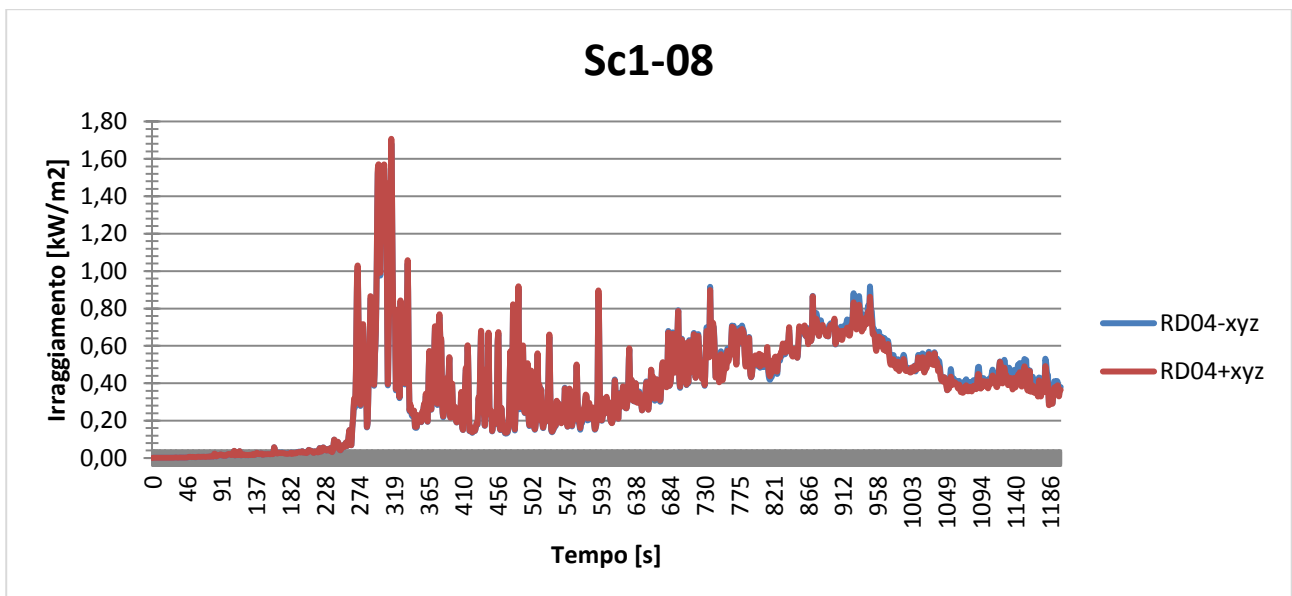


Figura 28, scenario Sc1-08, grafici degli irraggiamenti, sensori RD04

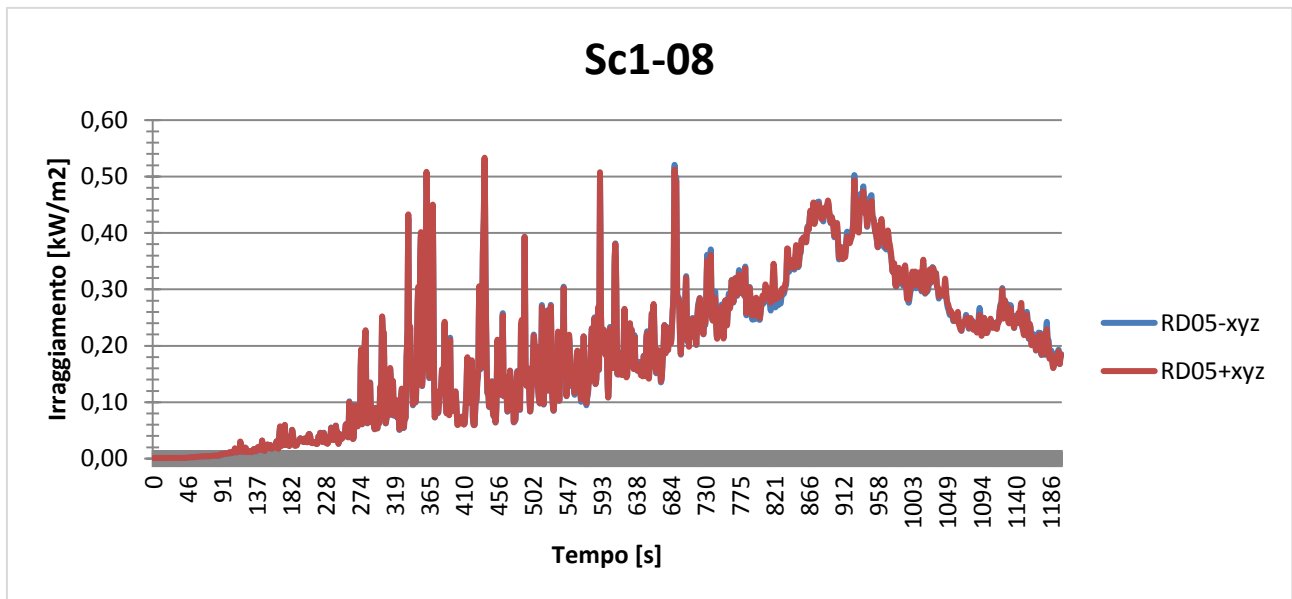


Figura 29, scenario Sc1-08, grafici degli irraggiamenti, sensori RD05

Si osserva come il valore mediamente più alto, attorno ai 6 kW/m², sia stato registrato dal sensore 02, posto in corrispondenza della tubazione in zona ricezione e lancio.

Il valore di picco in assoluto più alto, pari a poco più di 18 kW/m², è stato registrato dal sensore 01, posto in corrispondenza della vasca di raccolta delle acque meteoriche.

Si tenga presente che tale valore è determinato dalla combustione delle sterpaglie e che, come osservabile dal grafico, la combustione delle sterpaglie è un fenomeno molto rapido che determina un picco di breve durata; conseguentemente, nel seguito si farà riferimento ai valori medi massimi registrati con i due approcci adottati.

5.1.2. Simulazione Sc1-09

Nel caso della simulazione Sc1-09, non sono direttamente visibili fiamme quale primo effetto dell'incendio, in quanto queste sono state modellate, unitamente ai loro effetti, direttamente come un corpo nero alla temperatura di 1200 K (927°C) che irraggia con un'intensità di 118 kW/m².

Conseguentemente, non si ha neanche alcun meccanismo di propagazione delle fiamme e ci si trova, quindi, nel caso di un fenomeno stazionario. Tuttavia, è necessario simulare un tempo sufficiente a far stabilizzare i valori registrati dai sensori in quanto sono comunque presenti delle oscillazioni dovute anche al fatto che la velocità del vento contiene una componente casuale volta a modellarne l'andamento non esattamente costante nel tempo. Per tali ragioni, la simulazione in esame è stata sviluppata su un tempo di 180 secondi.

In Figura 30 è riportata una rappresentazione degli irraggiamenti; si noti che il valore dell'irraggiamento assume valore positivo quando questo è incidente su una superficie, e valore negativo quando questo è emesso, motivo per cui l'elemento che rappresenta il corpo nero è rappresentato in colore blu (-118 kW/m²).

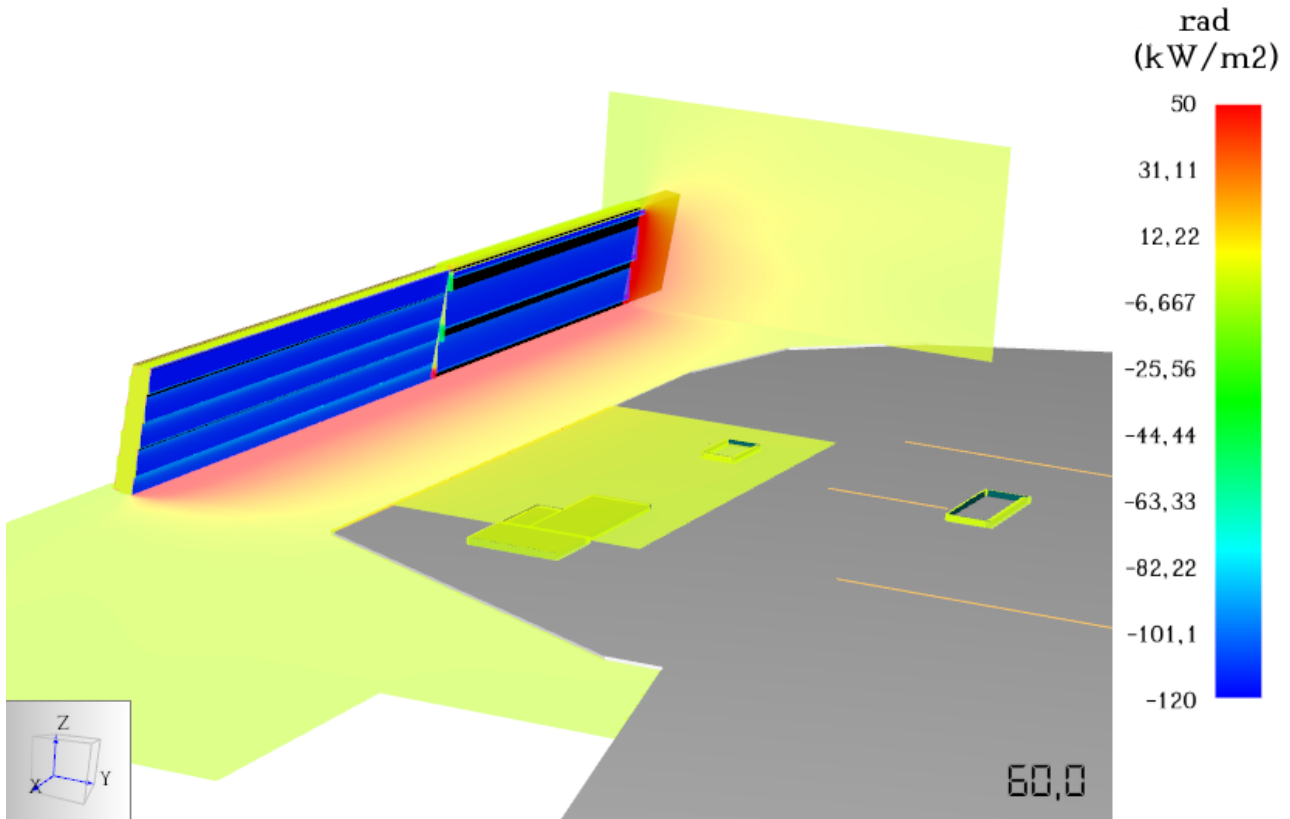


Figura 30, Simulazione Sc1-09, rappresentazione degli irraggiamenti

Si riportano nel seguito i grafici dei valori di irraggiamento registrati dai sensori.

Per brevità, in considerazione dei bassi valori registrati, si riportano solo i grafici dei sensori RD01 e RD02.

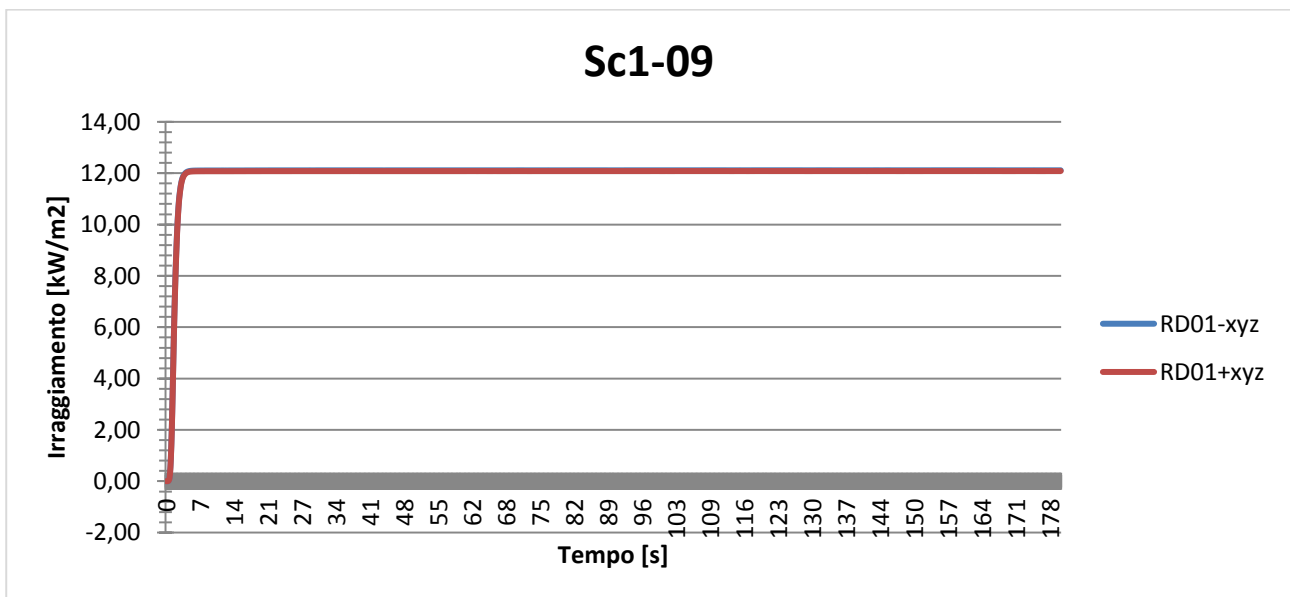


Figura 31, scenario Sc1-09, grafici degli irraggiamenti, sensori RD01

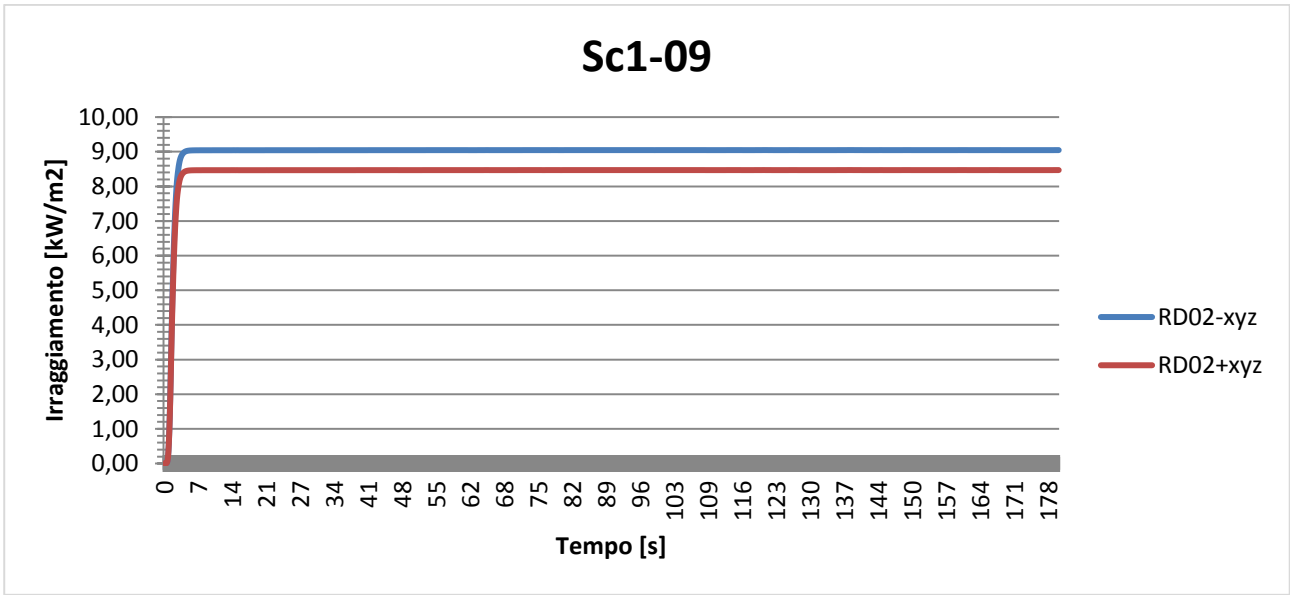


Figura 32, scenario Sc1-09, grafici degli irraggiamenti, sensori RD02

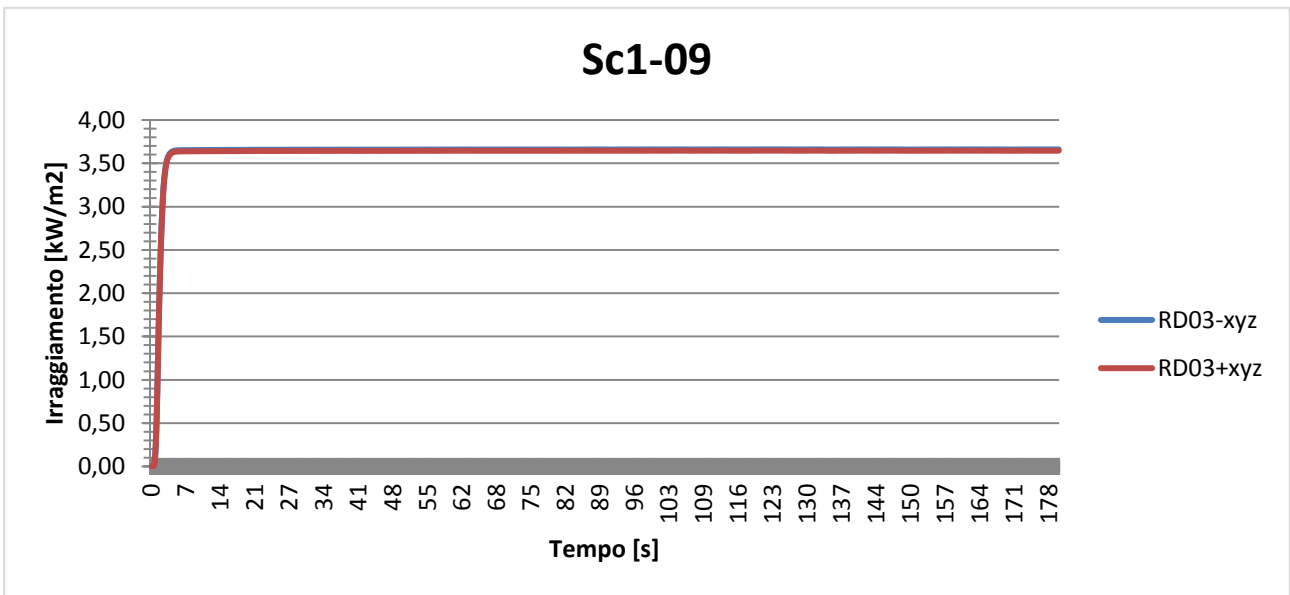


Figura 33, scenario Sc1-09, grafici degli irraggiamenti, sensori RD03

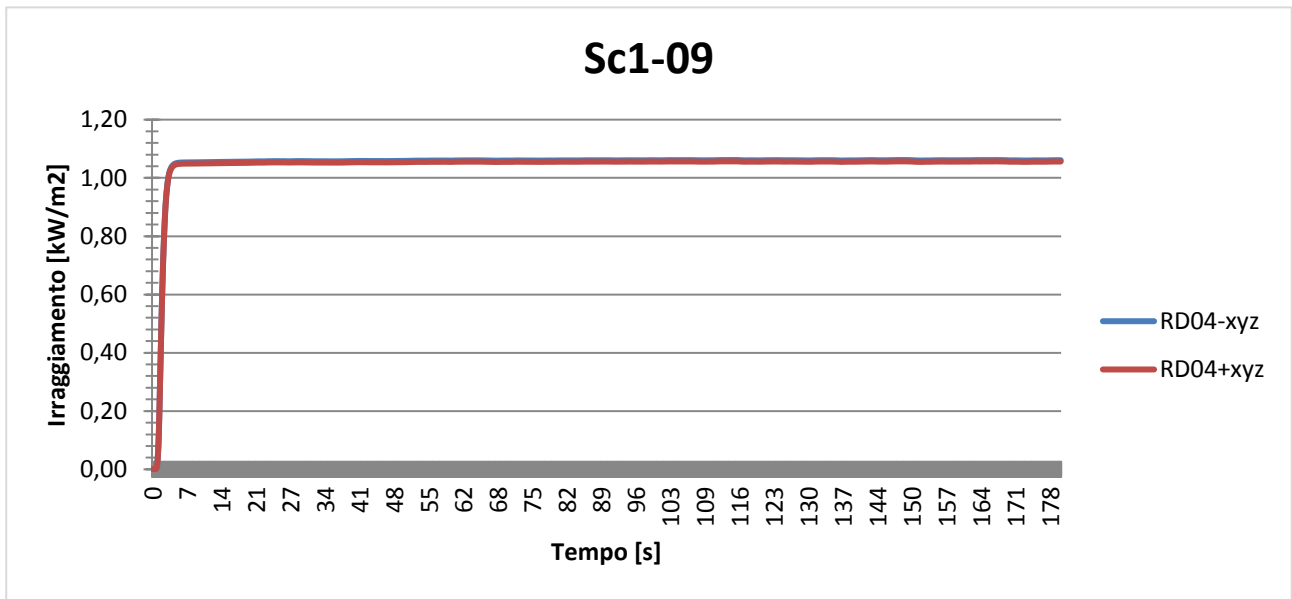


Figura 34, scenario Sc1-09, grafici degli irraggiamenti, sensori RD04

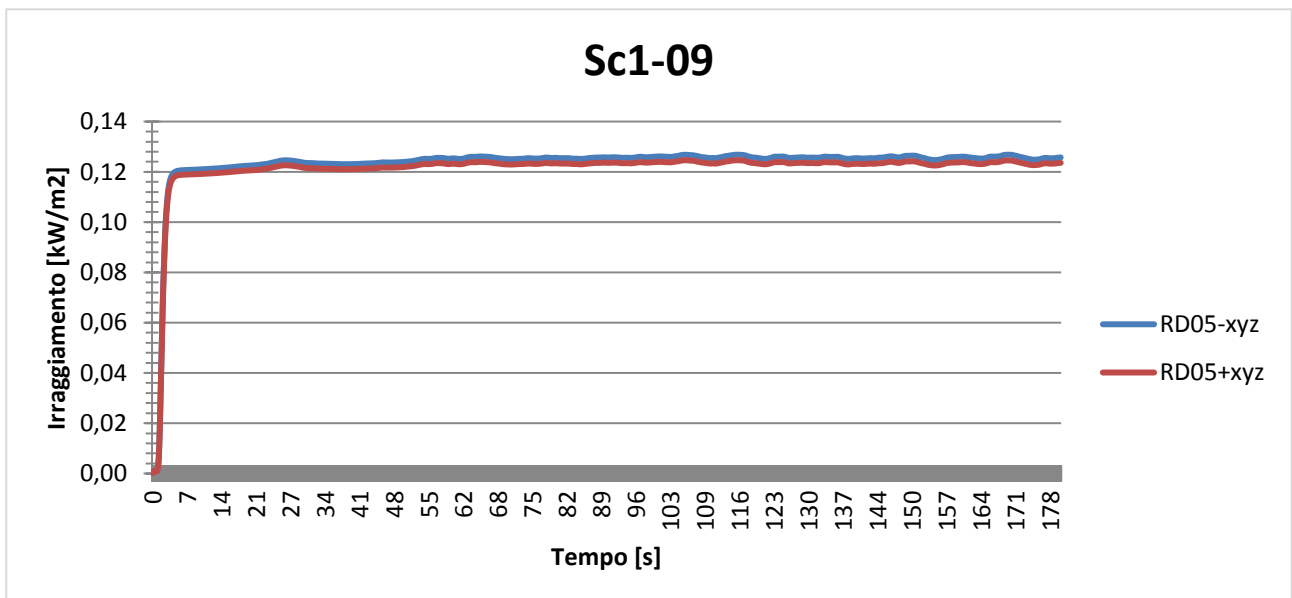


Figura 35, scenario Sc1-09, grafici degli irraggiamenti, sensori RD05

Si osserva come i valori registrati con questo approccio siano sensibilmente superiori rispetto a quelli ottenuti modellando direttamente l'incendio.

5.2. SCENARIO 2-B

Si riportano nel seguito alcune immagini rappresentative delle fiamme in istanti diversi, oltre al grafico dei valori registrati dal sensore RD-01-x.



Figura 36, simulazione Sc2-01, rappresentazione delle fiamme a 5 secondi

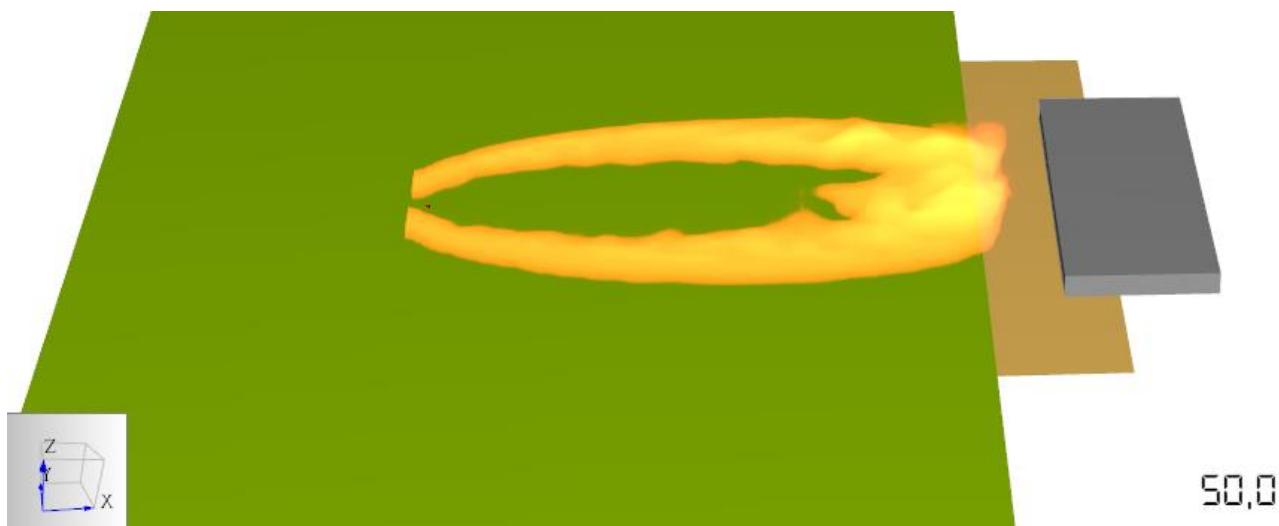


Figura 37, simulazione Sc2-01, rappresentazione delle fiamme a 50 secondi

RD-01-x

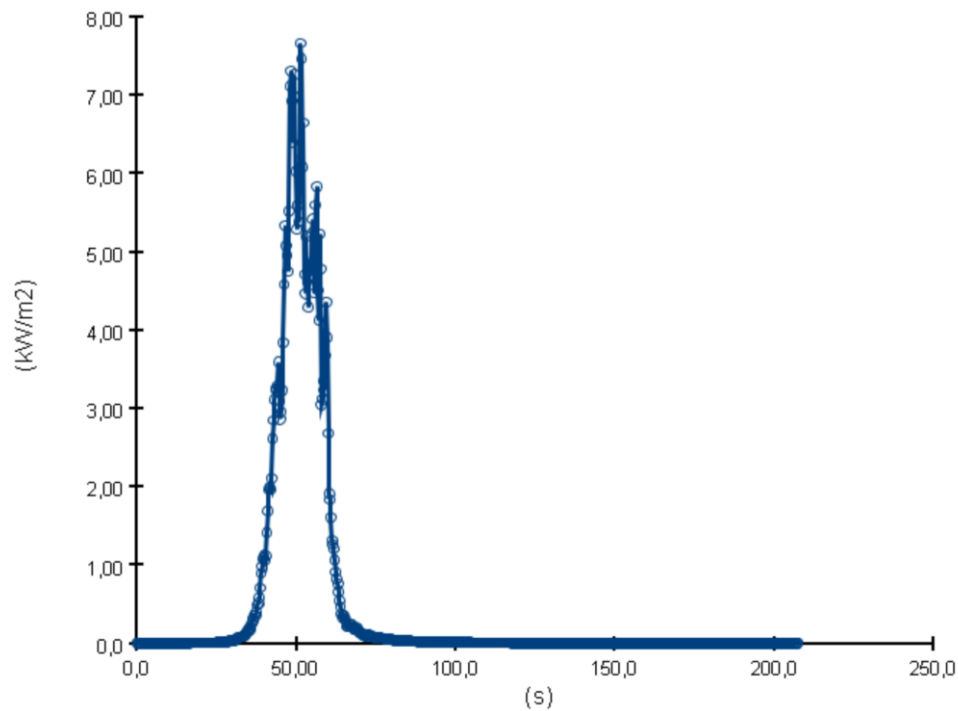


Figura 38, grafico dell'irraggiamento registrato dal sensore RD-01-x

Osservando il grafico in Figura 38 si nota come l'irraggiamento raggiunga un'intensità di 8 kW/m², di per sé significativa, ma anche che questo valore viene mantenuto per pochi secondi.

Considerando il fatto che la parete bersaglio consiste in un muro di cemento armato, non si ritiene che l'esposizione ad un tale livello di irraggiamento per un tempo così breve possa rappresentare una criticità.

6. CONCLUSIONI

Nel corso dello studio riportato nel presente documento sono stati analizzati tre scenari di incendio:

- Scenario 1: incendio all'interno dell'area pozzo;
- Scenario 2-A: incendio di vegetazione lato trappola di lancio e ricezione;
- Scenario 2-B: incendio di vegetazione lato E&I Building.

In relazione alle attività di modellazione e simulazione effettuate è possibile effettuare, per gli scenari di cui sopra, una serie di considerazioni.

Per quanto riguarda lo Scenario 1, seppure il livello di irraggiamento che eventualmente potrebbe interessare la vegetazione circostante l'impianto non consenta di escludere in modo assoluto l'insacco della stessa, la frequenza dell'evento "incendio di vegetazione conseguente ad incendio in area pozzo" è stata stimata in $1,25 \cdot 10^{-7}$ occasioni/anno, pertanto si considera l'evento come estremamente improbabile.

Per quanto riguarda l'evento di incendio del bosco e delle sterpaglie prospicienti l'area di impianto dal lato trappola di lancio e ricezione, sono state eseguite diverse simulazioni con codice di calcolo fluidodinamico, adottando diversi approcci in modo da ottenere una stima dei livelli di irraggiamento che potrebbero interessare l'area di impianto che fosse il più attendibile possibile.

Nella tabella che segue sono riportati i punti bersaglio che sono stati posizionati nel modello, unitamente ai valori massimi dei corrispondenti irraggiamenti incidenti.

Sensore n.	Posizione	Irraggiamento massimo [kW/m ²]
01	9 - Vasca stoccaggio acque meteoriche prima e seconda pioggia	12,1
02	2 - Trappola di lancio e ricezione	9,1
03	12 - Vasca corral stoccaggio detriti e fluidi esausti	3,7
04	1 - Cantina pozzo	1,1
05	7 - Area di stoccaggio prodotti chimici provvista di tettoia	0,1

Per valutare la probabilità di effetti secondari ed effetti domino associati a danni per effetti dell'incendio sulle apparecchiature esposte ad irraggiamento termico si fa riferimento al D.Lgs. 105/2015, Allegato E, Appendice A, Tabella A.1, riportata in Figura 39, nella quale sono indicate le probabilità di effetto domino in funzione dell'irraggiamento incidente.

Per valori di irraggiamento inferiori a 12,5 kW/m² la probabilità indicata è pari a zero, mentre per irraggiamenti compresi tra 12,5 e 37,5 kW/m² è richiesto di valutare la durata dell'esposizione.

L'unico sensore i cui valori calcolati si avvicina alla prima soglia di 12,5 kW/m² è il sensore 01, che però non costituisce un bersaglio sensibile in quanto posizionato in corrispondenza della *Vasca stoccaggio acque meteoriche prima e seconda pioggia*, non presenta criticità in quanto consiste in una vasca in calcestruzzo contenente acqua.

Il secondo sensore ha registrato un valore massimo di 9,1 kW/m².

Come già illustrato, è stato posizionato dove sarà ubicato il tratto di tubazione contenente greggio e permanentemente in pressione della tubazione all'interno della zona *Trappola di lancio e ricezione*, ad una distanza di 53 m dalla zona boschiva.

Qualora, in fase di progettazione di dettaglio delle opere, tale distanza dovesse essere diminuita, sarebbe necessario verificare che l'irraggiamento atteso nella nuova configurazione non raggiunga livelli tali da poter innescare un effetto domino.

Tabella A.1 - Probabilità di effetto domino per irraggiamento

Effetto sorgente	Probabilità di effetto domino	Nota
Interessamento da jet fire con durata inferiore a 5 min	0	
Interessamento da jet fire con durata tra 5 e 10 min	0.5	
Interessamento da jet fire con durata superiore a 10 min	1	
Irraggiamento superiore a 37.5 kW/m ² con durata inferiore a 10 min o interessamento da pool fire con durata inferiore a 10 min	0	(1)
Irraggiamento superiore a 37.5 kW/m ² con durata superiore a 10 min o interessamento da pool fire con durata superiore a 10 min (per obiettivi tipo serbatoi e apparecchiature atmosferici)	1	(2)
Irraggiamento superiore a 37.5 kW/m ² con durata superiore a 10 min o interessamento da pool fire con durata superiore a 10 min (per obiettivi tipo serbatoi e apparecchiature a pressione e tubazioni)	0.5	(2)
Irraggiamento superiore a 37.5 kW/m ² con durata superiore a 20 min	1	(2)
Irraggiamento inferiore a 12.5 kW/m ²	0	(1)
Irraggiamento tra 12.5 e 37.5 kW/m ² con durata inferiore a 10 min	0	(1)
Irraggiamento tra 12.5 e 37.5 kW/m ² con durata superiore a 10 min	vedi nota	(3)
Irraggiamento tra 12.5 e 37.5 kW/m ² con durata superiore a 20 min	vedi nota	(3)

NOTE:

(1) Salvo i casi in cui sia ipotizzabile una propagazione dell'incendio a causa di materiale strutturale o componentistico infiammabile (es. pannellature di materiale plastico, etc.) ovvero un danneggiamento di componenti particolarmente vulnerabili (es. recipienti o tubazioni in vetroresina, serbatoi o tubazioni con rivestimenti plastici, etc.) per i quali si assume una probabilità pari a 1.

(2) Nel caso in cui siano presenti sistemi di protezione attivi (raffreddamento) automatici o manuali, aventi probabilità P di mancato intervento su domanda o di efficacia per tutta la durata dell'effetto sorgente, le probabilità di effetto domino vanno moltiplicate per P. Nel caso in cui siano presenti sistemi di protezione passiva (fireproofing, interramento, barriere tagliafiamme), le probabilità di effetto domino sono trascurabili per durata dell'effetto fisico pari o inferiore a quello eventuale di resistenza del sistema. Per la distinzione tra apparecchiature atmosferiche e in pressione, si può fare riferimento alla pressione di progetto, che per apparecchiature in pressione deve essere superiore a 2 bar assoluti.

(3) Probabilità interpolata linearmente rispetto alle probabilità corrispondenti ai due estremi del valore di irraggiamento.

Figura 39, D.Lgs. 105/2015, Allegato E, Appendice A, Tabella A.1

Per quanto riguarda tutti gli altri punti di rilevazione, i valori di irraggiamento calcolati sono largamente inferiori a 12,5 kW/m².

Infine, per quanto riguarda lo scenario 2-B, che prevede la combustione di sterpaglie, gli effetti previsti, per via dell'intensità e della breve durata, non costituiscono un pericolo significativo per la struttura bersaglio, *E&I Building*, realizzata in calcestruzzo.



INDICE ALLEGATI

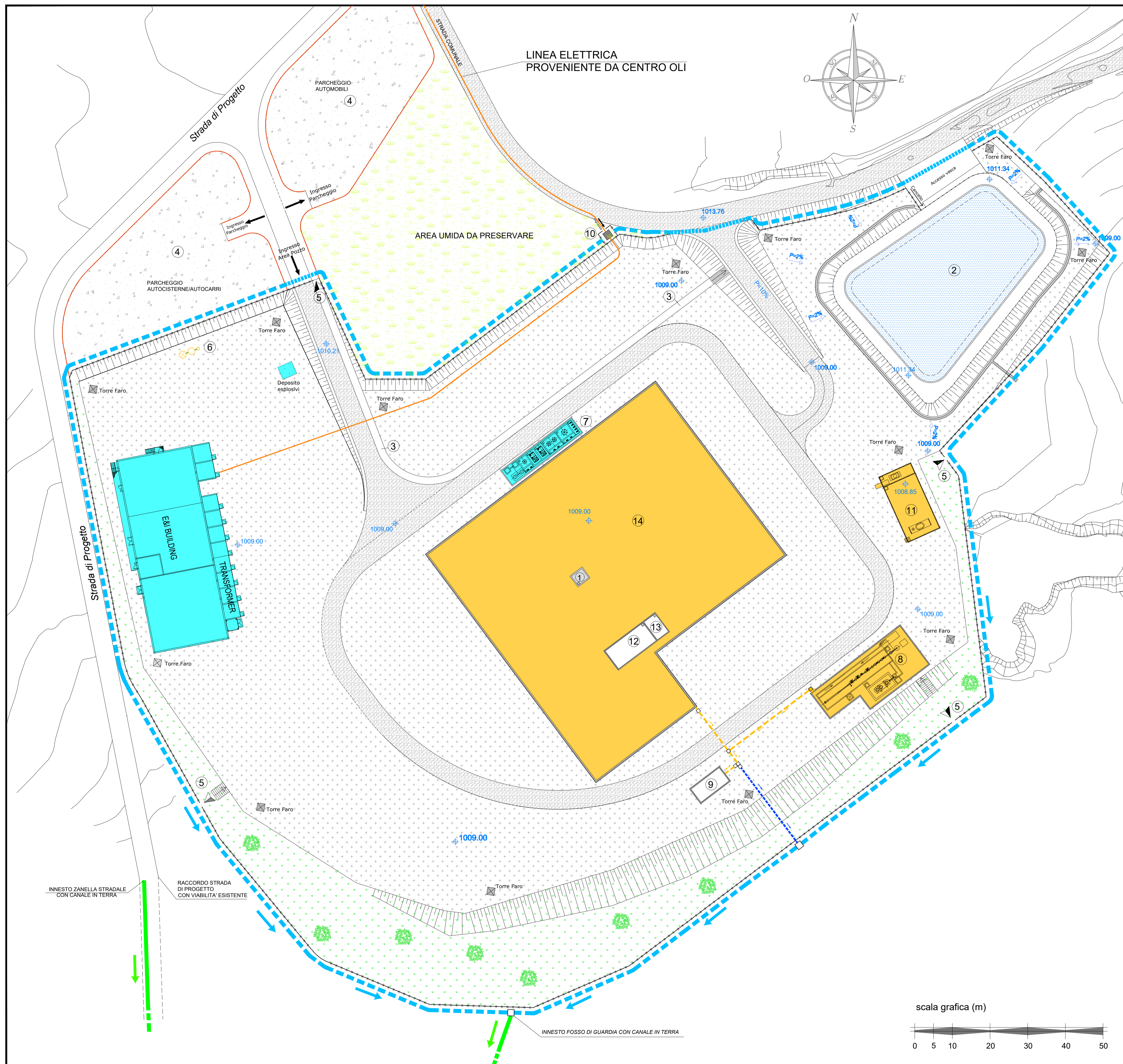
ALLEGATO 1	Planimetria generale dell'area
ALLEGATO 2	Mappa con rappresentazione dello scenario incidentale TOP 2



TotalEnergies EP Italia S.p.A.
Temparossa Area Pozzo GG3

ALLEGATO 1

Planimetria generale dell'area



NOTE GENERALI

- Rappresentazione in Coordinate Gauss-Boaga / WGS84
- Altimetria riferita al livello medio del mare (Q sim - Mareografo di Genova)
- La superficie del piazzale interessata alle fasi di lavorazione è pari a circa 41'286.00 mq

COORDINATE CENTRO POZZO GG-3		
GAUSS-BOAGA		
EST	NORD	QUOTA s.l.m.
2613040.5697	4472008.2594	1009,00

COORDINATE CENTRO POZZO GG-3	
WGS84	
Latitudine	Longitudine
40.39343691	16.0961946

LEGENDA

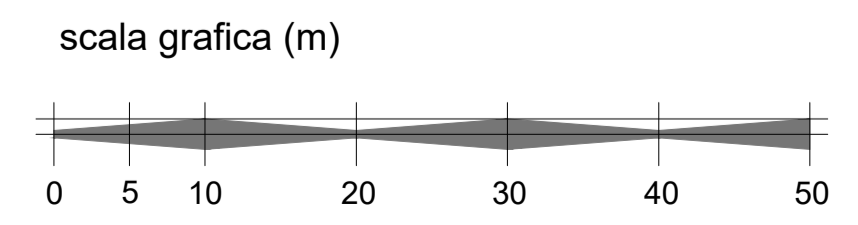
- ① Cantina pozzo
 - ② Vasca di stoccaggio acqua antincendio V=4.000,00 mc
 - ③ Percorso pedonale
 - ④ Area parcheggio
 - ⑤ Uscite di emergenza
 - ⑥ Fossa Imhoff e fossa chiarificatrice
 - ⑦ Area di stoccaggio prodotti chimici provvista di tettoia
 - ⑧ Trappola di lancio e ricezione
 - ⑨ Vasca stoccaggio acque meteoriche prima e seconda pioggia.
 - ⑩ Junction box per alimentazione elettrica impianto di perforazione
 - ⑪ Bacino di contenimento area stoccaggio gasolio - olio idraulico (svuotamento e smaltimento acque meteoriche con autobotte)
 - ⑫ Vasca corral stoccaggio detriti e fluidi esausti (non attiva)
 - ⑬ Vasca corral stoccaggio fluidi speciali (non attiva)
 - ⑭ Piazzale area pozzo in c.a.
- Staccionata in legno
 - Recinzione area pozzo con rete metallica
 - Canali in terra con geostuoia
 - Fosso di guardia in terra con geostuoia
 - Tubazione interrata acque meteoriche potenzialmente contaminate
 - Tubazione interrata scarico acque meteoriche da pozzetto di by-pass a fosso di guardia
 - Arece inghiaiate
 - Pista camionabile
 - Superfici impermeabili non contaminate
 - Superfici impermeabili potenzialmente contaminate
 - Area a verde
 - Parcheggio in misto stabilizzato
 - Area umida da preservare
 - Torre faro

Revision	Date	Status	Revision memo	Issued by	Checked by	Approved by
04	22/02/2023	AFD	Accepted For design	G. LO SASSO	M.DE FALCO	M.DE FALCO
03	30/12/2022	AFD	Accepted For design	G. LO SASSO	M.DE FALCO	M.DE FALCO
02	21/11/2022	AFD	Accepted For design	G. LO SASSO	M.DE FALCO	M.DE FALCO
01	21/10/2022	AFD	Accepted For design	G. LO SASSO	M.DE FALCO	M.DE FALCO
00	14/09/2022	AFD	Accepted For design	G. LO SASSO	M.DE FALCO	M.DE FALCO

This document is the property of TOTAL and shall not be disclosed to third parties or reproduced without permission of the owner. This document has been generated by an Electronic Document Management System. When printed it is considered as a for information only copy. The controlled copy is the screen version and it is the holder's responsibility that he/she holds the latest valid version.

PROGETTO DI PERFORAZIONE DEL POZZO ESPLORATIVO DENOMINATO "GORGOLIONE 3" E SUA EVENTUALE MESSA IN PRODUZIONE
GG-3 - AREA POZZO: PLANIMETRIA - LAYOUT ALLESTIMENTO FINALE

Doc. Type:	LAY	Syst. / S-Syst.:	Discipline:	CIV	Electronic Filename:
COMPANY Document N.	IT-TPR-00-SMDF-000416		Rev.	04	Scale
Contractor Document N.	IT-TPR-00-SMDF-000416_04		Format:	A1	Sheet
					1/500
					1 of 2

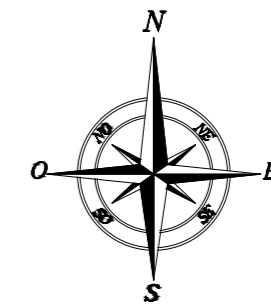




TotalEnergies EP Italia S.p.A.
Temparossa Area Pozzo GG3

ALLEGATO 2

Mappa con rappresentazione dello scenario incidentale TOP 2



PIANTA CHIAVE

CONDIZIONI ATMOSFERICHE: 5D

TOP 2	POOL FIRE Distanza dal centro della pozza (m)			
	12,5 (kW/m ²)	7 (kW/m ²)	5 (kW/m ²)	3 (kW/m ²)
Pool Fire per rilascio da accoppiamento flangiato linea in uscita testa pozzo.	16	30	45	78

— CONFINE AREA POZZO GG-3

00	mar-23	emesso per Analisi di rischio nuovo Pozzo GG3	RLF	FDV	LF
rev. DATA	date	description DESCRIZIONE	drawn REDATTO	checked CONTROLLATO	approved APPROVATO

author ESTENSORE
Tecsa S.r.l.
 Via Figino, 101 - 20016 Pero (Milano) ITALY
 Tel. +39 2 33910.484 - Fax +39 2 33910.737
 PIVA: IT12396090156
 tecsa@tecsasrl.it - www.tecsasrl.it



TotalEnergies EP Italia S.p.A.
 Centro Olio di Corleto Perticara (PZ)

customer COMMITTENTE
AREA POZZO GG3
Rappresentazione degli scenari incidentali

job no. COMMESSA N°	filename NOME DEL FILE	date DATA	format FORMATO	scale SCALA	drawing TAVOLA
40278	40278-SCEN-1.dwg	mar-2023	A2	1:1.000	TOP2-P

CONFIDENTIALITY NOTICE
 This drawing is the property only of the recipient indicated above, which is the only authorized to use it. It is strictly forbidden to disclose it to third parties or reproduced without the permission of the owner

