

22_33_EO_FRA_AU_RE_15_01	DICEMBRE 2023	VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Dott. Michele Bungaro	Dott. Michele Bungaro	Dott. Michele Bungaro
22_33_EO_FRA_AU_RE_15_00	APRILE 2023	VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO	Dott. Michele Bungaro	Dott. Michele Bungaro	Dott. Michele Bungaro
N. ELABORATO	DATA EMISSIONE	DESCRIZIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO

**OGGETTO:**

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

**COMMITTENTE:**

**BROWN ENERGY S.r.l.**  
**Z.I. Lotto n.31**  
**74020 San Marzano di S.G. (TA)**

**TITOLO:**

**R3UEQM4\_DocumentazioneSpecialistica\_20\_01**  
**Valutazione previsionale di impatto acustico**

**PROJETTO engineering s.r.l.**

società d'ingegneria

direttore tecnico

Ph.D. Ing. LEONARDO FILOTICO



Sede Legale: Via dei Mille, 5 74024 Manduria

Sede Operativa: Z.I. Lotto 31 74020 San Marzano di S.G. (TA)

tel. 099 9574694 Fax 099 2222834 cell. 349.1735914

studio@projetto.eu

web site: www.projetto.eu

P.IVA: 02658050733

SOSTITUISCE:

SOSTITUITO DA:

**CARTA:**  
**A4**

**SCALA:**  
**/**

**ELAB.**  
**RE.15**

NOME FILE

**R3UEQM4\_DocumentazioneSpecialistica\_20\_01**



# **VALUTAZIONE PREVISIONALE IMPATTO ACUSTICO IMPIANTO EOLICO DENOMINATO “CAPECE” DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI FRANCAVILLA FONTANA(BR).**

**REV 0.00 APRILE 2023**

1

## INDICE

### Sommario

1. INTRODUZIONE .....	2
2. VISUAL GRAFICI PROGETTUALI.....	3
3. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI .....	5
4. DESCRIZIONE DELL’OPERA.....	7
5. INQUADRAMENTO DELL’AREA OGGETTO DELL’INTERVENTO.....	8
6. RICETTORI .....	9
7. VISUAL GRAFICO DEI RECETTORI SENSIBILI .....	11
8. Descrizione del modello matematico di simulazione acustica: .....	12
9. SORGENTI .....	21
10. CALCOLO .....	22
11. Analisi acustica delle sorgenti (con simulazione completa dello spettro acustico) .....	23
12. Risultati analitici ai recettori (con simulazione completa dello spettro acustico) .....	24
13. CONCLUSIONI .....	28



## 1. INTRODUZIONE

2

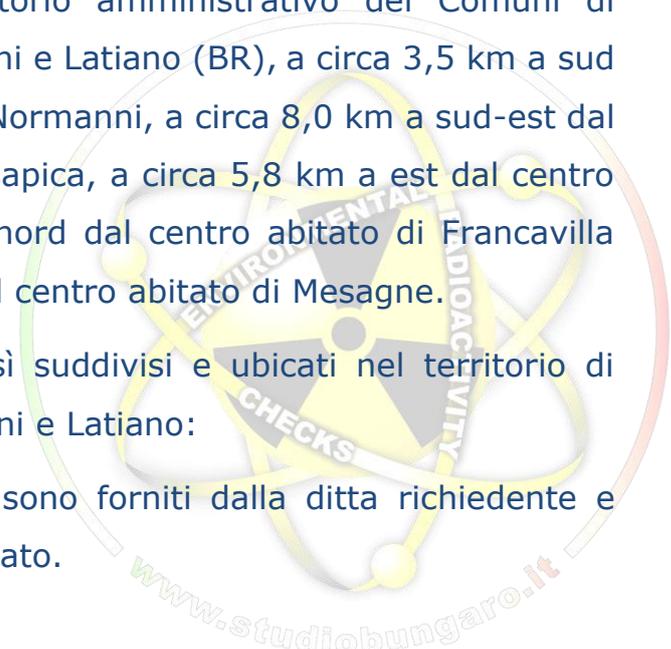
Oggetto del presente documento è l'illustrazione Valutazione d'Impatto Acustico, redatta dal sottoscritto tecnico dott.M.Ing. Michele Bungaro, iscritto ai relativi albi professionali di appartenenza, e analizza il clima acustico in seguito alla realizzazione di un impianto eolico che prevede l'installazione di 10 aerogeneratori di tipo "SG 170" da 6.0 MW con una potenza complessiva di 66,00 MW. In particolare verranno installati 6 aerogeneratori con altezza del mozzo pari a 115 m ubicato nel comune di Francavilla Fontana (BR), 2 aerogeneratori con altezza del mozzo pari a 115 m ubicato nel comune di San Vito dei Normanni (BR), e 2 aerogeneratori con altezza del mozzo pari a 115 m ubicato nel comune di Latiano (BR).

La società Proponente è la "Brown Energy Srl" Con sede in Zona Industriale lotto n. 31 di San Marzano di San Giuseppe (TA), che dichiara disporre di valido atto di compravendita stipulato tra la società proponente e il proprietario dei siti oggetto di intervento, per una potenza massima del sistema produttivo elettrico pari a 66 MegaWatt.

Il sito di installazione ricade nel territorio amministrativo dei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni e Latiano (BR), a circa 3,5 km a sud - ovest dal centro abitato di San Vito dei Normanni, a circa 8,0 km a sud-est dal centro abitato del Comune di Ceglie Messapica, a circa 5,8 km a est dal centro abitato di Villa Castelli, a circa 5 km a nord dal centro abitato di Francavilla Fontana e a circa 7,6 km a nord-ovest dal centro abitato di Mesagne.

Gli aerogeneratori in progetto sono così suddivisi e ubicati nel territorio di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni e Latiano:

Dati prodromici al presente documento sono forniti dalla ditta richiedente e dall'ufficio tecnico di progettazione incaricato.

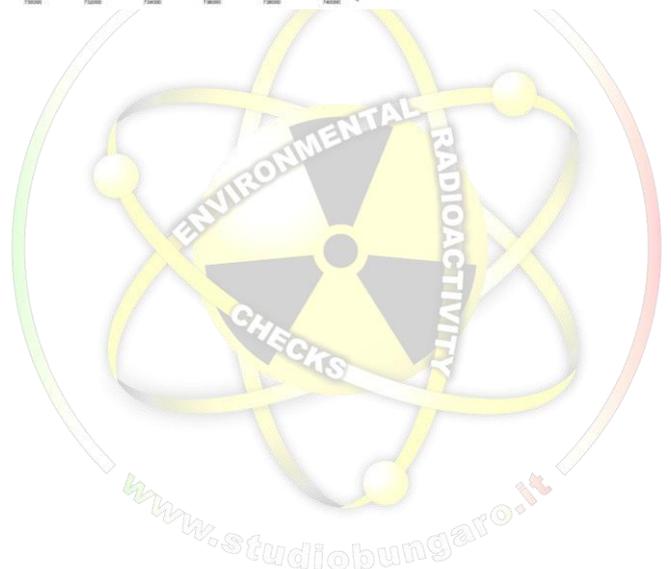
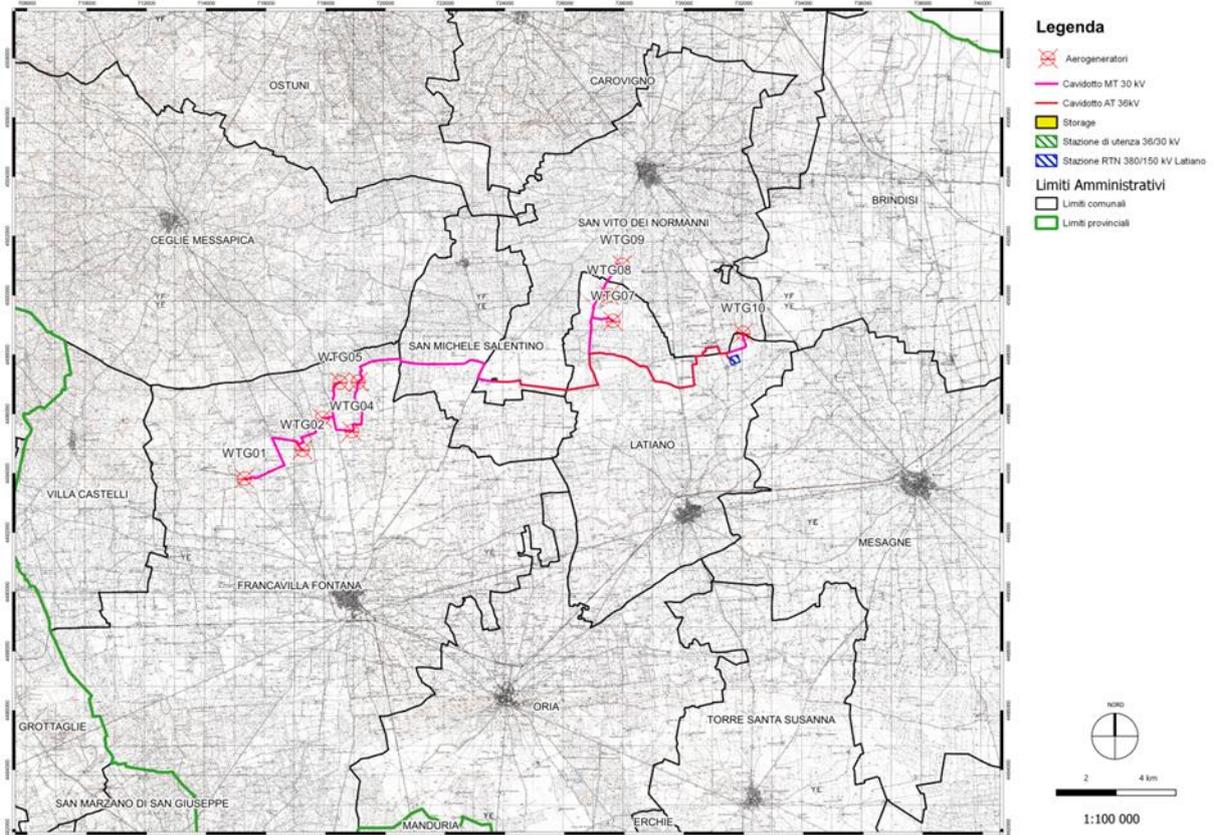




## 2. VISUAL GRAFICI PROGETTUALI

3

Inquadramento su base IGM - Scala 1:25.000





Il presente elaborato è stato redatto sulle emissioni sonore legate agli impianti a servizio dell'impianto stesso. Dai dati progettuali si individuano le seguenti sorgenti (sistema cartesiano di riferimento WGS 84 UTM Zona 33 N):

4

Denominazione	X (m)	Y (m)	Modello	Altezza Mozzo (m)
WTG01	715292	4493832	SG 170 115m HH	115
WTG02	717220	4494792	SG 170 115m HH	115
WTG03	717884	4495860	SG 170 115m HH	115
WTG04	718879	4495419	SG 170 115m HH	115
WTG05	718481	4497070	SG 170 115m HH	115
WTG06	719091	4497085	SG 170 115m HH	115
WTG07	727619	4499132	SG 170 115m HH	115
WTG08	727490	4500004	SG 170 115m HH	115
WTG09	727932	4501025	SG 170 115m HH	115
WTG10	731979	4498722	SG 170 115m HH	115





### 3. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI

Per la valutazione del clima acustico e per le modalità di esecuzione dei rilievi fonometrici si è fatto riferimento alla normativa seguente:

5

- Legge n. 447, 26 ottobre 1995, "Legge quadro sull'inquinamento acustico"
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"
- Decreto Ministro dell'Ambiente 16 marzo 1998, "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"
- UNI 9884 - 31 luglio 1997 "Acustica – Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale"
- UNI 10855 – dicembre 1999 "Acustica – Misurazione e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti"
- *Legge Regionale 12 febbraio 2002, N. 3.*
- *Decreto ministero della transizione ecologica del 1 giugno 2022 (pubblicato su G.U. 139 del 16.6.2022)*

Secondo il D.P.C.M. 14 novembre 1997 l'opera in oggetto ricade in zona di tipo misto di classe III e devono essere rispettati i seguenti limiti:

Classi di destinazione d'uso del territorio	Limite diurno (06-22) LAeq [dBA]	Limite notturno (22-06) LAeq [dBA]
III – Aree di tipo misto	55	45

Tabella 1 – Valori limite assoluti di emissione (tab. C del D.P.C.M. 14 novembre 1997)

Classi di destinazione d'uso del territorio	Limite diurno (06-22) LAeq [dBA]	Limite notturno (22-06) LAeq [dBA]
III – Aree di tipo misto	60	50

Tabella 2 – Valori limite assoluti di immissione (tab. C del D.P.C.M. 14 novembre 1997)

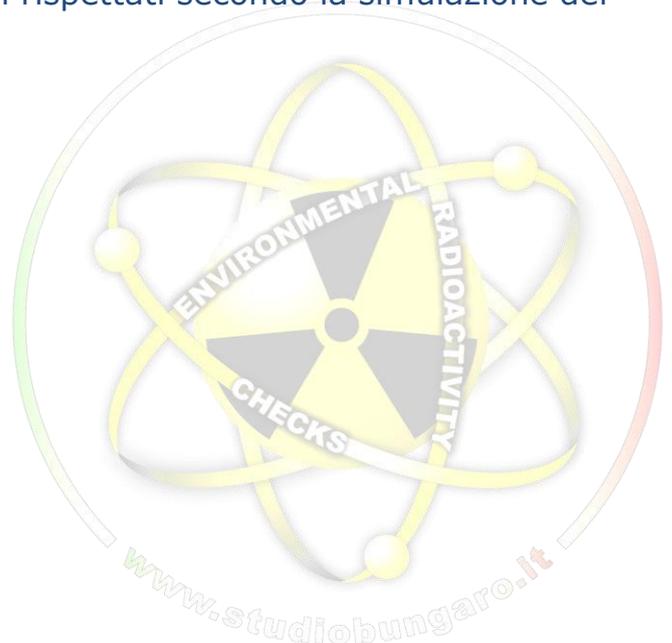


Dalla classificazione ai sensi del DPCM 1 marzo del 1991, non avendo l'ente civico interessato prodotto o reso noto i risultati della classificazione acustica del territorio comunale, si applicheranno prudenzialmente i limiti di cui all'art 6 della stessa norma, che prescrivono

Classi di destinazione d'uso del territorio	Limite diurno (06-22) LAeq [dBA]	Limite notturno (22-06) LAeq [dBA]
Tutto il territorio Nazionale	70	60

Tabella 3 – Valori limite assoluti di immissione art 6.

Il presente documento, in maniera completamente volontaria, vuole considerare, a tutto vantaggio delle condizioni di confort acustico, future e non certe decisioni urbanistiche e non definitive maggiormente restrittive dei limiti in vigore. A tal fine, a parere del dichiarante Tecnico competente in acustica ambientale, reputa le condizioni verosimili di classificazione del sito in classe III ai sensi del D.P.C.M., riportati in tabella 1 del presente documento (al presente paragrafo), e gli stessi risultano anche essi rispettati secondo la simulazione del presente documento.





#### 4. DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'opera di cui trattasi è descritta come precedentemente riportato, con dati desunti dalla documentazione progettuale:

#### **INQUADRAMENTO**

Il sito di installazione ricade nel territorio amministrativo dei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni e Latiano (BR), a circa 3,5 km a sud - ovest dal centro abitato di San Vito dei Normanni, a circa 8,0 km a sud-est dal centro abitato del Comune di Ceglie Messapica, a circa 5,8 km a est dal centro abitato di Villa Castelli, a circa 5 km a nord dal centro abitato di Francavilla Fontana e a circa 7,6 km a nord-ovest dal centro abitato di Mesagne.

#### **PROPONENTE**

**Brown Energy Srl**

Sede Legale: Zona Industriale lotto n. 31 di San Marzano di San Giuseppe (TA)

#### **DISPONIBILITÀ DEL SITO**

Esproprio per pubblica utilità.

#### **POTENZA MASSIMA IMPIANTO**

66.00 MW

È previsto che la connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale avvenga in corrispondenza della Stazione Elettrica 380/150 kV di nuova realizzazione nel Comune di Latiano, da inserire in entra-esce alla linea RTN a 380 kV "Brindisi - Taranto N2. Gli aerogeneratori sono posizionati lungo strade comunali esistenti che dovranno essere soggette ad interventi di adeguamento delle caratteristiche dimensionali laddove necessario, e saranno utilizzate per accedere ad ognuna delle piattaforme degli aerogeneratori alla sottostazione di trasformazione, sia durante la fase di esecuzione delle opere che nella successiva manutenzione del parco eolico.

L'esatta posizione degli aerogeneratori è diretta conseguenza dello studio del regime eolico effettuato con l'installazione di una torre di misura anemometrica e l'elaborazione dei dati ottenuti tramite un programma di simulazione.

Adottando il sistema cartesiano di riferimento WGS 84 UTM Zona 33 N, le coordinate degli aerogeneratori sono le seguenti:



## 5. INQUADRAMENTO DELL'AREA OGGETTO DELL'INTERVENTO

Inquadramento su base Ortofoto - Scala 1:100.000

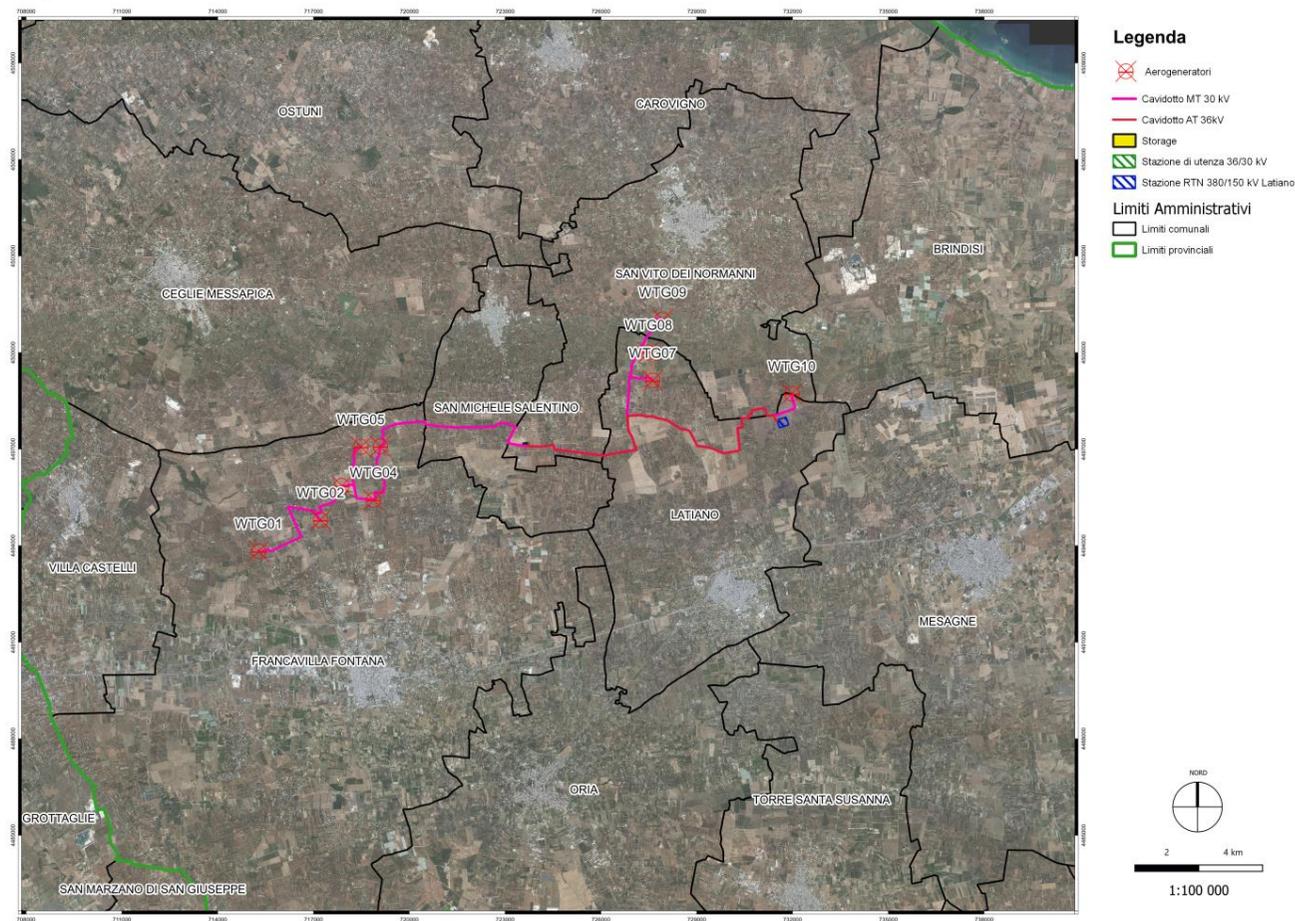


Figura 1 - Inquadramento dell'area



## 6. RICETTORI

I ricettori sensibili individuabili nella zona ove sorgerà l'impianto sono i seguenti, identificati nella seguente tabella e graficamente nel modello di simulazione (coordinate sul piano di simulazione del modello, per la ubicazione si rimanda alla doc. progettuale):

9

nome ricettore	x	y	Z(m)
Ricettore 1	17,54265169	40,56582111	1
Ricettore 2	17,55130901	40,56291725	1
Ricettore 3	17,56235919	40,57830317	1
Ricettore 4	17,56264368	40,57822	1
Ricettore 5	17,56695292	40,57356163	1
Ricettore 6	17,56924394	40,57909334	1
Ricettore 7	17,56924394	40,57909334	1
Ricettore 8	17,57093511	40,58140704	1
Ricettore 9	17,57349986	40,58330509	1
Ricettore 10	17,57349986	40,58330509	1
Ricettore 11	17,58824895	40,59835466	1
Ricettore 12	17,58824895	40,59835466	1
Ricettore 13	17,58782041	40,60075378	1
Ricettore 14	17,58880208	40,59904638	1
Ricettore 15	17,58967891	40,59743099	1
Ricettore 16	17,59643454	40,60087095	1
Ricettore 17	17,60191774	40,59776219	1
Ricettore 18	17,60392939	40,59896309	1



nome ricettore	x	y	Z(m)
Ricettore 19	17,60173229	40,59432715	1
Ricettore 20	17,60173229	40,59432715	1
Ricettore 21	17,59991052	40,59265117	1
Ricettore 22	17,60062289	40,58974286	1
Ricettore 23	17,60032496	40,58717495	1
Ricettore 24	17,59699188	40,58667672	1
Ricettore 25	17,68763843	40,61081863	1
Ricettore 26	17,68776319	40,61130979	1
Ricettore 27	17,69359886	40,60852117	1
Ricettore 28	17,69687226	40,60937111	1
Ricettore 29	17,70511509	40,61228935	1
Ricettore 30	17,69014229	40,60591846	1
Ricettore 31	17,68850618	40,61619474	1
Ricettore 32	17,70024195	40,6264664	1
Ricettore 33	17,70030515	40,62710118	1
Ricettore 34	17,70151987	40,62991725	1
Ricettore 35	17,70078628	40,63309531	1
Ricettore 36	17,69230287	40,63325517	1
Ricettore 37	17,68995242	40,63284556	1
Ricettore 38	17,69213567	40,62968028	1
Ricettore 39	17,73366843	40,60720517	1
Ricettore 40	17,7187805	40,60260717	1
Ricettore 41	17,75199566	40,60598997	1
Ricettore 42	17,752180	40,606270	1

Si è inoltre proceduta alla analisi ed elaborazione grafica della documentazione ad un'altezza sul suolo di 4 metri, come da mappe di simulazione in allegato. I dati risultano essere di fatto sovrapponibili.

## 7. VISUAL GRAFICO DEI RECETTORI SENSIBILI

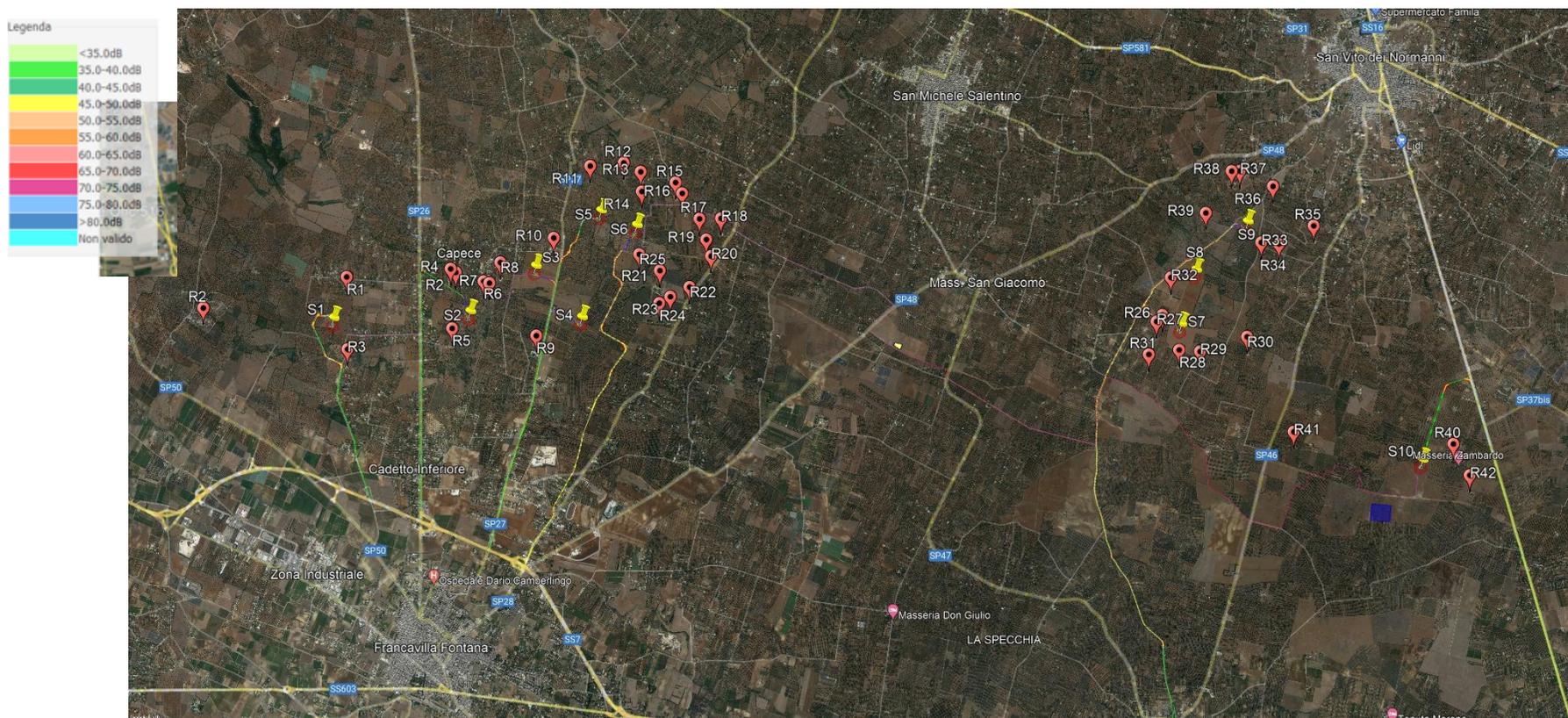


Figura 2 - Inquadramento dell'area con individuazione dei ricettori sensibili

*A seguito di sopralluogo e verifiche puntuali in campo con idonea strumentazione conforme agli standard normativi, in valido periodo di taratura ed a completa disposizione del tecnico incaricato, non si è reputato necessario procedere ad ulteriori sessioni fonometriche tenuto conto della scientifica constatazione della preesistente presenza di sorgenti poco emettitive e distanze tra sorgenti e ricettori assai considerevoli.*



## 8. Descrizione del modello matematico di simulazione acustica:

La determinazione dei contributi ai livelli acustici attuali è stata eseguita con l'ausilio del modello previsionale di calcolo SoundPLAN della soc. Braunstein + Bernt GmbH.

La scelta di applicare tale software di simulazione è stata effettuata in considerazione delle caratteristiche del modello, del livello di dettaglio che è in grado di raggiungere e, inoltre, della sua affidabilità ampiamente garantita dalle applicazioni in industriale, già effettuate in altri studi analoghi.

SoundPLAN è un modello previsionale ad "ampio spettro" in quanto permette di studiare fenomeni acustici generati da rumore stradale, ferroviario e industriale utilizzando di volta in volta gli standard internazionali più ampiamente riconosciuti.

Nel caso specifico si utilizza come riferimento la norma ISO 9613 "dedicata" al problema della propagazione in ambiente esterno.

Tale metodo è indicato quale riferimento dalla bozza di direttiva europea in materia di inquinamento acustico ambientale.

Vengono di seguito descritte le modalità con le quali è stato effettuato l'inserimento dei dati nel modello di simulazione, nonché i dati delle sorgenti ed i parametri acustici adottati nell'applicazione del SoundPLAN.

Come base cartografica è stata utilizzata la Cartografia digitale relativa al progetto, attraverso la quale sono state caricate nel modello tutte le informazioni relative alle sorgenti ed ai ricettori.

Successivamente, per assegnare l'elevazione ad ognuno degli oggetti presenti sulla mappa è stato creato un modello digitale del terreno DGM che definisce una superficie sull'intera area di calcolo attraverso una triangolazione che unisce tutti i punti dei quali è nota la quota.

La mappa è stata calcolata ad un'altezza da terra pari a 1 metri, corrispondente al primo piano degli edifici circostanti.



## **Modello ISO 9613-2**

La norma internazionale ISO 9613 è dedicata alla modellizzazione della propagazione acustica nell'ambiente esterno, ma non fa riferimento alcuno a sorgenti specifiche di rumore (traffico, rumore industriale...), anche se è invece esplicita nel dichiarare che non si applica al rumore aereo (durante il volo dei velivoli) e al rumore generato da esplosioni di vario tipo. L'Unione Europea ha scelto tale norma come riferimento per la modellizzazione del rumore industriale.

È dunque una norma di tipo ingegneristico rivolta alla previsione dei livelli sonori sul territorio, che prende origine da una esigenza nata dalla norma ISO 1996 del 1987, che richiedeva la valutazione del livello equivalente ponderato "A" in condizioni meteorologiche "favorevoli alla propagazione del suono"; la norma ISO 9613 permette, in aggiunta, il calcolo dei livelli sonori equivalenti "sul lungo periodo" tramite una correzione forfettaria.

La prima parte della norma (ISO 9613-1:1993) tratta esclusivamente il problema del calcolo dell'assorbimento acustico atmosferico, mentre la seconda parte (ISO 9613-2:1996) tratta in modo complessivo il calcolo dell'attenuazione acustica dovuta a tutti i fenomeni fisici di rilevanza più comune, ossia:

- la divergenza geometrica;
- l'assorbimento atmosferico;
- l'effetto del terreno: le riflessioni da parte di superfici di vario genere;
- l'effetto schermante di ostacoli;
- l'effetto della vegetazione e di altre tipiche presenze (case, siti industriali).

La norma ISO, come abbiamo già rimarcato, non si addentra nella definizione delle sorgenti, ma specifica unicamente criteri per la riduzione di sorgenti di vario tipo a sorgenti puntiformi.

In particolare, viene specificato come sia possibile utilizzare una sorgente puntiforme solo qualora sia rispettato il seguente criterio:

$$d > 2 H_{\max}$$

dove  $d$  è la distanza reciproca fra la sorgente e l'ipotetico ricevitore, mentre  $H_{\max}$  è la dimensione maggiore della sorgente.

L'equazione che permette di determinare il livello sonoro  $L_{AT}(DW)$  in condizioni favorevoli alla propagazione in ogni punto ricevitore è la seguente:

$$L_{AT}(DW) = L_w + D_c - A$$



dove  $L_w$  è la potenza sonora della sorgente (espressa in bande di frequenza di ottava) generata dalla generica sorgente puntiforme,  $D_c$  è la correzione per la direttività della sorgente e  $A$  l'attenuazione dovuti ai diversi fenomeni fisici di cui sopra, espressa da:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}$$

con

$A_{div}$  attenuazione per la divergenza geometrica,

$A_{atm}$  attenuazione per l'assorbimento atmosferico,

$A_{gr}$  l'attenuazione per effetto del terreno,

$A_{bar}$  l'attenuazione di barriera,

$A_{misc}$  l'attenuazione dovuta agli altri effetti non compresi in quelli precedenti.

La condizione di propagazione ottimale, corrispondente alle condizioni di "sottovento" e/o di moderata inversione termica (tipica del periodo notturno), è definita dalla ISO 1996-2 nel modo seguente:

*Direzione del vento compresa entro un angolo di  $\pm 45^\circ$  rispetto alla direzione individuata dalla retta che congiunge il centro della sorgente sonora dominante alla regione dove è situato il ricevitore, con il vento che spira dalla sorgente verso il ricevitore;*

Velocità del vento compresa fra 1 e 5 m/s, misurata ad una altezza dal suolo compresa fra 3 e 11 m.

Allo scopo di calcolare un valore medio di lungo-periodo  $L_{AT}(LT)$ , la norma ISO 9613 propone di utilizzare la seguente relazione:

$$L_{AT}(LT) = L_{AT}(DW) - C_{met}$$

dove  $C_{met}$  è una correzione di tipo meteorologico derivante da equazioni approssimate che richiedono una conoscenza elementare della situazione locale.

$$C_{met} = 0$$

$$\text{per } d_p < 10 (h_s + h_r)$$

$$C_{met} = C_0 [1 - 10(h_s + h_r)/d_p]$$

$$\text{per } d_p > 10 (h_s + h_p)$$

dove

$h_s$  è l'altezza della sorgente dominante,

$h_r$  è l'altezza del ricevitore

$d_p$  la proiezione della distanza fra sorgente e ricevitore sul piano orizzontale.

$C_0$  è una correzione che dipende dalla situazione meteo locale e può variare in una gamma limitata (0-5 dB): la ISO consiglia che debba essere un parametro determinato dall'autorità locale.

 $A_{div}$  : attenuazione dovuta alla divergenza geometrica

La divergenza sferica comporta una diminuzione di 6 dB per raddoppio della distanza  $s - o$

$$\Delta = 10 \cdot \log_{10} 4\pi r^2$$

La divergenza emisferica comporta una diminuzione di 3 dB per raddoppio della distanza  $s - o$

$$\Delta = 10 \cdot \log_{10} 2\pi r^2$$

 $A_{atm}$  : attenuazione dovuta all'assorbimento da parte dell'atmosfera

$$A_{atm} = \alpha d / 1000$$

Calcolo del coefficiente di attenuazione dovuto all'assorbimento atmosferico  $\alpha$

Il coefficiente di attenuazione  $\alpha$ , in dB / metro, dovuto all'assorbimento atmosferico può essere calcolato dalla:

$$\alpha = C_1 \cdot f^2 \cdot \left\{ \left[ C_2 \cdot \frac{P_s}{P_{s0}} \cdot \sqrt{\frac{T}{T_0}} + \left( \frac{T}{T_0} \right)^{\frac{5}{2}} \right] \cdot \left[ C_3 \cdot \frac{e^{-\frac{\theta_0}{T}}}{f_{rO} + \left( \frac{f^2}{f_{rO}} \right)} + C_4 \cdot \frac{e^{-\frac{\theta_N}{T}}}{f_{rN} + \left( \frac{f^2}{f_{rN}} \right)} \right] \right\}$$

con

$C_1, C_2, C_3, C_4$ : costanti disponibili in letteratura

$\theta_0$  e  $\theta_N$  temperature caratteristiche

$f$  : frequenza del suono in esame [Hz]

$T_0$  : temperatura atmosferica di riferimento 293,15 K

$T$  : temperatura atmosferica [K] (253,15 ÷ 323,15 K; -20 ÷ +50 °C)

$P_{s0}$  : pressione atmosferica di riferimento 101,325 Kpa

$P_s$  : pressione atmosferica [Kpa] (< 200 Kpa; 2 atmosfere)

$h$  : concentrazione molare del vapor d'acqua [%] (0,05 ÷ 5 %)

$f_{rO}$ : frequenza di rilassamento dell'ossigeno [Hz]

$f_{rN}$ : frequenza di rilassamento dell'azoto [Hz]

 $A_{gr}$  l'attenuazione per effetto del terreno: metodo completo

Nelle condizioni meteorologiche di propagazione del suono previste dalla norma l'attenuazione dovuta all'interferenza del suono si realizza principalmente in due aree limitate una vicina alla sorgente e una vicina al recettore. Queste due aree hanno rispettivamente estensione massima pari a trenta volte l'altezza della sorgente sul suolo e trenta volte l'altezza del recettore sul suolo.



L'equazione utilizzata è la seguente:

$$A_{gr} = A_s + A_r + A_m$$

dove:

$A_s$ , attenuazione calcolata nella regione della sorgente

$A_r$ : attenuazione calcolata nella regione del recettore

$A_m$ : attenuazione calcolata nella regione di mezzo (che può anche non esserci)

Nella tabella seguente è riportato lo schema di calcolo descritto nella norma

Hz	$A_s, A_r$ (dB)	$A_m$ (dBI)
63	-1,5	-3q
125	-1,5+G·a(h)	-3q(1-Gm)
250	-1,5+G·b(h)	-3q(1-Gm)
500	-1,5+G·c(h)	-3q(1-Gm)
1000	-1,5+G·d(h)	-3q(1-Gm)
2000	-1,5(1-G)	-3q(1-Gm)
4000	-1,5(1-G)	-3q(1-Gm)
8000	-1,5(1-G)	-3q(1-Gm)

Dove:

$$a(h) = 1,5 + 3 \cdot e^{-0,12(h-5)^2} (1 - e^{-d/50}) + 5,7 \cdot e^{-0,09h^2} (1 - e^{-2,8 \cdot 10^{-6} \cdot d^2})$$

$$b(h) = 1,5 + 8,6 \cdot e^{-0,09h^2} (1 - e^{-d/50})$$

$$c(h) = 1,5 + 14 \cdot e^{-0,46h^2} (1 - e^{-d/50})$$

$$d(h) = 1,5 + 5 \cdot e^{-0,9h^2} (1 - e^{-d/50})$$

$h$ : nel calcolo di  $A_s$  rappresenta l'altezza sul suolo in metri della sorgente, nel calcolo di  $A_r$  rappresenta l'altezza sul suolo in metri del recettore

$d$ : è la proiezione sul piano della distanza in metri tra sorgente e recettore

$q$ : se  $d \leq 30 \times (h_s + h_r)$  il termine  $q$  vale 0 altrimenti vale

$$q = 1 - \frac{30(h_s + h_r)}{d}$$

$G$ : Ground factor, fattore che descrive le proprietà acustiche del terreno compreso tra 0 (Hard ground) e 1 (Porous Ground)

Questo metodo è applicabile solo in caso di terreno pianeggiante; per applicare questo metodo è necessario fornire in ogni punto del reticolo di calcolo il valore del coefficiente  $G$ .



In caso di terreno non piatto la ISO 9613-2 fornisce un metodo semplificato che calcola l'attenuazione dovuta al terreno ponderata in curva A (e non quindi in banda d'ottava):

$$A_{gr} = 4,8 - (2h_m / d)(17 + 300 / d) \quad dB$$

17

dove:

$h_m$ : altezza media del raggio di propagazione in metri

$d$ : distanza tra la sorgente e il recettore in metri

questo metodo è applicabile solo quando la propagazione del suono avviene su terreni porosi o prevalentemente porosi.

### $A_{bar}$ l'attenuazione di barriere

Le condizioni per considerare un oggetto come schermo sono le seguenti:

- la densità superficiale dell'oggetto è almeno pari a 10Kg/m<sup>2</sup>
- l'oggetto ha una superficie uniforme e compatta (si ignorano quindi molti impianti presenti in zone industriali)
- la dimensione orizzontale dell'oggetto normale al raggio acustico è maggiore della lunghezza d'onda della banda nominale in esame

Il modello di calcolo valuta solo la diffrazione dal bordo superiore orizzontale secondo l'equazione:

$$A_{bar} = D_z - A_{gr}$$

dove:

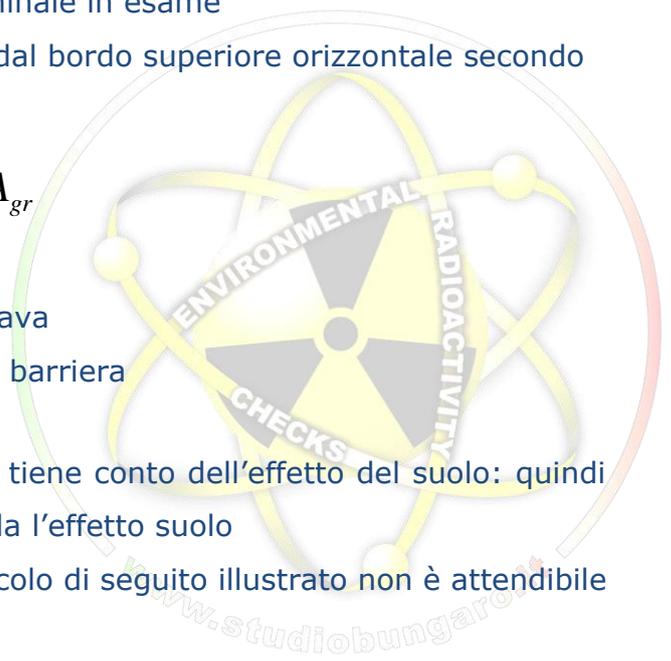
$D_z$  : attenuazione della barriera in banda d'ottava

$A_{gr}$  : attenuazione del terreno in assenza della barriera

- L'attenuazione provocata dalla barriera tiene conto dell'effetto del suolo: quindi in presenza di una barriera non si calcola l'effetto suolo
- Per grandi distanze e barriere alte il calcolo di seguito illustrato non è attendibile
- Si considera solo il percorso principale

L'equazione che descrive l'effetto dello schermo è la seguente:

$$D_z = 10 \log(3 + (C_2 / \lambda) \cdot C_3 \cdot z \cdot K_{met})$$





dove:

$C_2$  : uguale a 20

$C_3$  : vale 1 in caso di diffrazione semplice mentre in caso di diffrazione doppia vale :

$$C_3 = (1 + (5\lambda / e)^2) / (1/3 + (5\lambda / e)^2)$$

18

$\lambda$ : lunghezza d'onda nominale della banda d'ottava in esame

$z$  : differenza tra il percorso diretto del raggio acustico e il percorso diffratto

$K_{met}$  : correzione meteorologica data da:

$$K_{met} = \exp\left(-\frac{1}{2000}\sqrt{d_{ss}d_{sr}d/(2z)}\right)$$

$e$  : distanza tra i due spigoli in caso di diffrazione doppia



In caso di barriere multiple la ISO 96113-2 suggerisce di considerare solo le due barriere più significative

Il calcolo per ogni banda d'ottava viene comunque limitato a 20 dB in caso di diffrazione singola e a 25 dB in caso di diffrazione doppia

Si ricorda che l'orografia è considerata dal modello come una serie di barriere.

L'inserimento dell'orografia nel modello è critico visto che non sempre è possibile approssimare l'orografia come schermi discreti.

$A_{misc}$  l'attenuazione dovuta agli altri effetti non compresi in quelli precedenti

Per quanto riguarda le attenuazioni aggiuntive dovute alla presenza di vegetazione, di siti industriali o di gruppi di case, la ISO 9613 propone alcune relazioni empiriche per il calcolo, che pur avendo una limitata validità possono essere utili in casi particolari.

L'attenuazione dovuta alla vegetazione è molto limitata e si verifica solo se la vegetazione è molto densa al punto da bloccare la vista.



L'attenuazione si verifica solo nei pressi della sorgente e nei pressi del recettore secondo la tabella seguente:

Attenuazione in dB

Per valori di  $d > 200$  metri si prende comunque tale valore come massimo

19

m	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$10 \leq d \leq 20$	0	1	1	1	1	1	2	3
$20 \leq d \leq 200$	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.09	0.12

Attenuazione dovuta a propagazione attraverso siti industriali

L'attenuazione non deve superare 10 dB

non bisogna inserire barriere in una zona acustica

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
dB/m	0	0.015	0.025	0.025	0.02	0.02	0.015	0.015

Attenuazione dovuta a propagazione attraverso siti edificati

$$A_{hous} = 0,1 \cdot B \cdot d$$

dove:

B : densità degli edifici nella zona data dal rapporto tra la zona edificata e la zona libera

d : lunghezza del raggio curvo che attraversa la zona edificata sia nei pressi della sorgente che nei pressi del recettore, calcolato come descritto in precedenza

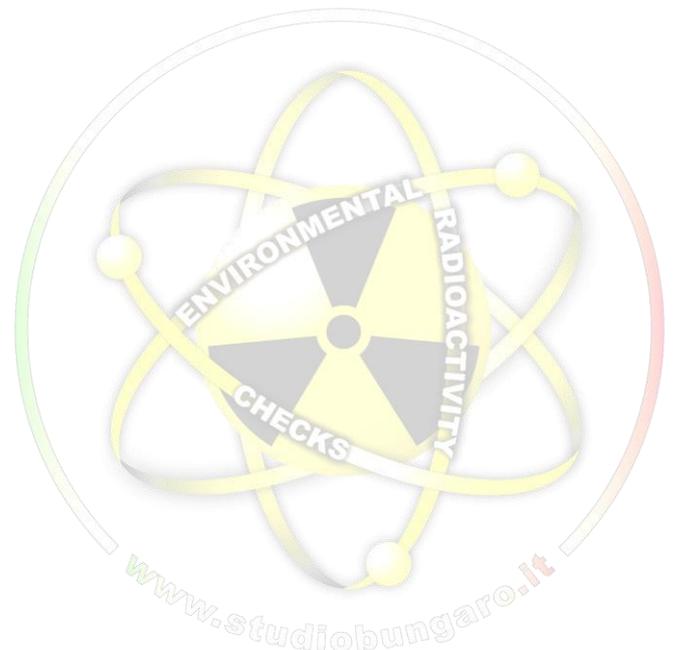
il valore dell'attenuazione non deve superare i 10 dB

Se il valore dell'attenuazione del suolo calcolato come se le case non fossero presenti fosse superiore dell'attenuazione calcolata con l'equazione precedente, allora questa viene trascurata.



Per quanto riguarda l'incertezza associata alla previsione la ISO ipotizza che, in condizioni favorevoli di propagazione (sottovento, DW) e tralasciando l'incertezza con cui si può determinare la potenza sonora della sorgente sonora, nonché problemi riflessioni o schermature, l'accuratezza associabile alla previsione di livelli sonori globali sia quella presentata nella tabella sottostante.

<b>Altezza media di ricevitore e sorgente [m]</b>	<b>Distanza 0 &lt; d &lt; 100 m</b>	<b>Distanza 100 m &lt; d &lt; 1000 m</b>
0 < h < 5	± 3 dB	± 3 dB
5 < h < 30	± 1 dB	± 3 dB





## 9. SORGENTI

Le sorgenti considerate nel presente impianto sono essenzialmente rappresentate da

- Aerogeneratori

Si rimanda alla relazione tecnica prodromica al presente documento la trattazione analitica delle stesse. Si riporta appresso il contributo acustico delle stesse come simulato.

21

name	x	y	Z (m)	global [dBA]
WTG01	17,5430861	40,5672556	115,00	104,03
WTG02	17,5663028	40,5754333	115,00	104,03
WTG03	17,5745111	40,5848667	115,00	104,03
WTG04	17,5860972	40,5806389	115,00	104,03
WTG05	17,5819861	40,5955944	115,00	104,03
WTG06	17,5891889	40,5955778	115,00	104,03
WTG07	17,6906139	40,6117167	115,00	104,03
WTG08	17,6893944	40,6195833	115,00	104,03
WTG09	17,6949833	40,6286417	115,00	104,03
WTG10	17,7419361	40,6067917	115,00	104,03





## 10. CALCOLO

### 10.1 *Procedura di calcolo*

A seguito delle considerazioni precedenti, per poter determinare il livello di pressione acustica nei ricettori si utilizza genericamente la seguente formula

$$L_p = L_w - 20 \log(d) - 8$$

Dove:

$L_p$  = livello di Pressione alla distanza  $d$

$L_w$  = livello di Potenza della sorgente

$d$  = distanza dalla sorgente

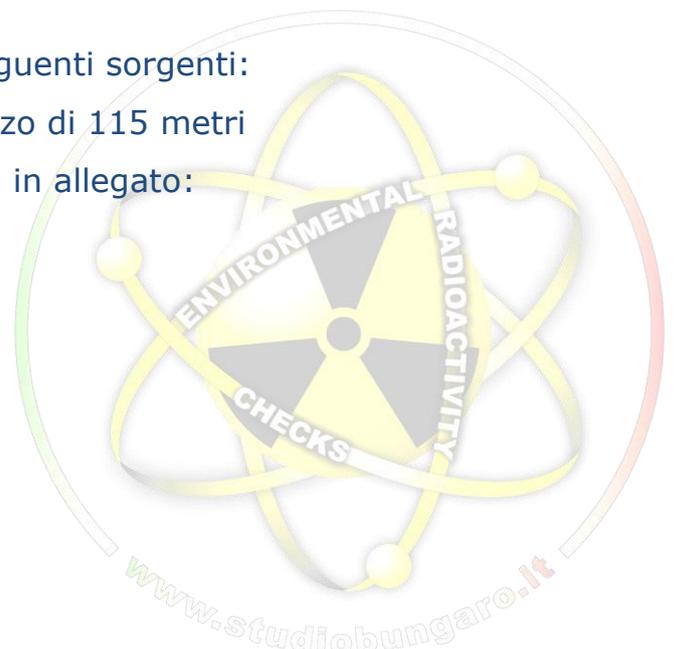
Il sistema algoritmico di calcolo invece involupa e tiene conto dei dati del terreno, dell'aria, e di tutte le variabili connesse ed interconnesse come appresso riportato, tanto da poter essere affidabile e predittivo nella realtà ipotizzata aumentando la attendibilità di semplificati astratti modelli semisferici.

### 10.2 *Sorgenti*

Nel modello vengono identificate le seguenti sorgenti:

n.10 aerogeneratori con altezza al mozzo di 115 metri

Con emissioni spettrali come da tabella in allegato:





**11. Analisi acustica delle sorgenti (con simulazione completa dello spettro acustico)**

Si riportano in allegato i dati di input della simulazione (con simulazione completa dello spettro acustico)

name	x	y	z	63Hz (dBA)	125Hz (dBA)	250Hz (dBA)	500Hz (dBA)	1kHz (dBA)	2kHz (dBA)	4kHz (dBA)	8kHz (dBA)	Global (dBA)
WTG01	17,5430861	10,5672556	115,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	104,03
WTG02	17,5663028	10,5754333	115,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	104,03
WTG03	17,5745111	10,5848667	115,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	104,03
WTG04	17,5860972	10,5806389	115,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	104,03
WTG05	17,5819861	10,5955944	115,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	104,03
WTG06	17,5891889	10,5955778	115,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	104,03
WTG07	17,6906139	10,6117167	115,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	104,03
WTG08	17,6893944	10,6195833	115,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	104,03
WTG09	17,6949833	10,6286417	115,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	104,03
WTG10	17,7419361	10,6067917	115,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	104,03

*\* i dati aberranti/trascurabili vengono trattati, come da letteratura scientifica, assimilabili al livello di pressione sonora residuo, cosiddetto “di fon*



**12. Risultati analitici ai recettori (con simulazione completa dello spettro acustico)**

name	x	y	z	63Hz (dBA)	125Hz (dBA)	250Hz (dBA)	500Hz (dBA)	1kHz (dBA)	2kHz (dBA)	4kHz (dBA)	8kHz (dBA)	Global (dBA)
<b>Ricettore 1</b>	17,54265169	40,56582111	1	29,67	25,91	23,44	22,21	24,35	23,51	19,42	16,08	<b>35,57</b>
<b>Ricettore 2</b>	17,55130901	40,56291725	1	20,89	15,71	13,56	14,78	17,47	18,42	18,18	16,08	<b>25,76</b>
<b>Ricettore 3</b>	17,56235919	40,57830317	1	29,23	25,38	22,97	21,77	23,88	23,0228	19,16	16,08	<b>35,07</b>
<b>Ricettore 4</b>	17,56264368	40,57822	1	30,34	26,39	24,00	22,51	24,42	23,34	19,24	16,08	<b>36,03</b>
<b>Ricettore 5</b>	17,56695292	40,57356163	1	31,73	28,34	25,60	24,32	26,56	25,81	21,13	16,10	<b>37,89</b>
<b>Ricettore 6</b>	17,56924394	40,57909334	1	33,37	30,10	27,31	26,02	28,29	27,52	22,56	16,14	<b>39,64</b>
<b>Ricettore 7</b>	17,56924394	40,57909334	1	32,95	29,49	26,83	25,47	27,63	26,69	21,54	16,10	<b>39,06</b>
<b>Ricettore 8</b>	17,57093511	40,58140704	1	32,43	28,76	26,25	24,80	26,83	25,73	20,61	16,09	<b>38,38</b>



name	x	y	z	63Hz (dBA)	125Hz (dBA)	250Hz (dBA)	500Hz (dBA)	1kHz (dBA)	2kHz (dBA)	4kHz (dBA)	8kHz (dBA)	Global (dBA)
<b>Ricettore 9</b>	17,57349986	40,58330509	1	29,55	25,15	23,02	21,32	22,87	21,46	18,42	16,08	<b>34,86</b>
<b>Ricettore 10</b>	17,57349986	40,58330509	1	33,45	30,00	27,34	25,94	28,08	27,11	22,01	16,12	<b>39,57</b>
<b>Ricettore 11</b>	17,58824895	40,59835466	1	30,94	27,06	24,66	23,21	25,15	24,02	19,54	16,08	<b>36,72</b>
<b>Ricettore 12</b>	17,58824895	40,59835466	1	30,01	25,80	23,62	22,10	23,89	22,59	18,71	16,08	<b>35,54</b>
<b>Ricettore 13</b>	17,58782041	40,60075378	1	29,82	25,57	23,41	21,90	23,66	22,36	18,62	16,08	<b>35,32</b>
<b>Ricettore 14</b>	17,58880208	40,59904638	1	33,40	30,11	27,36	26,10	28,37	27,55	22,34	16,12	<b>39,67</b>
<b>Ricettore 15</b>	17,58967891	40,59743099	1	28,24	23,78	21,63	20,15	21,83	20,77	18,34	16,08	<b>33,52</b>
<b>Ricettore 16</b>	17,59643454	40,60087095	1	28,07	23,59	21,44	19,96	21,64	20,64	18,33	16,08	<b>33,32</b>
<b>Ricettore 17</b>	17,60191774	40,59776219	1	26,88	22,23	20,04	18,62	20,28	19,62	18,22	16,08	<b>31,93</b>



name	x	y	z	63Hz (dBA)	125Hz (dBA)	250Hz (dBA)	500Hz (dBA)	1kHz (dBA)	2kHz (dBA)	4kHz (dBA)	8kHz (dBA)	Global (dBA)
<b>Ricettore 18</b>	17,60392939	40,59896309	1	25,14	20,31	17,96	16,89	18,72	18,78	18,19	16,08	<b>29,95</b>
<b>Ricettore 19</b>	17,60173229	40,59432715	1	26,15	21,41	19,15	17,81	19,48	19,13	18,20	16,08	<b>31,07</b>
<b>Ricettore 20</b>	17,60173229	40,59432715	1	25,46	20,66	18,32	17,10	18,85	18,82	18,19	16,08	<b>30,28</b>
<b>Ricettore 21</b>	17,59991052	40,59265117	1	28,55	24,02	21,88	20,21	21,71	20,50	18,29	16,08	<b>33,71</b>
<b>Ricettore 22</b>	17,60062289	40,58974286	1	25,96	21,19	18,87	17,47	19,08	18,87	18,19	16,08	<b>30,79</b>
<b>Ricettore 23</b>	17,60032496	40,58717495	1	26,80	22,09	19,84	18,27	19,73	19,15	18,19	16,08	<b>31,70</b>
<b>Ricettore 24</b>	17,59699188	40,58667672	1	27,05	22,35	20,13	18,51	19,96	19,28	18,19	16,08	<b>31,97</b>
<b>Ricettore 25</b>	17,68763843	40,61081863	1	31,58	27,70	25,31	23,81	25,72	24,49	19,74	16,08	<b>37,36</b>
<b>Ricettore 26</b>	17,68776319	40,61130979	1	35,89	33,40	30,11	29,13	31,83	31,66	27,87	17,48	<b>42,89</b>



name	x	y	z	63Hz (dBA)	125Hz (dBA)	250Hz (dBA)	500Hz (dBA)	1kHz (dBA)	2kHz (dBA)	4kHz (dBA)	8kHz (dBA)	Global (dBA)
<b>Ricettore 27</b>	17,69359886	40,60852117	1	33,62	30,70	27,70	26,60	29,08	28,58	24,00	16,25	<b>40,21</b>
<b>Ricettore 28</b>	17,69687226	40,60937111	1	30,76	27,21	24,63	23,41	25,60	24,76	20,22	16,09	<b>36,83</b>
<b>Ricettore 29</b>	17,70511509	40,61228935	1	30,26	26,51	24,06	22,78	24,87	23,91	19,60	16,08	<b>36,16</b>
<b>Ricettore 30</b>	17,69014229	40,60591846	1	26,59	21,96	19,87	18,52	20,14	19,48	18,21	16,08	<b>31,66</b>
<b>Ricettore 31</b>	17,68850618	40,61619474	1	28,1	23,85	21,67	20,42	22,33	21,41	18,53	16,08	<b>33,62</b>
<b>Ricettore 32</b>	17,70024195	40,6264664	1	33,63	30,42	27,65	26,43	28,75	27,97	22,74	16,13	<b>39,98</b>
<b>Ricettore 33</b>	17,70030515	40,62710118	1	31,15	27,54	25,02	23,73	25,85	24,90	20,21	16,09	<b>37,17</b>
<b>Ricettore 34</b>	17,70151987	40,62991725	1	28,82	24,65	22,46	21,10	22,96	21,90	18,65	16,08	<b>34,39</b>
<b>Ricettore 35</b>	17,70078628	40,63309531	1	25,78	21,15	19,07	18,00	19,83	19,43	18,22	16,08	<b>30,90</b>



name	x	y	z	63Hz (dBA)	125Hz (dBA)	250Hz (dBA)	500Hz (dBA)	1kHz (dBA)	2kHz (dBA)	4kHz (dBA)	8kHz (dBA)	Global (dBA)
<b>Ricettore 36</b>	17,69230287	40,63325517	1	29,60	25,84	23,41	22,20	24,32	23,44	19,37	16,08	<b>35,51</b>
<b>Ricettore 37</b>	17,68995242	40,63284556	1	28,58	24,49	22,25	21,01	22,98	22,04	18,73	16,08	<b>34,23</b>
<b>Ricettore 38</b>	17,69213567	40,62968028	1	28,86	24,81	22,56	21,29	23,26	22,29	18,81	16,08	<b>34,54</b>
<b>Ricettore 39</b>	17,73366843	40,60720517	1	30,91	26,97	24,70	23,32	25,27	24,02	19,30	16,08	<b>36,70</b>
<b>Ricettore 40</b>	17,7187805	40,60260717	1	29,69	26,20	23,65	22,64	24,93	24,19	19,86	16,08	<b>35,86</b>
<b>Ricettore 41</b>	17,75199566	40,60598997	1	22,31	17,38	15,08	15,24	17,62	18,44	18,18	16,08	<b>27,11</b>
<b>Ricettore 42</b>	17,752180	40,606270	1	26,10	21,74	19,77	18,98	21,06	20,45	18,34	16,08	<b>31,65</b>



## 13. CONCLUSIONI

Alla luce delle analisi effettuate, si deduce che le emissioni acustiche prodotte dall'esercizio dell'impianto da progetto, tenuto conto dei vincoli di progetto, delle macchine ed attrezzature dichiarate al tecnico acustico e nella fase di progetto, risultano essere compatibili con la zona acustica di riferimento e rispettano i limiti legislativi. Tali limiti risultano rispettati anche rispetto alla classificazione acustica presuntiva del sito effettuata volontariamente dal dichiarante Tecnico Competente in Acustica Ambientale, applicabile in caso di eventuali e futuri strumenti urbanistici.

Tale documento, seppur redatto secondo i canoni della buona tecnica vigenti e considerando le verosimili variabili interessate, rappresenta fase previsionale di impatto acustico che si ritiene consigliabile verificare con misura in opera. Lo stesso è composto di n. 30 pagine e 16 allegati.

Taranto, aprile 2023

In fede

Dott. M. Ing. Michele Bungaro

Tecnico Competente in  
Acustica Ambientale della  
Regione Puglia

**Dr. M. Ing. Michele Bungaro**  
Tecnico competente in acustica  
Specialista ASSOACUSTICI  
n° 10148 del 14/1/19  
**E.N.T.E.C.A.**

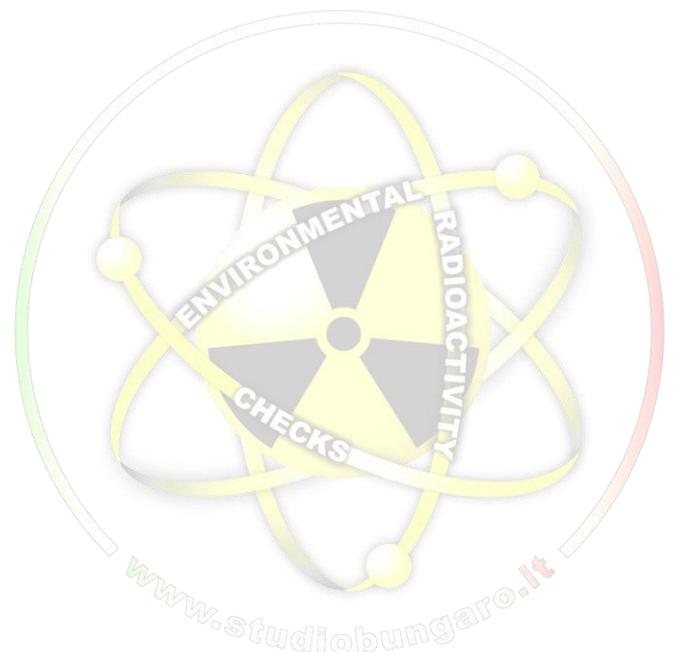
ORDINE INGEGNERI PROVINCIA TARANTO	
Sezione A	
Dott. Ing. BUNGARO Michele n° 2849	Settore: Industriale





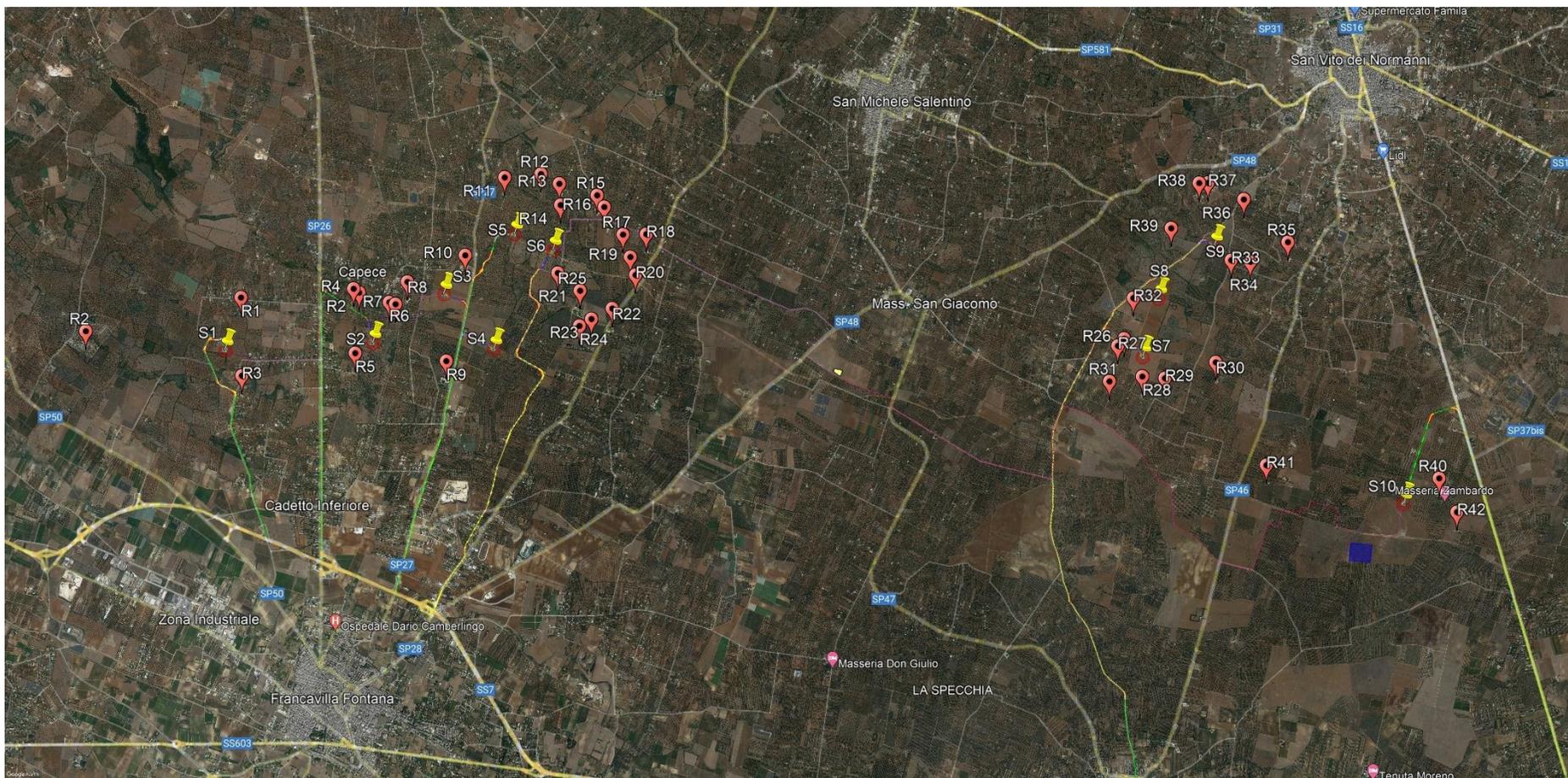
## *Allegati*

### *Mappe del modello di simulazione*





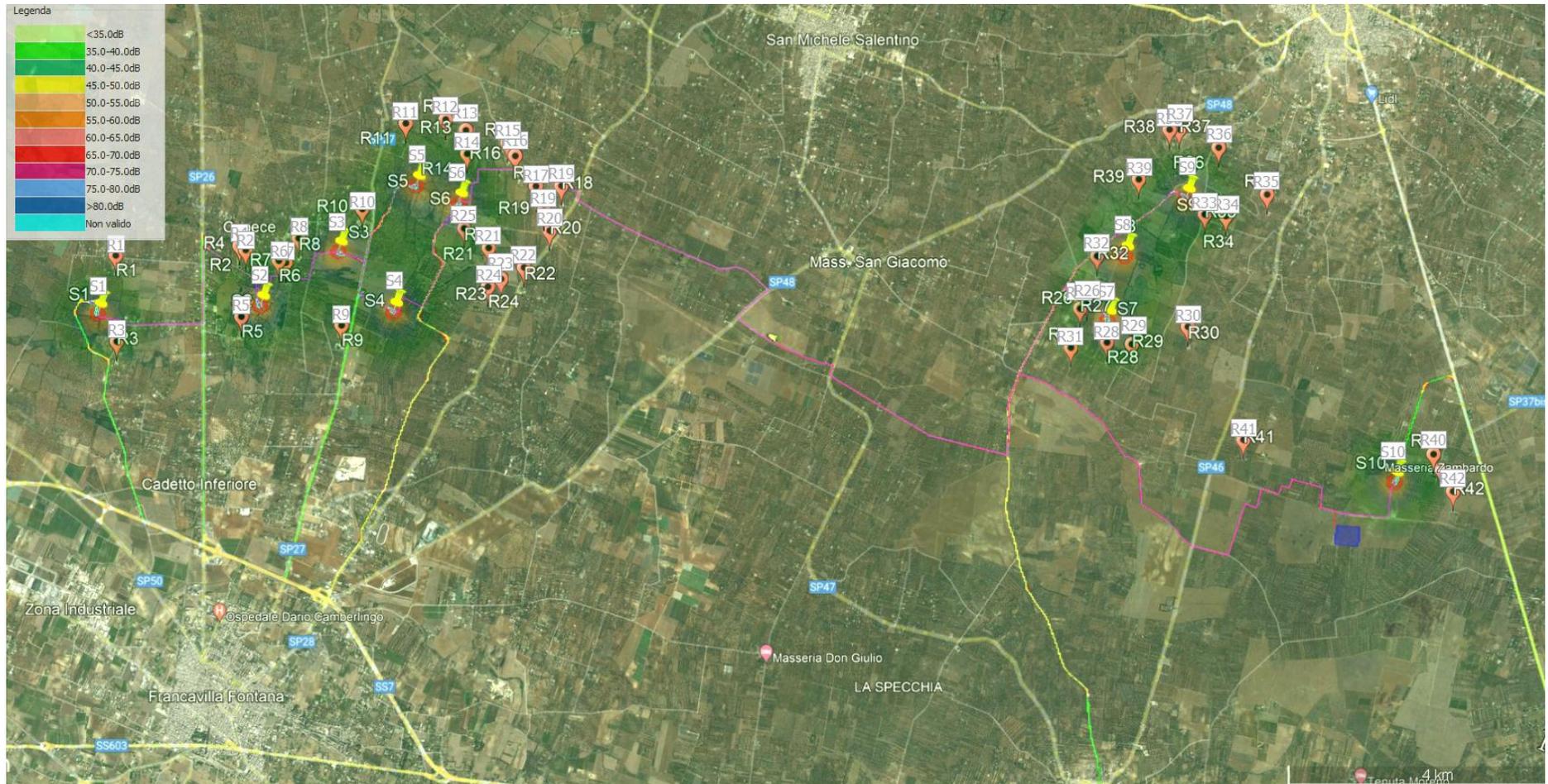
## Modello Globale



1

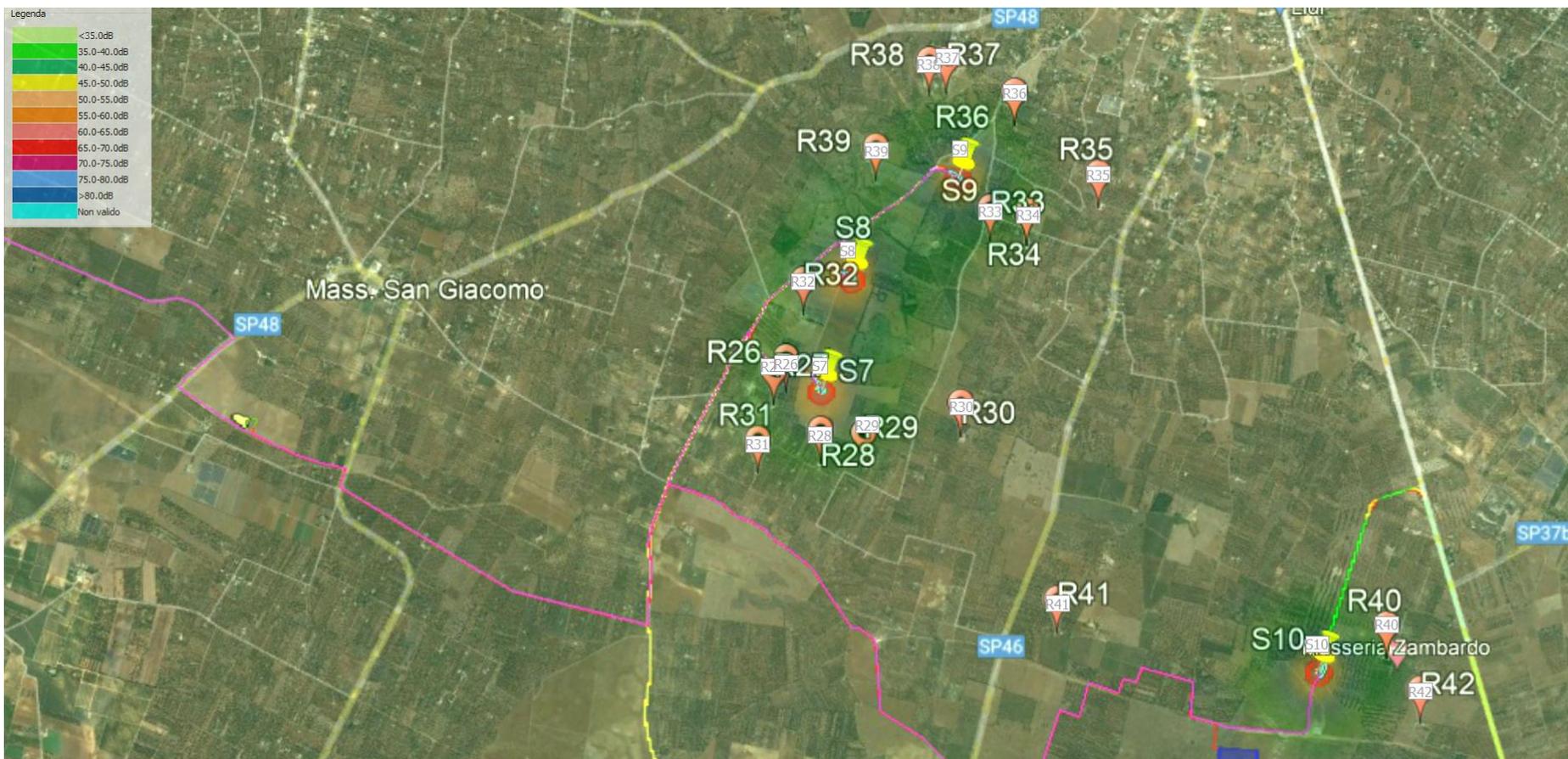


## Simulazione bidimensionale 1



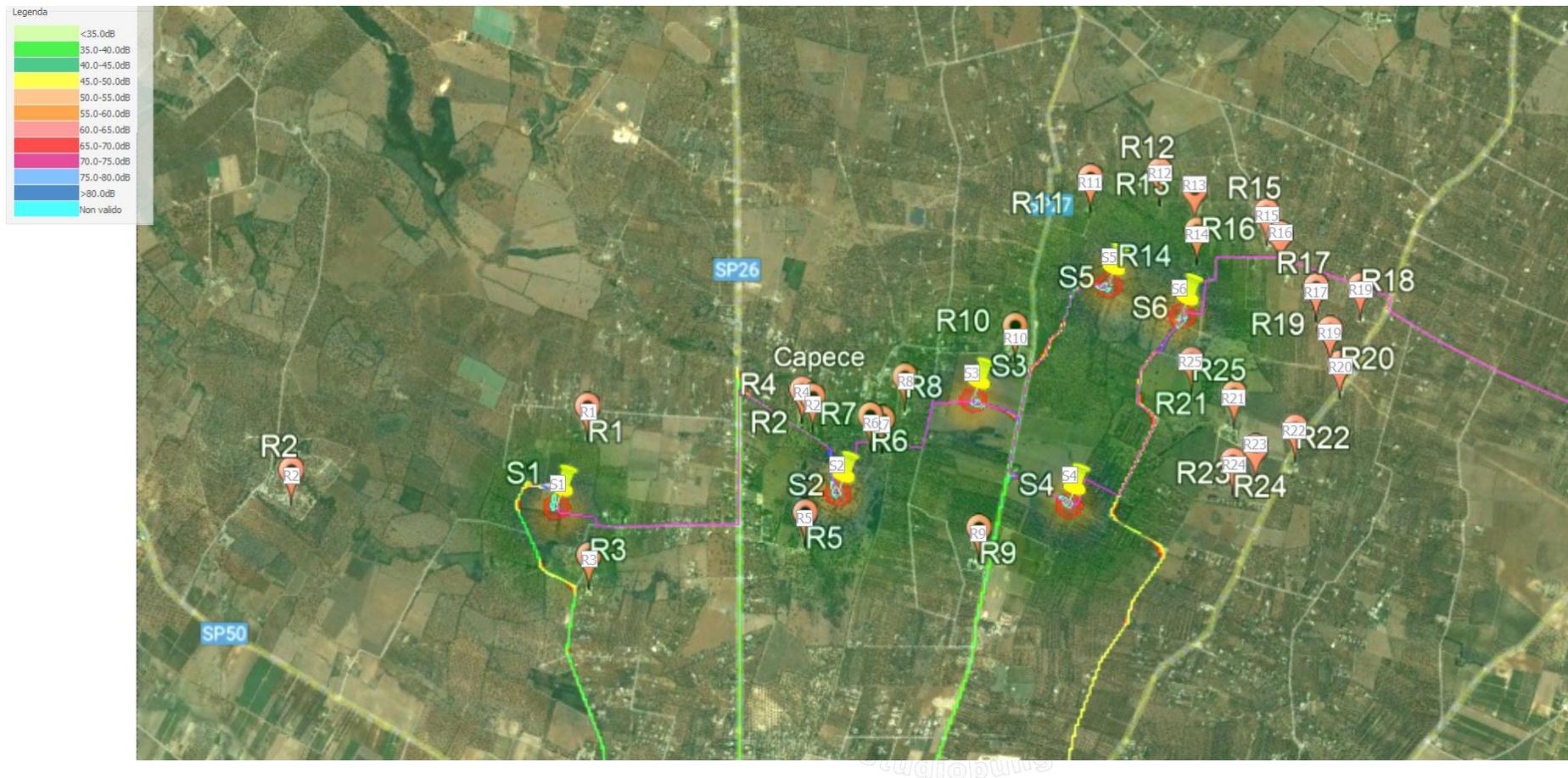


## Simulazione bidimensionale 12





## Simulazione bidimensionale 2





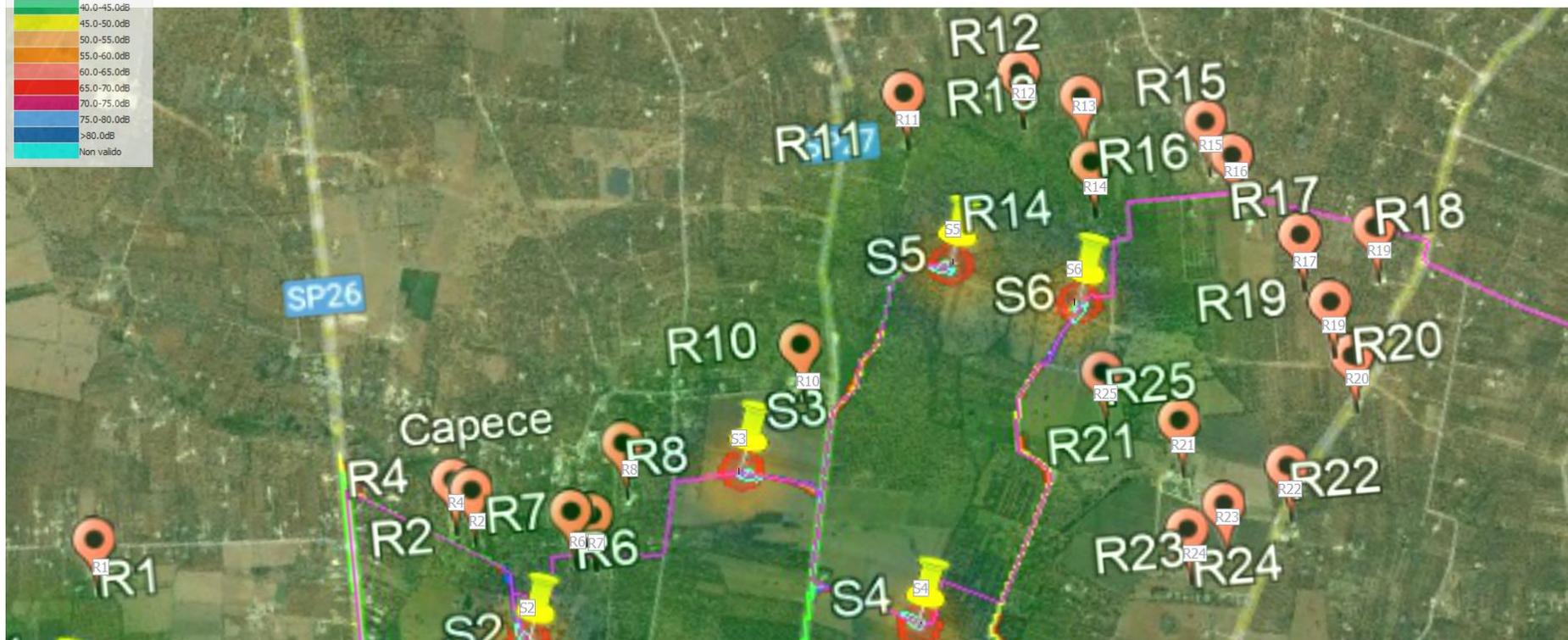
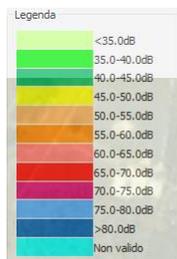
## Simulazione tridimensionale A1



StudioBungaro

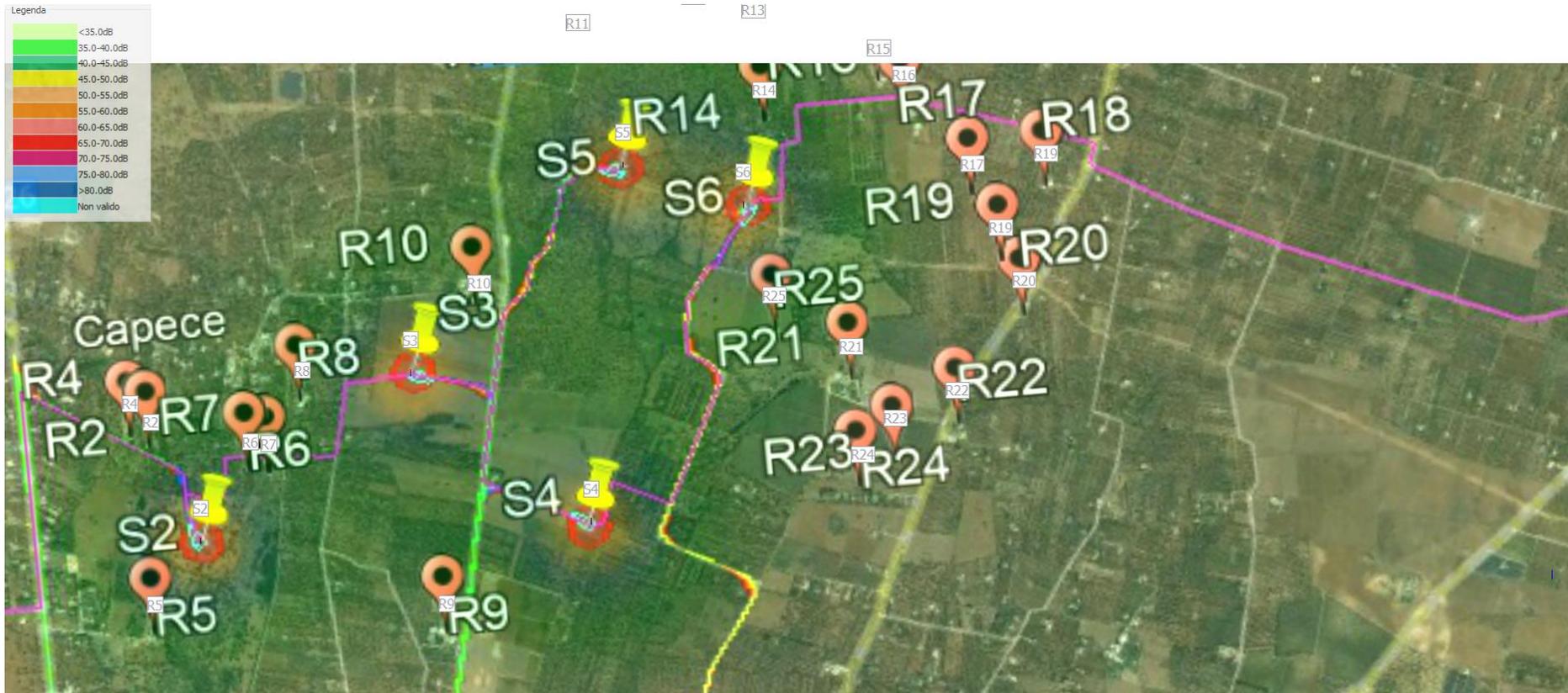


## Simulazione tridimensionale A2



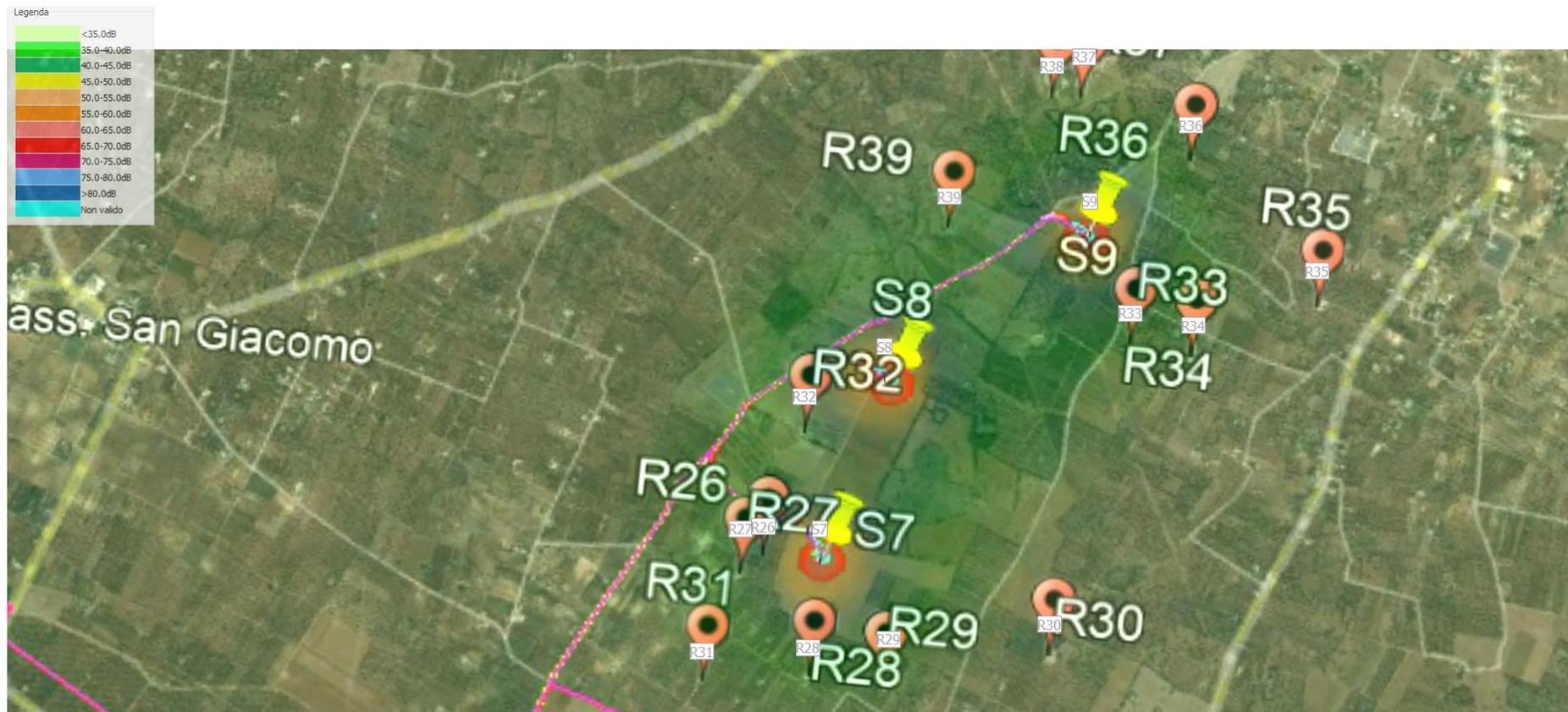


## Simulazione tridimensionale A3





## Simulazione bidimensionale B1



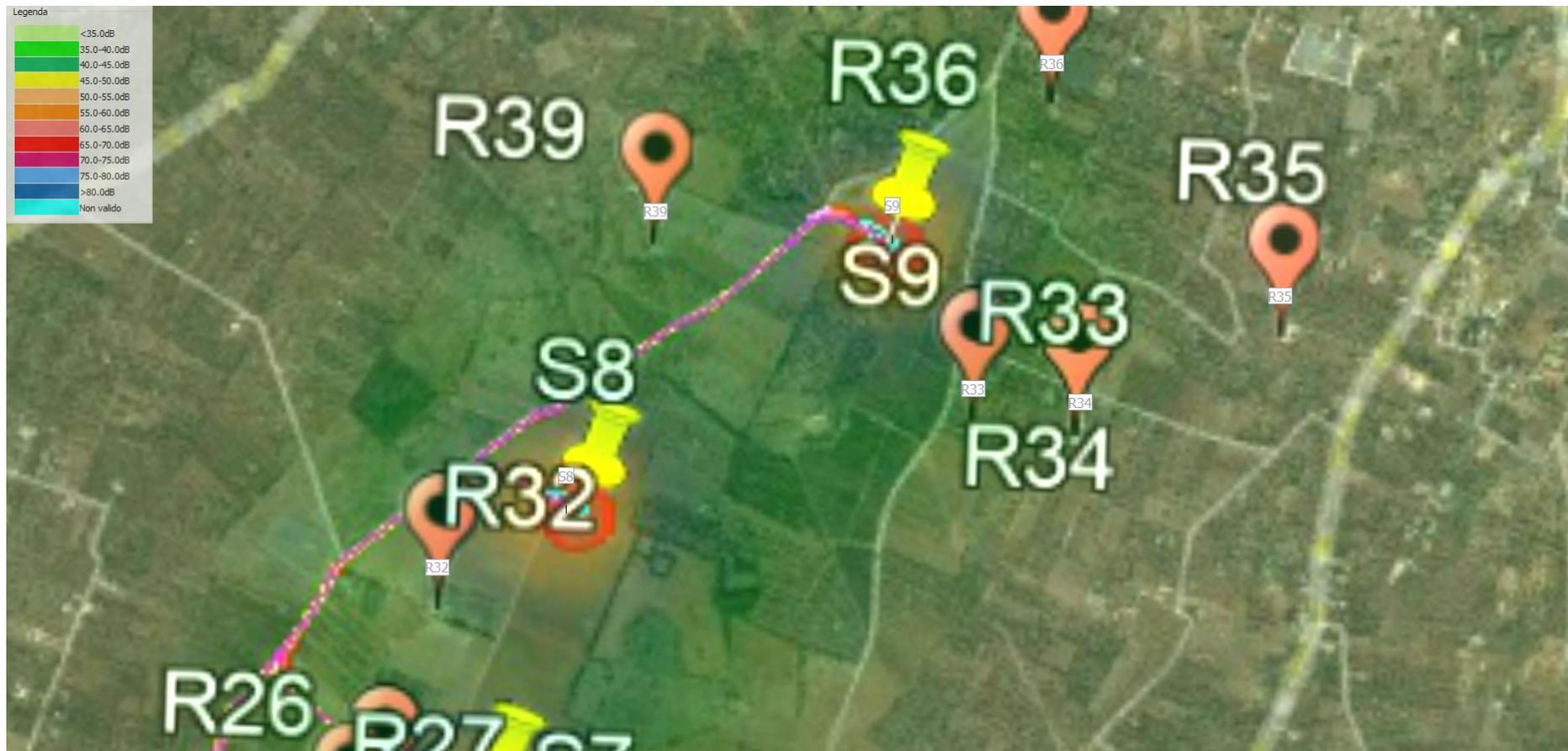


## Simulazione bidimensionale B2



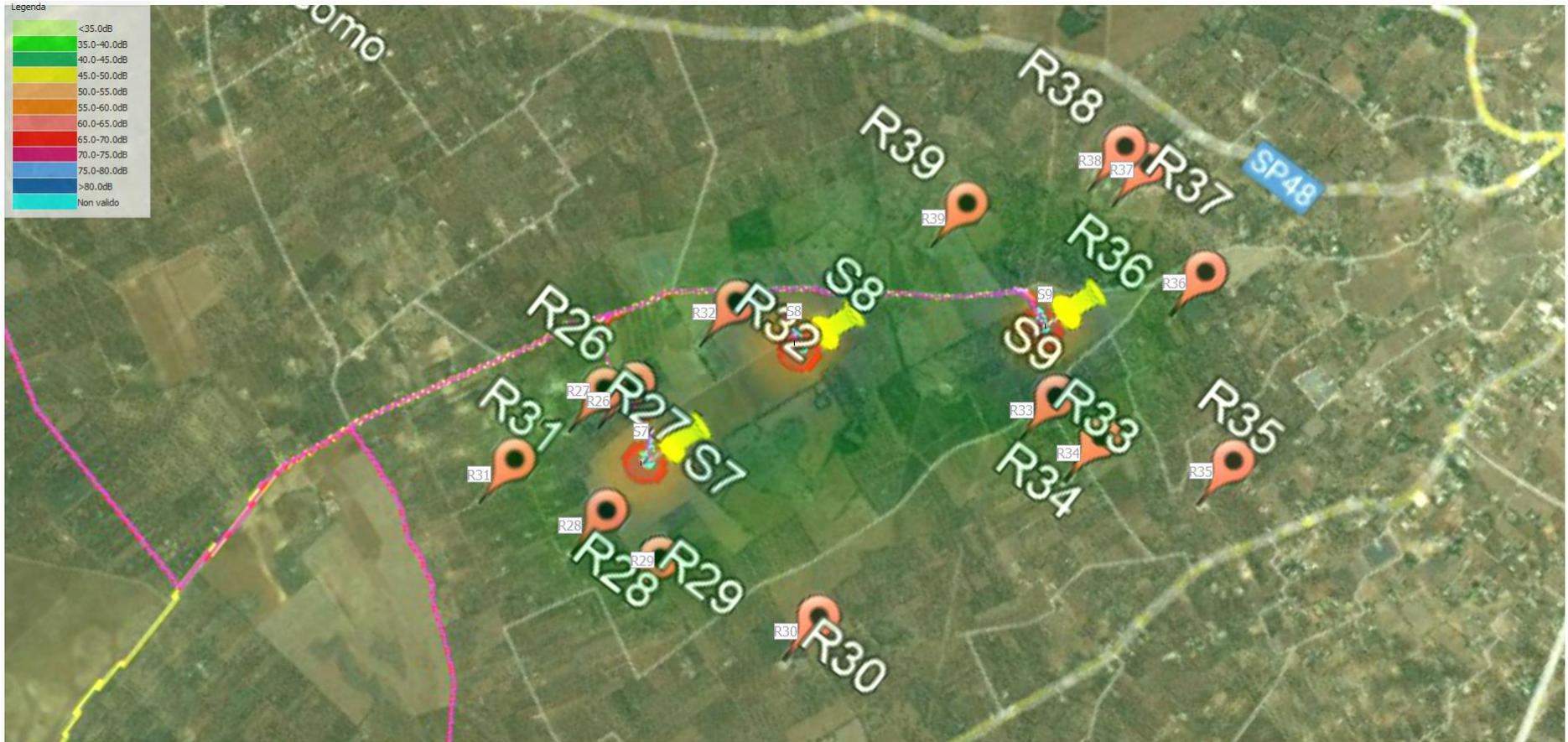


## Simulazione bidimensionale B3



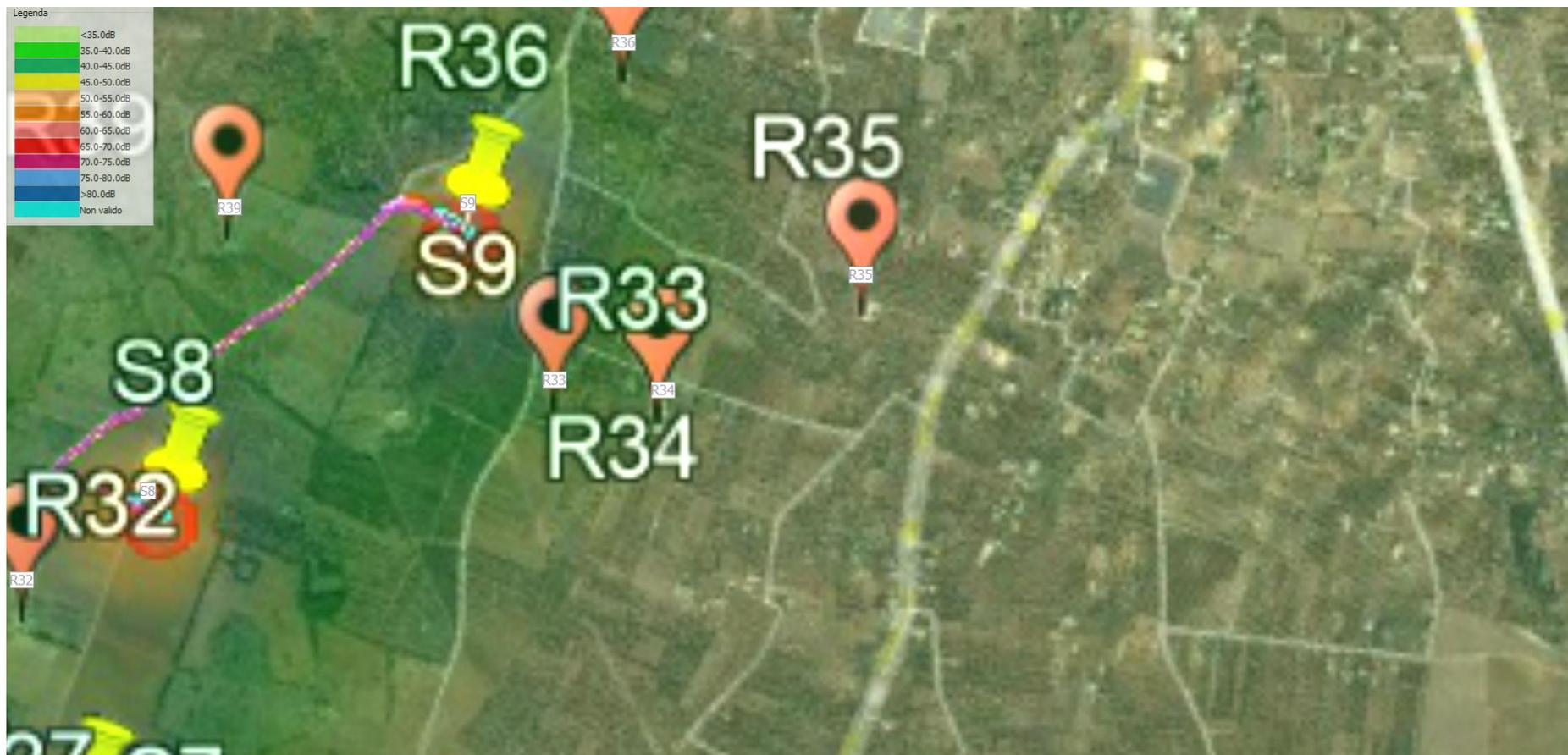


## Simulazione bidimensionale B4





## Simulazione bidimensionale B5



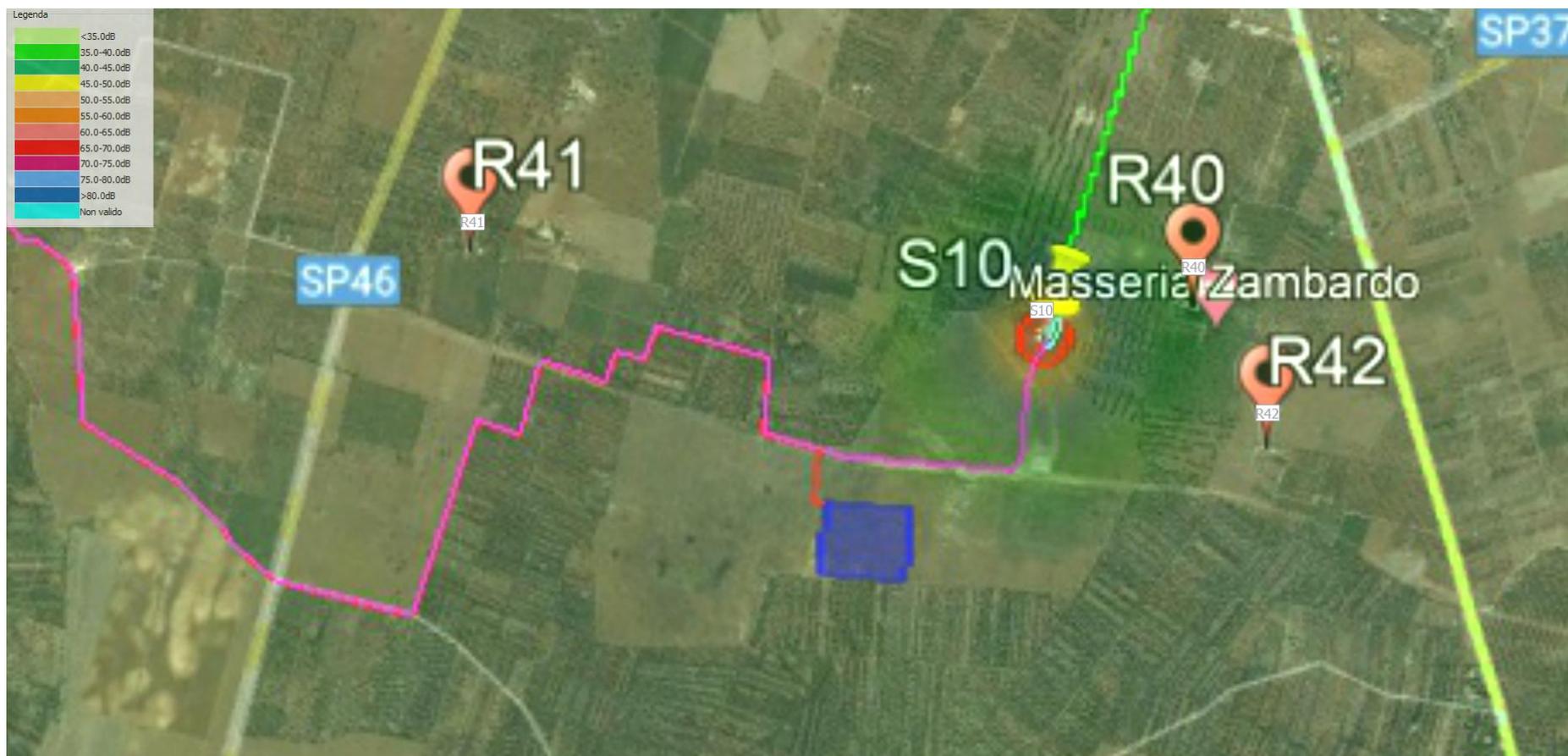


## Simulazione bidimensionale B6





## Simulazione bidimensionale B7





## Simulazione bidimensionale B8





## Simulazione bidimensionale B9

