

Gas Plus Italiana s.r.l.

***Progettazione preliminare della rete di
monitoraggio microsismico per il giacimento
Santa Maria Nuova (AN)***

Oggetto: Progettazione preliminare per rete microsismica Santa Maria Nuova

Cliente: Gas Plus Italiana S.r.l.

ref
 S20MM08

Autori
 Chiara Cocorullo

Date
 19 December 2022

Checked By
 Filippo Di Fronzo – Stefano Limonta

date
 19 December 2022

Cod.
 S20MM08

Version
 Rev. 2 - 19 December 2022

Solgeo S.r.l.
 via Pastrengo 9
 24068 Seriate (BG)- Italy
 Tel. +39035 4520075
 www.solgeo.it e_mail info@solgeo.it



Versione

COD	NOTE
Rev. 00 – Aprile 2020	1 ^a Emissione
Rev. 01 – Novembre 2022	1 ^a Emissione
Rev. 02 – Dicembre 2022	1 ^a Emissione



Indice

1	INTRODUZIONE.....	5
2	DEFINIZIONE DEI VOLUMI DA MONITORARE	5
3	SCELTA DEI SITI.....	8
4	STRUMENTAZIONE	14
4.1	Trasmissione ed elaborazione dei dati	15
4.2	Alimentazione.....	15
	Riferimenti.....	16

Abbreviazioni

Acc.	Accelerometro
BB	Broadband
CIRM	Commissione per gli Idrocarburi e le Risorse Minerarie
DE	Dominio Esteso
DI	Dominio Interno
GPS	Global Positioning System
INGV	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
ILG	Indirizzi e Linee guida MISE
MISE	Ministero dello Sviluppo Economico
RSN	Rete Sismica Nazionale
Sism.	Sismometro
Sup.	Superficie

1 INTRODUZIONE

L'oggetto del presente studio è la progettazione preliminare di una rete di monitoraggio microsismico da realizzare presso la concessione di coltivazione idrocarburi denominata Santa Maria Nuova, sita in provincia di Ancona, di cui è titolare la Società Gas Plus Italiana S.r.l..

La progettazione di questo sistema di monitoraggio è da inserire nell'ambito delle attività di monitoraggio della microsismicità nelle zone in cui vi siano attività antropiche quali sfruttamento di idrocarburi e dell'energia geotermica.

Dal 2014, infatti, è valido il documento *"Indirizzi e linee guida per il monitoraggio della sismicità, delle deformazioni del suolo e delle pressioni di poro nell'ambito delle attività antropiche"* (Dialuce, et al., 2014), da qui in avanti ILG, che prevede il monitoraggio dei suddetti siti, al fine di misurare in continuo l'eventuale sismicità indotta. Le ILG sono state redatte dal Gruppo di Lavoro istituito dalla Commissione per gli Idrocarburi e le Risorse Minerarie (CIRM) del MISE (Ministero dello Sviluppo Economico), in seguito al dibattito che si è generato in occasione del terremoto verificatosi in Emilia-Romagna nel 2012.

Le ILG forniscono riferimenti tecnici per la progettazione delle reti di monitoraggio (riguardo i volumi da monitorare e la strumentazione da utilizzare) e indicano alcuni obiettivi che devono essere soddisfatti in termini, per esempio, di magnitudo locale minima degli eventi localizzati.

2 DEFINIZIONE DEI VOLUMI DA MONITORARE

Il giacimento Santa Maria Nuova ricade nell'omonimo comune, in provincia di Ancona. La Concessione di coltivazione idrocarburi, senza reiniezione, coinvolge il sopracitato comune e, in misura minore, i comuni limitrofi Filottrano e Jesi, della stessa provincia. L'upper level si trova a profondità -608 m slmm ed il lower level a -762 m slmm.

In base alle indicazioni delle ILG riguardo i volumi da monitorare (denominati *Domini di Rilevazione*), si sono individuati i Domini le cui proiezioni in superficie sono mostrate in Figura 1. Il Dominio Interno si estende fino a 4-5 km di profondità, mentre il Dominio Esteso si estende fino a 10 km.

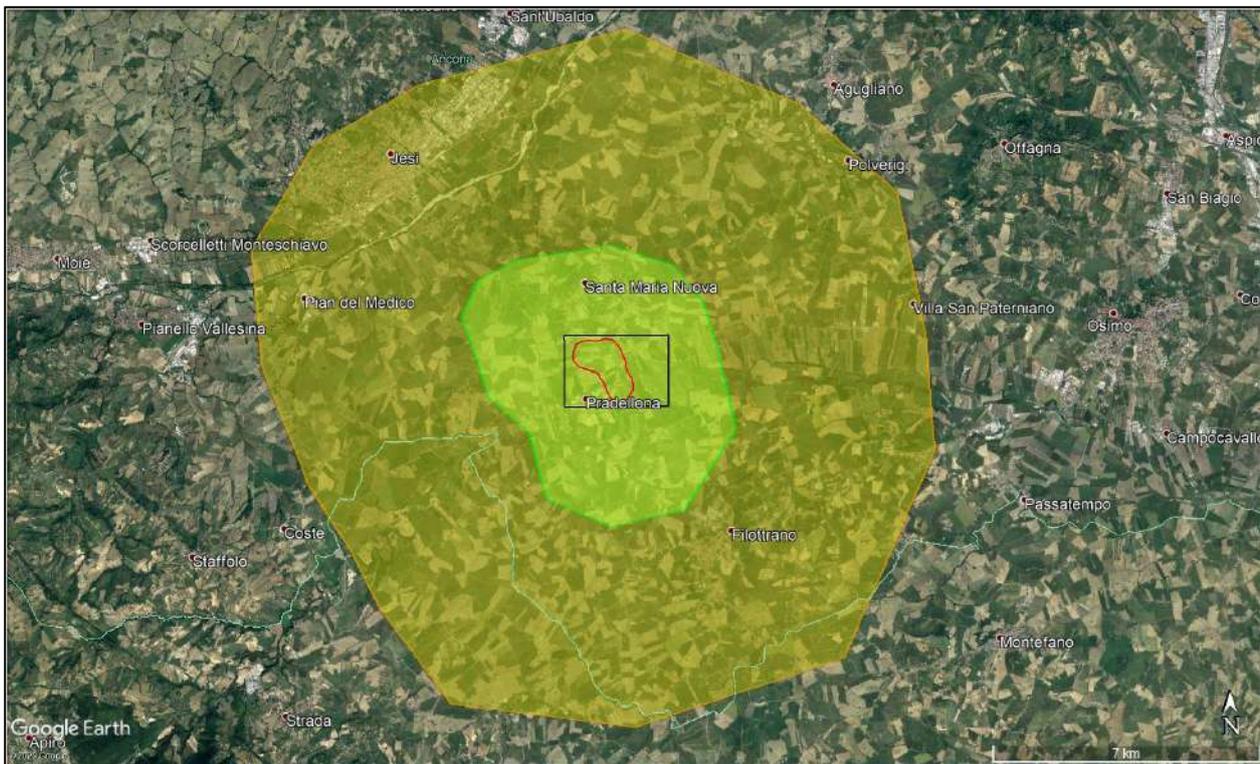


Figura 1: proiezione in superficie del giacimento Santa Maria Nuova (rosso), del Dominio Interno (verde) e del Dominio Esteso (giallo), e limiti della Concessione (nero).

I comuni interessati dai Domini sono: Filottrano, Jesi, Osimo, Santa Maria Nuova (DI) e Agugliano, Cingoli, Montefano, Monte Roberto, Polverigi, San Paolo di Jesi e Staffolo (porzione di DE oltre DI). Solo i comuni di Cingoli e Montefano fanno parte della provincia di Macerata.

In Figura 2 sono mostrati la Concessione, la proiezione in superficie dei bordi del giacimento e dei Domini e i comuni interessati.

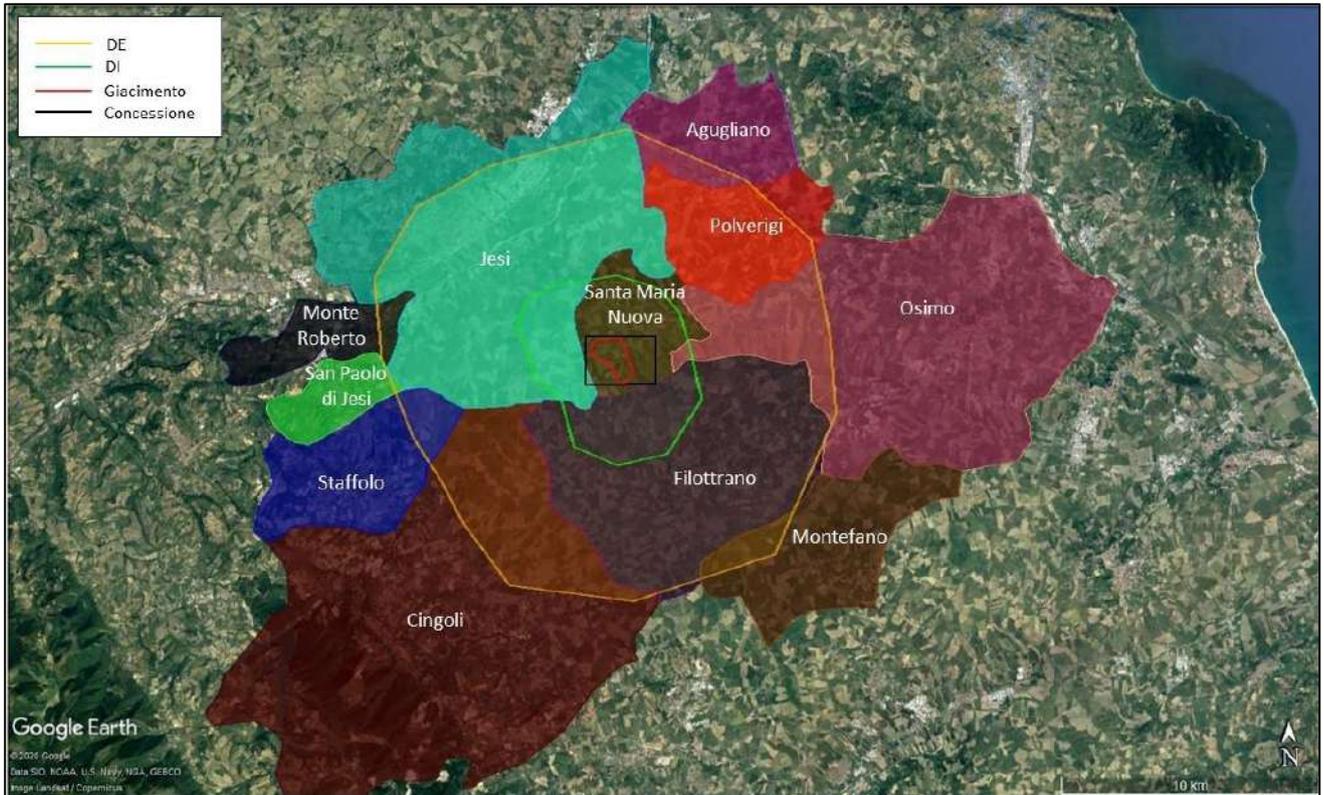


Figura 2: proiezioni in superficie dei Domini di Rilevanza e del giacimento Santa Maria Nuova, limiti della Concessione e Comuni interessati.

3 SCELTA DEI SITI

Poiché le ILG suggeriscono di integrare le reti di monitoraggio con eventuali stazioni sismiche già installate nella zona di interesse, pubbliche o private, si sono individuate le stazioni appartenenti alla Rete Sismica Nazionale, gestita dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia: vi sono 11 stazioni in un raggio di circa 35 km dal centro della zona da monitorare.

Tuttavia, la stazione INGV più vicina dista circa 15 km: tali stazioni, quindi, potranno essere utilizzate per migliorare la localizzazione di eventi sismici che si originano nel DE o con epicentro nei Domini ma a profondità maggiori di quella del DE stesso. Viceversa, la nuova rete microsismica potrà contribuire a infittire la RSN.

In Tabella 1 sono elencate le stazioni INGV in un raggio di 35 km.

Nome Rete	ID Stazione	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Quota [m]	Canali
IV	AOI	43.55	13.60	530	HH*
	ARVD	43.50	12.94	461	HH*
	CIMA	43.31	13.67	163	HN*
	CING	43.38	13.20	626	HH*/HN*
	COR1	43.63	13.00	237	EH*/HN*
	EL6	43.33	13.10	978	EH*
	MMUR	43.44	13.00	800	HN*
	PCRO	43.61	13.53	165	HN*
	PP3	43.38	13.61	21	EH*/HN*
	SENI	43.71	13.23	10	EH*/HN*
	TRE1	43.31	13.31	330	HN*

Tabella 1: stazioni INGV presenti entro 35 km. Sono indicati i canali disponibili (i sensori sono tutti triassiali; l'asterisco al posto del terzo carattere, che si riferisce alla componente E, N, o Z, significa che sono disponibili tutti i canali del sensore); i canali indicati con HH* identificano un velocimetro High Broad Band, quelli indicati con EH* un velocimetro a corto periodo, quelli indicati con HN* un accelerometro), da nomenclatura standard del formato SEED¹.

In Figura 3 sono mostrate le stazioni della RSN installate nelle vicinanze.

¹ v. il manuale di riferimento per il formato SEED:

http://www.fdsn.org/seed_manual/SEEDManual_V2.4_Appendix-A.pdf

S20MM08_SOLGEO - Progettazione preliminare rete microsismica Santa Maria Nuova

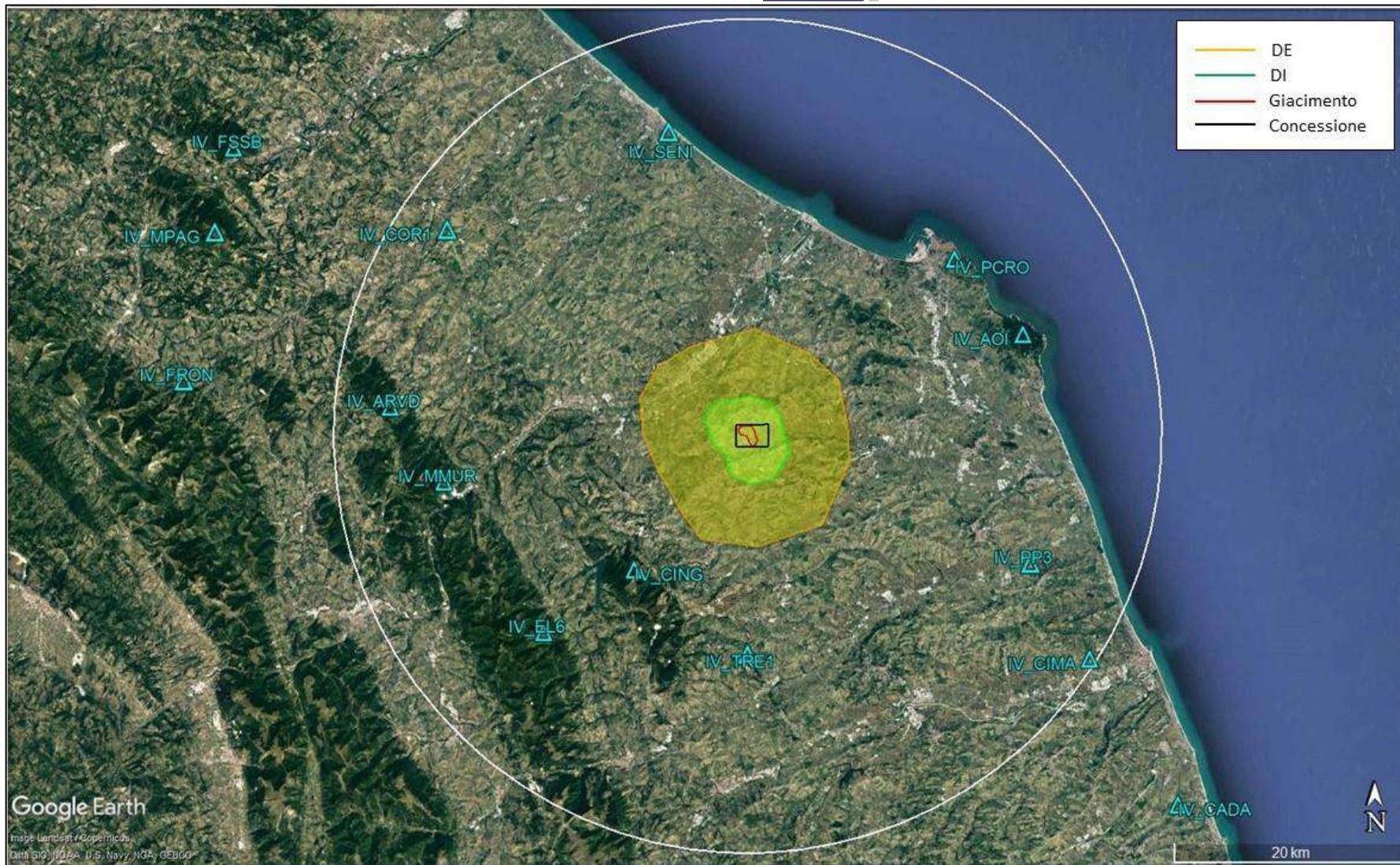


Figura 3: stazioni sismiche gestite dall'INGV; il cerchio ha raggio 35 km e contiene le 11 stazioni INGV elencate in Tabella 2.

Come si può vedere in Figura 3, non vi sono stazioni della RSN nel Dominio Esteso.

Al fine di rilevare eventi sismici nel DI con valore di soglia di magnitudo locale pari a 0.5, in questa fase preliminare sono state individuate 5 aree in cui installare le stazioni microsismiche: una in corrispondenza del giacimento stesso e 4 distribuite in maniera simmetrica attorno al Dominio Interno di Rilevazione.

I criteri per la scelta delle aree sono stati:

- prima valutazione del rumore antropico, basata su osservazioni qualitative: lontananza da centri abitati, strade, attività antropiche che possono costituire forti sorgenti di rumore, inficiando così il segnale;
- accessibilità, considerando sia la fase d'installazione che la successiva gestione della stazione (visibilità della rete telefonica, alimentazione da case e piazzole di pozzi Gas Plus Italiana s.r.l.); la zona è collinare, quindi si consiglia di scegliere le posizioni definitive considerando anche la pendenza del sito;
- presenza di stazioni sismiche di altre reti.

Le posizioni individuate sono elencate in Tabella 2:

ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Sito	Dominio
STA1	43.476374	13.319714	Area pozzo	DI
STA2	43.504440	13.270913	-	DE
STA3	43.482040	13.367957	-	DE
STA4	43.432184	13.326202	-	DE
STA5	43.463217	13.260370	-	DE

Tabella 2: tabella riassuntiva delle stazioni ipotizzate per la rete di monitoraggio microsismico da installare presso la Concessione *Santa Maria Nuova*. Le coordinate sono espresse nel sistema WGS84.

A novembre 2022 Gas Plus Italiana ha individuato, per le stazioni STA2, STA3, STA4, STA5, i siti comunali in Tabella 3, entro 1,2 km dalle posizioni sopra proposte.

ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Sito	Note
STA2	43.511220	13.261931	Comunale	Piazzola
STA3	43.486004	13.380619	Comunale	Cimitero
STA4	43.434427	13.333632	Comunale	Cimitero
STA5	43.477333	13.232933	Comunale	Ex discarica

Tabella 3: posizioni proposte da Gas Plus Italiana per le stazioni STA2, STA3, STA4 e STA5

Riteniamo queste posizioni compatibili, in via preliminare, col monitoraggio dal punto di vista della copertura della rete, della geometria e dell'accessibilità, considerandole al momento sostitutive dei siti in Tabella 2. Dovranno tuttavia essere confermate durante la progettazione, quando verranno prodotte le mappe di detection capability (in particolare, sembra al momento poco coperta la zona SW, visto che il sito scelto per la stazione STA5 è spostato più a Nord di quanto inizialmente previsto).

A questa fase iniziale, infatti, seguiranno i sopralluoghi e la campagna di rumore sismico ambientale in ogni sito, così da stimare il livello di rumore di fondo e validare la posizione ipotizzata, oltre che determinare se installare alcune stazioni in pozzo oppure utilizzare solo stazioni di superficie.

In Figura 4 sono mostrate su mappa le 5 stazioni da installare all'interno dei Domini di Rilevazione.

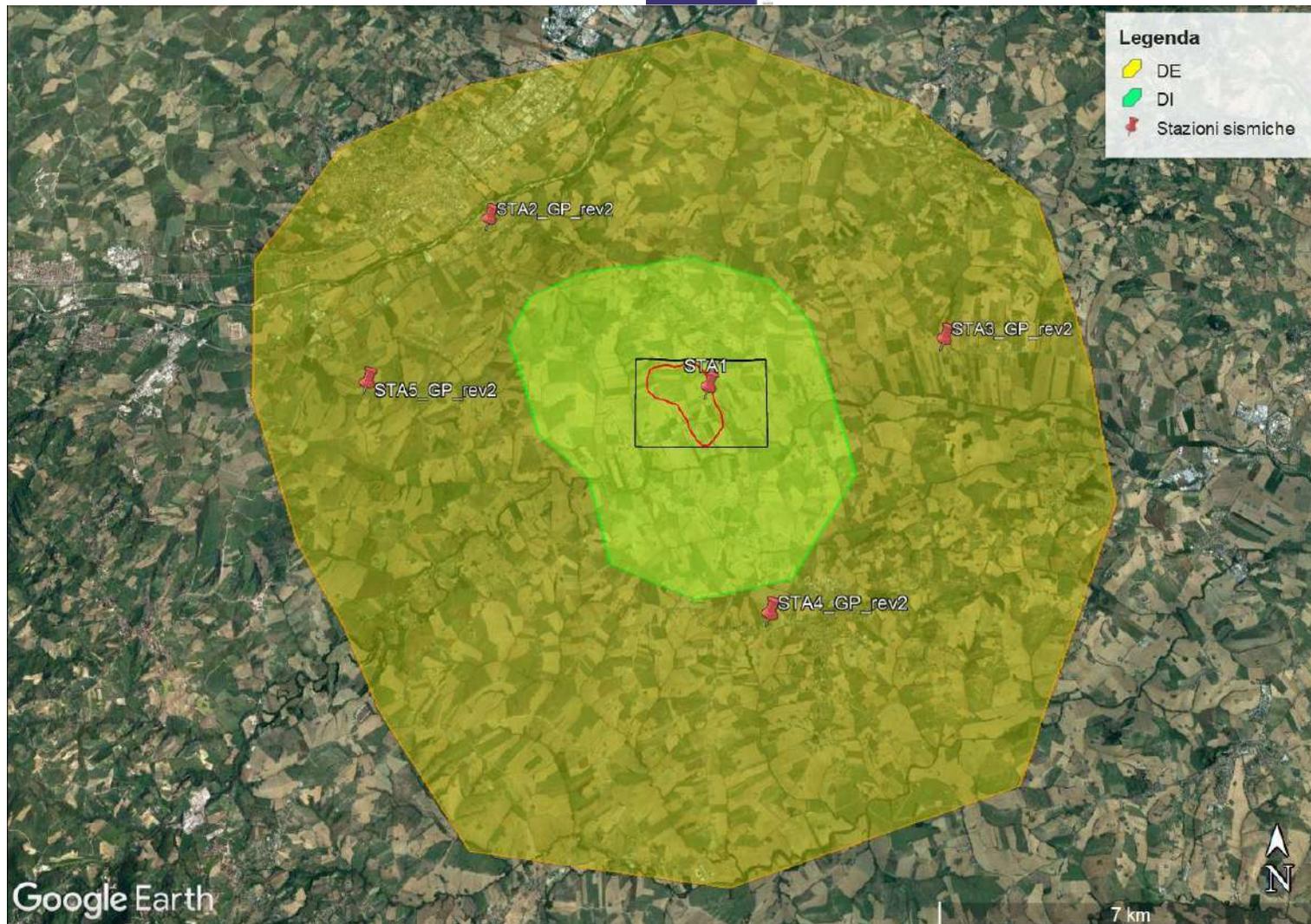


Figura 4: posizioni ipotizzate per le stazioni interne ai Domini (segnaposto rossi), limiti della Concessione e proiezioni in superficie del giacimento e dei Domini di Rilevazione

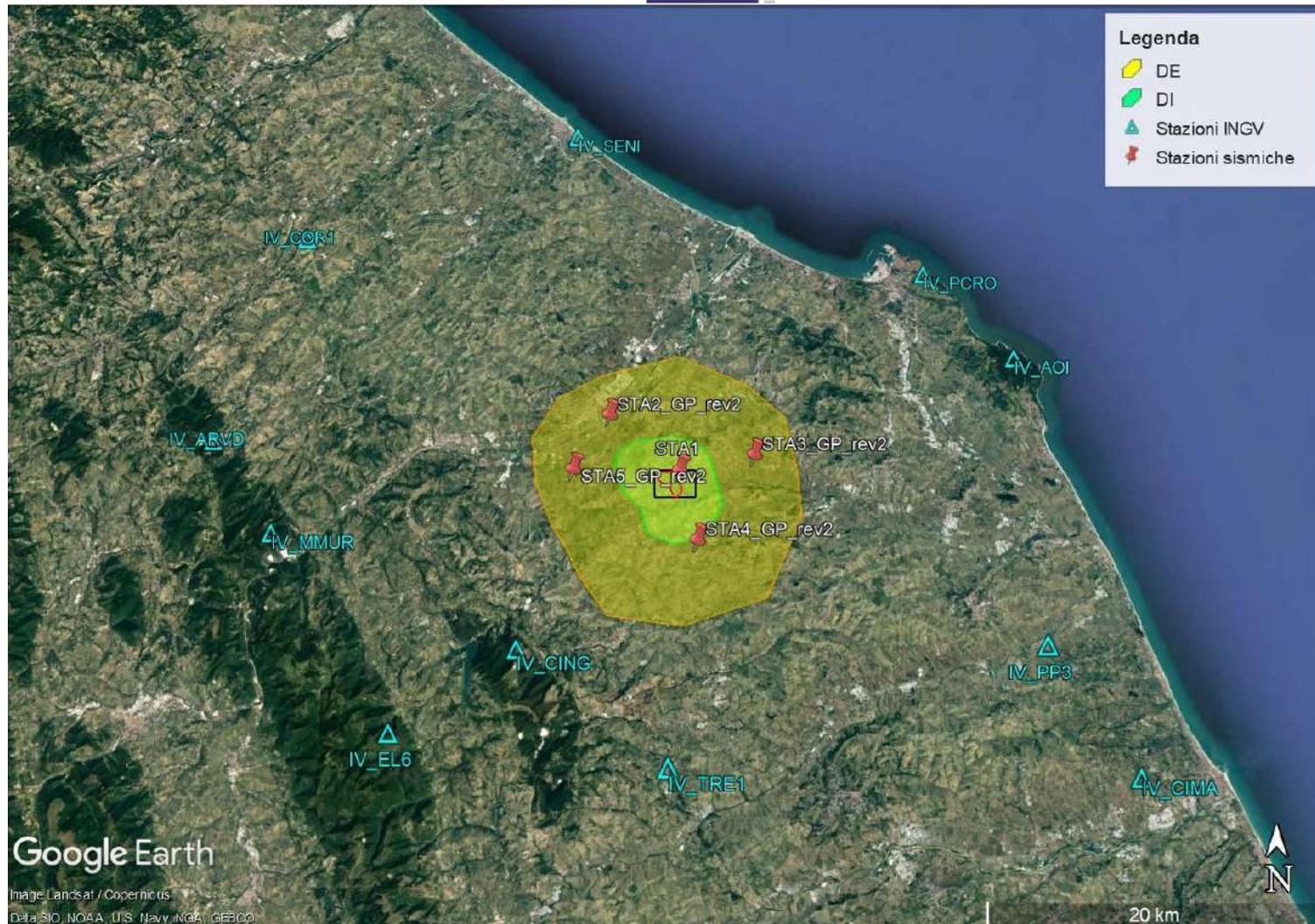


Figura 5: posizioni ipotizzate per le stazioni interne ai Domini (segnaposto rossi) e stazioni INGV (triangoli celesti), limiti della Concessione e proiezioni in superficie del giacimento e dei Domini di Rilevanza

4 STRUMENTAZIONE

Tutte le stazioni saranno dotate di:

- un acquirettore sismico;
- due sensori triassiali, uno ad elevata sensibilità (sismometro) e uno ad elevata dinamica (accelerometro);
- un GPS per la sincronizzazione temporale delle registrazioni;
- un modem/router 3G per la trasmissione continua dei segnali con protocollo seedlink.

Come raccomandato dalle ILG, vi sarà un sismometro Broad Band (sensore a banda larga).

Dovrà essere garantita una copertura di dati per almeno il 95% del tempo, per ogni stazione.

Le caratteristiche della strumentazione sono elencate nelle tabelle seguenti:

Digitalizzatore	6 canali a 24 bit
Range dinamico	>135 dB a 100 Hz
Frequenza di campionamento	10 Hz < f_c < 1 KHz
Frequenza di cut-off del filtro anti-alias	0.8 f_n
Attenuazione al di sopra della frequenza di Nyquist	≥ 130 dB
Guadagno	Fino a 128, selezionabile per ogni sensore
Range di input dei canali	5 Vpp, 20Vpp, input differenziale
Triggering	Livello di soglia e/o STA/LTA durante la trasmissione seedlink, variabile su ogni canale
Memoria locale	32 GB

Tabella 4: caratteristiche dell'acquirettore

	Sismometro di superficie	Sismometro di pozzo	Sismometro BB
Canali	3 ortogonali	3 ortogonali	3 ortogonali
Frequenza naturale	2 Hz	4.5 Hz	
Banda passante lineare	0.2 – 50 Hz	1 – 80 Hz	
Range dinamico	≥ 140 dB	≥ 140 dB	≥ 150 dB
Sensibilità	400 V/m/s	400 V/m/s	1500 V/m/s
Rumore a 1 Hz	< 3 nm/s	< 3 nm/s	< USGS NLNM per $0.025 < f < 25$ Hz
Accelerometro di superficie Force balance			
Banda di frequenza	DC - 200 Hz		
Sensibilità e fondo scala	5 V/g (2 g f.s.) ± 2 g (± 1 g o ± 4 g)		
Range dinamico	>160 dB		

Tabella 5: caratteristiche dei sensori

La frequenza di campionamento non dovrà essere inferiore a 200 Hz per i velocimetri e a 100 Hz per gli accelerometri (Dialuce, et al., 2014).

4.1 Trasmissione ed elaborazione dei dati

Per soddisfare quanto viene indicato nelle ILG riguardo il sistema di acquisizione/trasmissione dei dati in tempo “quasi reale”, i dati verranno trasmessi in continuo con protocollo seedlink: protocollo standard di trasmissione per dati sismici, in cui la stazione sismica si comporta da server e il computer del centro di acquisizione dati da client.

Il trasferimento dei dati sismici tra la stazione ed il centro avviene in tre fasi distinte:

- apertura della connessione;
- handshake;
- trasferimento i pacchetti miniSEED tramite protocollo seedlink.

La comunicazione con il centro di raccolta dati avverrà con tecnologia UMTS. La velocità di comunicazione dipenderà dal segnale telefonico presente al sito. Si stima un’ampiezza di banda mensile entro 10 GB per stazione.

I dati possono essere messi a disposizione degli enti preposti attraverso diverse modalità di trasmissione in tempo reale (protocollo seedlink) o differite (protocollo FTP).

I dati potranno essere elaborati in tempo reale in modalità automatica attraverso software specialistici (OPZIONALE).

4.2 Alimentazione

Tutte le stazioni dovranno avere un sistema di alimentazione costituito da pannelli fotovoltaici con batterie in tampone, avente le seguenti caratteristiche minime e adeguate agli assorbimenti delle apparecchiature installate (normalmente con consumi di circa 10 W a stazione, incluso il sistema di trasmissione dati):

- 2 pannelli fotovoltaici da 100 W ognuno (potranno essere installati su palo o su una struttura a cavalletto); ove possibile le stazioni saranno alimentate da rete fissa;
- 2 batterie al gel da 100 Ah;
- un regolatore di carica;
- fusibili di protezione.

Riferimenti

Dialuce, G., Chiarabba, C., Di Bucci, D., Doglioni, C., Gasparini, P., Lanari, R., . . . Zollo, A. (2014).
Indirizzi e linee guida per il monitoraggio della sismicità, delle deformazioni del suolo e
delle pressioni di poro nell'ambito delle attività antropiche.