



enimed

REGIONE SICILIA

Provincia di Ragusa

Comune di Ragusa

**CONCESSIONE DI COLTIVAZIONE “RAGUSA”
PERFORAZIONE DEL POZZO ESPLORATIVO ARANCIO 1 DIR
E MESSA IN PRODUZIONE IN CASO DI MINERALIZZAZIONE**

**Integrazioni allo
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
SAGE/SIA_INT/001/2015**

Appendice IV

*Considerazioni sulla subsidenza e
proposta di piano di monitoraggio geodetico*

Agosto 2016

00	Emissione per Enti	GEOM/ENIMED	ENIMED	ENIMED	Agosto 2016
REV.	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO	DATA

 enimed	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	INTEGRAZIONI ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	SAGE/SIA_INT/001/2015 Appendice IV	STATUS CD-BF	REV. N. 00	1 / 9

SOMMARIO

PREMESSA	2
1. CONSIDERAZIONI DI CUI AI PUNTI 23 E 25 DELLE INTEGRAZIONI.....	2
2. PIANO DI MONITORAGGIO (PUNTO 24 DELLE RICHIESTE DI INTEGRAZIONE).....	4
2.1. RILIEVI SATELLITARI CGPS.....	4
2.2. RILIEVI SATELLITARI SAR.....	6
2.3. VALUTAZIONI CIRCA L'EVENTUALE MISURA DELLA COMPATTAZIONE SUPERFICIALE MEDIANTE INSTALLAZIONE DI ASSESTIMETRO.....	8

 enimed	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	INTEGRAZIONI ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	SAGE/SIA_INT/001/2015 Appendice IV	STATUS CD-BF	REV. N. 00	2 / 9

PREMESSA

Con riferimento alla richiesta di integrazione al SIA del pozzo Arancio 1, prot. CTVA n. 002097 del 09.06.2016, trasmessa con nota prot. DVA Registro Ufficiale U. 0016139 del 17/06/2016, il presente documento intende fornire alcune risposte alle integrazioni di cui al Quadro di Riferimento Ambientale in relazione agli aspetti di cui alla sezione "Subsidenza, suolo e sottosuolo, in particolare ai punti 23, 24 25.

Con specifico riferimento a quanto chiesto al primo trattino di cui al punto 25 ("Approfondimenti sulla individuazione di eventuali faglie attive adiacenti....") fare riferimento allo studio sulla sismicità di cui all'**Appendice V** alle integrazioni.

1. CONSIDERAZIONI DI CUI AI PUNTI 23 E 25 DELLE INTEGRAZIONI

Per quanto attiene i punti 23 e 25 sopra citati si specifica che l'area oggetto d'interesse nella quale verrà realizzato il pozzo Arancio 1 è ubicata nell'ambito dell'Altopiano Ibleo in provincia di Ragusa, la cui serie stratigrafica, a partire dalla superficie e fino al raggiungimento dell'obiettivo (che si localizza nelle dolomie della f.ne Sciacca), è costituita da una sequenza carbonatica estesa dall'Oligocene – Miocene Inferiore al Triassico Superiore. La copertura del reservoir carbonatico-dolomitico è assicurata dalle argille nere delle f.ne Streppenosa che impediscono la migrazione dei potenziali idrocarburi presenti.

Il reservoir è pertanto costituito da un mezzo fratturato, a comportamento rigido, con porosità secondaria dovuta alla fratturazione della matrice conseguente agli eventi tettonici che hanno estesamente interessato l'area Iblea.

In ragione delle caratteristiche geo-litologiche dell'area e del reservoir interessato dalla ricerca degli idrocarburi sono da escludere, quindi, fenomeni di compattazione della matrice rocciosa conseguenti alla estrazione degli eventuali idrocarburi che dovessero essere rinvenuti, fenomeno che viceversa, si manifesta su altre tipologie di terreni a componente terrigena quali ad esempio sabbie e/o argille a granulometria siltoso-limoso. In relazione a quanto sopra non sono altresì previste variazioni in positivo o in negativo del carico litostatico alla profondità del reservoir.

Tali fenomeni sono da escludersi principalmente per i seguenti motivi, come si evince anche dal comportamento idrodinamico del vicino giacimento ad olio di Ragusa:

1. In conseguenza dell'attività di estrazione degli idrocarburi a seguito della messa in produzione, le fessure prima occupate da questi ultimi, vengono progressivamente riempite dall'acqua proveniente dall'acquifero di fondo che così continua a mantenere la pressione di giacimento. La pressione originaria del campo di Ragusa, in coltivazione dal 1957, era di 125 Kg/cm², (datum a 1160 m ssl). Attualmente, a causa della spinta dell'acquifero di fondo si mantiene su valori prossimi a quelli originali;

 enimed	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	INTEGRAZIONI ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	SAGE/SIA_INT/001/2015 Appendice IV	STATUS CD-BF	REV. N. 00	3 / 9

- dai dati geologici relativi agli studi di giacimento, a dimostrazione del fatto che l'acquifero occupa le fratture dove prima erano presenti gli idrocarburi, contribuendo così al mantenimento della pressione di fondo, si evidenzia come questo sia risalito di ben 264 metri dalla data di messa in coltivazione (Original Oil Water Contact: 1544 m ssl; Actual Oil Water Contact; 1280 m ssl – v. figura seguente);
- Il giacimento di Ragusa, adiacente al prospect Arancio 1, di cui costituisce un'appendice, è oggetto inoltre di attività di reiniezione dell'acqua prodotta dalla separazione degli idrocarburi attraverso due pozzi iniettori (Ragusa 8 e Ragusa 15) che pertanto danno un ulteriore contributo, assieme alla spinta dell'acquifero di fondo, a mantenere la pressione di giacimento e ad impedire quindi supposti, quanto improbabili, fenomeni di subsidenza.

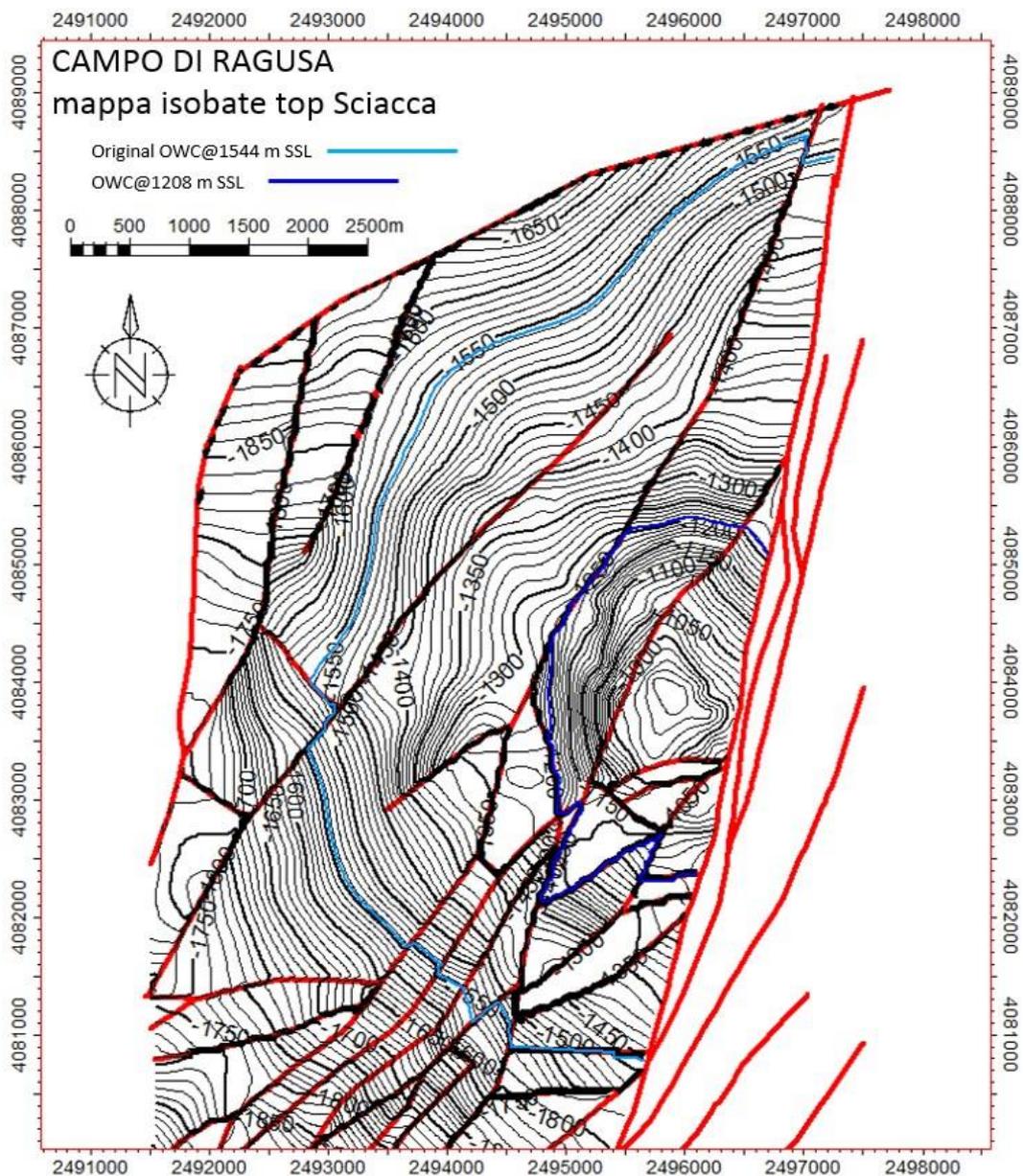


Fig. 1 – Campo Ragusa – mappa isobate top Sciacca

 enimed	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	INTEGRAZIONI ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	SAGE/SIA_INT/001/2015 Appendice IV	STATUS CD-BF	REV. N. 00	4 / 9

2. PIANO DI MONITORAGGIO (PUNTO 24 DELLE RICHIESTE DI INTEGRAZIONE)

Come evidenziato dalle considerazioni sopra riportate in merito ai punti 23 e 25, nonostante non siano previsti fenomeni di subsidenza legati alla messa in produzione del pozzo Arancio 1 dir, a scopo conoscitivo viene comunque proposto un piano di monitoraggio della subsidenza.

A tale scopo, Eni utilizza, in ambito onshore e offshore, le tecniche più avanzate, impiegando in modo integrato tutti gli strumenti offerti dalle moderne tecnologie, aggiornate continuamente allo stato dell'arte.

Le informazioni ottenute dal monitoraggio rispondono a un duplice obiettivo:

- accertare con continuità e tempestività eventuali fenomeni di subsidenza e gli eventuali impatti che ne possono derivare;
- predisporre, in caso di necessità e per tempo, interventi di mitigazione del fenomeno stesso e/o di protezione dell'ambiente;

Nell'ambito del controllo dei fenomeni geodinamici durante la coltivazione dei giacimenti offshore "Argo e Cassiopea", eni ha predisposto un Piano che prevede l'impiego di varie tipologie di monitoraggio, per ciascuna delle quali è stata anche stabilita la frequenza ideale di campionamento. In ragione della localizzazione geografica tale Piano può essere utilizzato anche per il monitoraggio della subsidenza connesso alla messa in produzione del pozzo Arancio 1 nel caso vengano scoperte nuove riserve di idrocarburi.

2.1. RILIEVI SATELLITARI CGPS

Fra le metodologie più utilizzate per il controllo del fenomeno vengono impiegati i rilievi satellitari CGPS (Continuous Global Positioning System) che consentono di monitorare in continuo l'andamento altimetrico nel tempo di strutture onshore ed offshore. La tecnica CGPS utilizza i segnali di 24 satelliti NAVSTAR (Navigation Satellite with Time and Ranging) che ruotano attorno alla Terra ad altezze di ca. 20 km, con un periodo orbitale di circa 12 h, e che trasmettono continuamente su due frequenze distinte, denominate L1 e L2, sulle quali sono modulate informazioni binarie contenenti tutti i parametri per la determinazione della loro orbita.

Tali informazioni consentono di determinare con elevata precisione le coordinate (posizione plano-altimetrica) di un punto e, di conseguenza, possono essere utilizzate per monitorare con altrettanta precisione anche i movimenti plano-altimetrici di una determinata struttura rispetto ad una rete di riferimento. Per tale motivo è ormai divenuta prassi comune in campo internazionale monitorare la subsidenza con il sistema CGPS.

Nella pratica, il monitoraggio consiste nella ricezione continua dei segnali satellitari sia da parte di un ricevitore posto sull'area da monitorare, sia, contemporaneamente, da parte di una serie di ricevitori posti su alcune stazioni di riferimento di cui siano note le coordinate assolute con elevata precisione. L'elaborazione dei segnali registrati consente di determinare i movimenti relativi del sito monitorato rispetto alle stazioni di riferimento, rilevandone le velocità di movimento con un'accuratezza di ordine subcentimetrico.

 enimed	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	INTEGRAZIONI ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	SAGE/SIA_INT/001/2015 Appendice IV	STATUS CD-BF	REV. N. 00	5 / 9

La rete di monitoraggio CGPS eni consta attualmente, in Italia, di 60 stazioni, di cui 42 offshore e 18 onshore, implementate a partire dal 1998.

L'area del pozzo Arancio 1 (Ragusa) è pienamente inserita nell'area che eni ha in programma di monitorare per le attività già in corso nel Campo di Gela e quelle previste dallo sviluppo del Campo Argo – Cassiopea nell'offshore Ibleo.

E' prevista infatti l'installazione di due stazioni CGPS tra Gela ed Agrigento e presso il Centro Olio di Ragusa, che permetteranno anche di disporre di punti di calibrazione, sia per le immagini radar e sia per le livellazioni che verranno acquisite. La postazione SSU è la realizzazione, concepita e progettata da eni, di una stazione unica, capace di generare un "valore aggiunto" della qualità dei segnali satellitari CGPS e SAR, utilizzando al meglio le singolari peculiarità: quella di elevata precisione, ma puntuale, del CGPS, con quella di altrettanto elevata precisione, distribuita su una grande superficie, ma relativa ad un punto con dinamica di movimento, propria del SAR. Inoltre è previsto che sulla piazzola SSU sia monumentato anche un caposaldo di livellazione, che sarà rilevato contestualmente con le misurazioni topografiche descritte nel capitolo della livellazione.

I rilievi mediante CGPS saranno condotti in continuo (365 gg/anno, 24h/gg) e permetteranno assieme alle livellazioni di tarare i dati SAR.

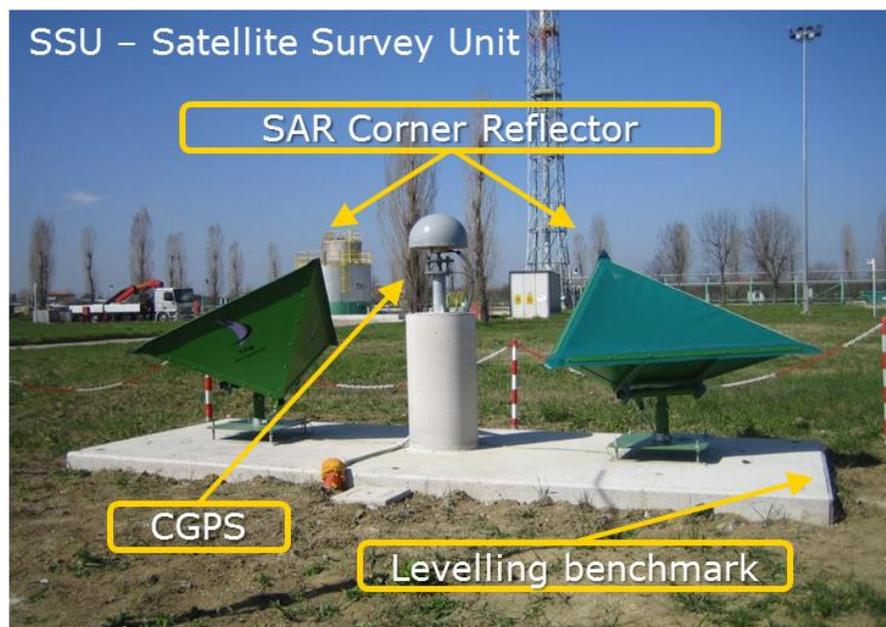


Fig. 2 – Rete di monitoraggio Eni - S.S.U. Satellite Survey Unit.

Fin dal 2001 Eni E&P ha studiato la possibilità di utilizzare in modo continuo due diverse tecnologie satellitari: CGPS e SAR. Gli studi e le successive esperienze hanno evidenziato il valore aggiunto di questo utilizzo e, attraverso fasi successive sono state implementate le procedure operative per la monumentazione di un manufatto strumentato con antenna CGPS, corner reflectors SAR e caposaldi di livellazione.

 enimed	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	INTEGRAZIONI ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	SAGE/SIA_INT/001/2015 Appendice IV	STATUS CD-BF	REV. N. 00	6 / 9

2.2. RILIEVI SATELLITARI SAR

Un'altra tecnica che si è sviluppata nel corso degli ultimi 10 anni per il monitoraggio di eventuale subsidenza riguarda l'analisi interferometrica di dati radar da satellite. Questo metodo consente oggi la mappatura dello spostamento della superficie terrestre su aree estese con elevata precisione.

Si tratta di rilievi effettuati tramite sistemi radar che elaborano immagini multi-temporali con tecniche interferometriche e studio dei diffusori permanenti, rendendo possibile ricostruire l'evoluzione temporale della subsidenza anche per periodi passati e su aree estese con precisione millimetrica.

Il *radar ad apertura sintetica* (**S**ynthetic **A**pertura **R**adar) è un sensore attivo, montato a bordo di satelliti, che emette radiazioni elettromagnetiche e registra la potenza del segnale riflesso della superficie calcolando anche il tempo intercorso fra l'emissione e il ritorno del segnale stesso.

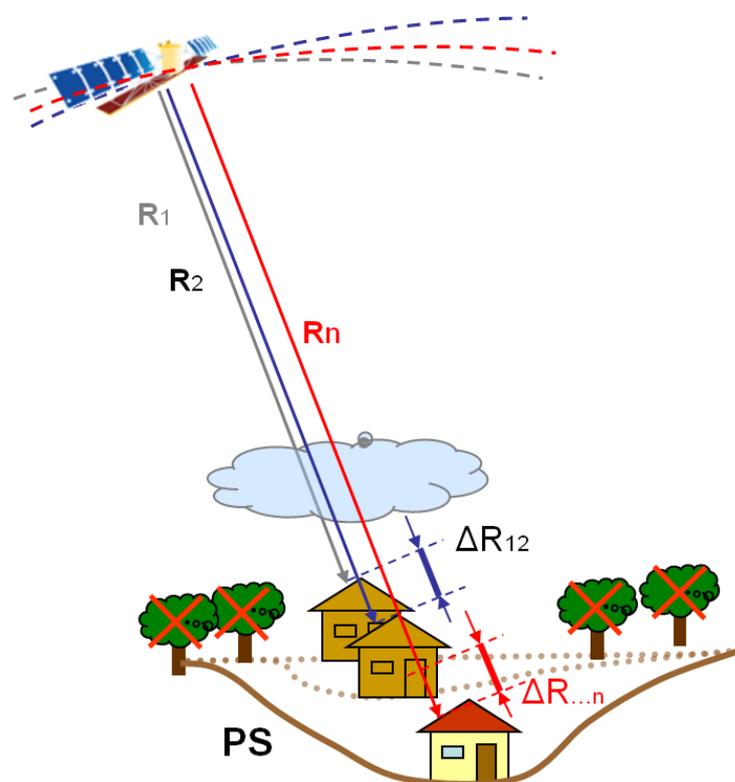


Fig. 3 – Schema di funzionamento della tecnologia InSAR. La misura ripetuta nel tempo permette di misurare lo spostamento di riflettori naturali sfruttando le differenze di fase, con precisioni millimetriche (per anno).

Il rilievo SAR viene usualmente condotto utilizzando i dati rilevati dai satelliti dell'European Space Agency ERS ed ENVISAT e, per aumentare la quantità di informazioni a disposizione, anche le immagini fornite dai satelliti canadesi RADARSAT. La tecnica interferometrica, poiché fornisce spostamenti relativi, rappresenta la migliore soluzione per lo studio di aree *on shore* di vasta dimensione se associata a livellazioni di precisione e/o a rilievi GPS in continuo.

 enimed	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	INTEGRAZIONI ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	SAGE/SIA_INT/001/2015 Appendice IV	STATUS CD-BF	REV. N. 00	7 / 9

L'analisi dei dati, acquisiti ripetutamente nel tempo su una stessa area di interesse da sensori radar satellitari, consente l'individuazione di alcuni bersagli al suolo (denominati PS) su cui risultano possibili misure di spostamento estremamente accurate.

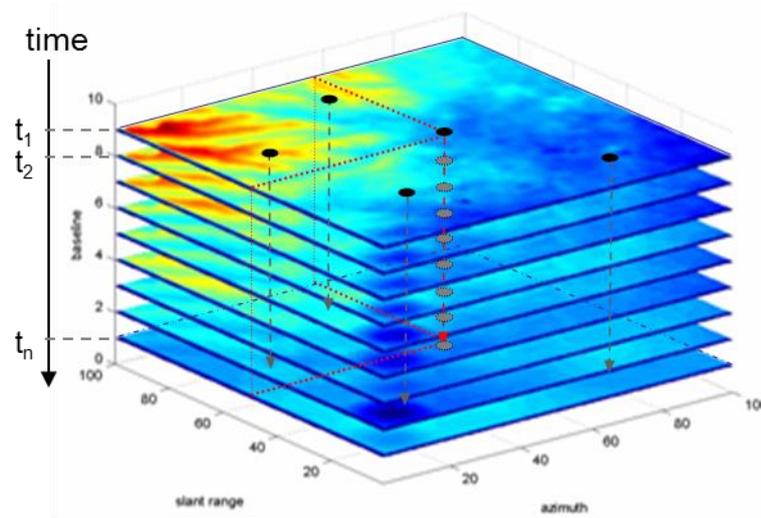


Fig. 4 – L'acquisizione ripetuta nel tempo di immagini SAR permette di generare serie storiche di spostamento.

La misura DInSAR fornisce la velocità di spostamento lungo la direzione con cui il sensore osserva la superficie terrestre (LOS - line of sight). Tale LOS non è perfettamente verticale ma inclinata, di 23°-35° in relazione al satellite di riferimento. Ciò implica che la misurazione non è precisamente uno spostamento verticale. La combinazione geometrica di acquisizioni condotte lungo diverse orbite (geometrie ascendente e discendente) permette però di discriminare la componente verticale ed orizzontale dello spostamento, potendo scomporre le misure di deformazione in due componenti: verticale e Est-Ovest. Si ricorda che la componente planimetrica Nord-Sud non può essere misurata con tecnologia SAR.

Il piano di monitoraggio SAR prevede l'analisi annuale delle immagini che vengono acquisite dal satellite Radarsat (ca. 16 per anno). Per l'area di interesse, indicata nella figura seguente, si dispone già di un dataset aggiornato al settembre 2015, mentre si dovrà disporre l'acquisizione delle immagini Radar relative ai prossimi anni.

 enimed	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	INTEGRAZIONI ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	SAGE/SIA_INT/001/2015 Appendice IV	STATUS CD-BF	REV. N. 00	8 / 9



Fig. 5 –Area di copertura delle immagini SAR. (database dal 2003 al 2015)

Lo studio delle immagini pregresse sarà in grado di fornire valutazioni areali su eventuali movimenti verticali dell'area in periodo sensibilmente precedente all'avvio delle attività di estrazione idrocarburi.

Per l'area di interesse e al fine di garantire un numero sufficiente di punti su cui effettuare un'analisi statistica dettagliata delle variazioni altimetriche dei dati radar satellitari, potrà essere valutata la possibilità di una monumentazione preventiva di un numero sufficiente di postazioni permanenti di *corner reflectors* quali bersagli radar artificiali rilevabili con il satellite RADARSAT.

Nel caso delle postazioni S.S.U. è, invece, già prevista la monumentazione dei corner reflector.

2.3. VALUTAZIONI CIRCA L'EVENTUALE MISURA DELLA COMPATTAZIONE SUPERFICIALE MEDIANTE INSTALLAZIONE DI ASSESTIMETRO.

Prelievi di acqua per scopo industriale, civile o agricolo da acquiferi presenti nel sottosuolo a profondità dell'ordine di qualche decina o del centinaio di metri possono dare luogo, se il prelievo è assai consistente e il tempo di ricarica degli acquiferi stessi non molto rapido, ad un decremento della pressione che, a profondità non troppo spinte e in acquiferi con litologie a sabbie e limi sciolti o non cementate, produce una riaggregazione delle particelle dei clasti in strutture non più sostenute dalla pressione dei fluidi. Tale fenomeno si

	DOCUMENT TITLE	DOCUMENT N.	REV. INDEX		SHEET / OF
	INTEGRAZIONI ALLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	SAGE/SIA_INT/001/2015 Appendice IV	STATUS CD-BF	REV. N. 00	9 / 9

traduce in superficie in abbassamento del suolo (subsidenza) che può essere imputato, in mancanza di adeguate informazioni, ad operazioni di produzione mineraria da livelli produttivi profondi.

L'installazione di un assestometro, insieme ad un piezometro che fornisce una valutazione dei regimi e delle variazioni di pressione negli acquiferi del sottosuolo, in particolare quelli confinati, registra i dati di compattazione dei terreni superficiali interessati da prelievi di acqua e quindi aiuta a discriminare, tra le componenti di abbassamento del terreno superficiale, quella dovuta al prelievo idrico.

Nel caso in questione, l'installazione di tale strumento è perfettamente inutile per diversi motivi.

Essendo la postazione del pozzo Arancio 1 ubicata sull'altopiano ibleo, costituito in prevalenza da rocce carbonatiche, a comportamento rigido, non è prevedibile una compattazione di livelli clastici nei modi sopra descritti. Inoltre, il primo acquifero presente ha una profondità da piano campagna di circa 150 metri e non è interessato da prelievi idrici tali da poter modificare il regime di pressioni presenti. Infine, l'acquifero è costituito da rocce fratturate, ossia a porosità secondaria e, a tali profondità, non sono da prevedere modifiche di carattere meccanico del sistema di fratture se non per motivi di variazione dello stress tettonico regionale.