

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: IT

CENTRALE DI GUADALAMI

Conversione a reversibile del Gruppo 3

Comuni di Piana degli Albanesi e Monreale (PA)

Progetto Definitivo per Autorizzazione

RELAZIONE GEOLOGICA

File: GRE.EEC.R.14.IT.H.16031.00.07.00.docx

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
01	10/05/2022	Prima Emissione	D. Battaglia	F. Maugliani M. Vicentini	A. Balestra
00	22/03/2022	Emissione per revisione cliente	D. Battaglia	F. Maugliani M. Vicentini	A. Balestra

GRE VALIDATION

	Support Team: F. Torasso	Project Engineer: F. Podio
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT

GUADALAMI

GRE CODE

GROUP	FUNCION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT	SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION
GRE	EEC	R	14	IT	H	16031	0000	07	01

CLASSIFICATION

UTILIZATION SCOPE

This document is property of Enel Green Power S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.A.

01	10.05.2022	Bat	ViM/MFr/Bal
00	10.03.2022	Bat	MFr/Bal
Versione	Data	Redatto	Verificato

Lombardi SA Ingegneri Consulenti
Via del Tiglio 2, C.P. 934, CH-6512 Bellinzona-Giubiasco
Telefono +41(0)91 735 31 00
www.lombardi.group, info@lombardi.group

INDICE

1.	INTRODUZIONE	1
2.	DESCRIZIONE DELL'OPERA	3
3.	METODOLOGIA DI LAVORO	5
3.1	Introduzione	5
3.2	Base topografica e Modello Digitale del Terreno	5
3.3	Rilevamento geologico	6
3.4	Rilievi geomeccanici	6
3.5	Prove di Point Load	7
4.	INDAGINI PREGRESSE	8
4.1	Documentazione bibliografica	8
4.2	Sondaggi	10
5.	ASSETTO GEOLOGICO	12
5.1	Inquadramento geologico	12
5.2	Stratigrafia	15
5.2.1	Depositi delle Successioni Meso-Cenozoiche	16
5.2.2	Depositi quaternari	17
5.3	Assetto strutturale	17
6.	GEOMORFOLOGIA	19
6.1	Cartografia degli Enti	19
6.1.1	Inventario Fenomeni Franosi Italiani - IFFI	19
6.1.2	Piano Assetto Idrogeologico – PAI	20
6.1.3	Interferometria Satellitare (Ministero dell'Ambiente)	21
6.2	Forme e depositi	22
7.	MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO	24
7.1	Modello geologico	24
7.1.1	Formazione Hybla (CA)	25
7.1.2	Formazione di San Cipirello (MA)	27
7.2	Idrogeologia	28

7.3	Incertezze del modello geologico	28
8.	SISMICITÀ	30
8.1	Sismicità Storica (DBMI15)	30
8.2	Sismicità recente (dal 1985 al 2020)	31
8.3	Valutazione fagliazione superficiale	32
8.4	Classificazione e pericolosità sismica	34
9.	BIBLIOGRAFIA	37
9.1	Documenti storici sull'opera	37
9.2	Dati da ENTI	37
9.3	Riferimenti tecnico scientifici	37
9.4	Documenti di progetto	38

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1:	Ubicazione dell'invaso di Guadalami	1
Figura 2:	Planimetria generale dell'impianto idroelettrico di Guadalami tratta da scheda ANIDEL [1][2] (parz. ridisegnata)	3
Figura 3:	modelli digitali DTM a sinistra e corrispondente DSM a destra.	5
Figura 4:	Vista della centrale dal coronamento della diga di monte.	6
Figura 5:	Planimetria con l'ubicazione delle postazioni di rilievo geomeccanico.	7
Figura 6:	Carta geologica alla costruzione dell'impianto Guadalami (sulla destra il dettaglio della zona della centrale) [6].....	8
Figura 7:	Alcune sezioni geologiche estratte dai documenti del periodo di costruzione della centrale riferite alla carta geologica della figura precedente [6].....	9
Figura 8:	Vista, da ovest verso est, con lo sbocco del pozzo piezometrico, la condotta forzata, la centrale Guadalami e la diga di monte dell'invaso [6].....	9
Figura 9:	Zona di scavo dei blocchi di ancoraggio per le condotte forzate, alla base del versante, in roccia.	10
Figura 10:	Ubicazione dei sondaggi pregressi. In rosso il settore della centrale Guadalami.	11
Figura 11:	Domini strutturali del Mediterraneo Centrale (da[19]). Nell'ovale giallo è collocato il settore di studio	13

Figura 12: Profilo crostale schematico attraverso il Tirreno meridionale, la Sicilia e il Canale di Sicilia. Da [19]	13
Figura 13: Affioramenti delle successioni sedimentarie Giurassico – Mioceniche appartenenti al Sistema di <i>Thrust</i> Esterno. In rosso l’area di studio.....	14
Figura 14: Estratto Carta geologica d’Italia - F. 607 “Corleone: sono state aggiunte alcune sigle per chiarezza. Le sigle fanno riferimento alle unità stratigrafiche descritte nel capitolo. In rosso l’area in cui ricade l’intervento.....	16
Figura 15: Colonna stratigrafica schematica delle unità presenti al Monte Kumeta (da Lentini&Carbone [19]) (parz. ridisegnato). Negli ovali rossi le due formazioni presenti nella zona della centrale Guadalami.	16
Figura 16: Schema strutturale del Foglio CARG 607 “Corleone”. In rosso l’area di studio che ricade nella Subunità Marineo (Unità Stratigrafico Strutturale Kumeta-Balatelle) ...	18
Figura 17: Carta Inventario dei Fenomeni Franosi Progetto IFFI (da ISPRA) [10]. Nel riquadro celeste la zona della Centrale Guadalami	20
Figura 18: Estratto della Carta Geomorfologia di Monreale riportante la cartografia di Aggiornamento del Piano Stralcio di Bacino per l’assetto Idrogeologico (P.A.I.) - Carta dei Dissesti C.T.R. 607040. (DSG30del18/02/2021). Nel riquadro celeste la zona della Centrale Guadalami.	21
Figura 19: Permanent Scatterers relativi al monitoraggio InSar – Ministero dell’Ambiente. Le velocità sono espresse in mm/anno.	22
Figura 20: Mappa geologico-geomorfologica di dettaglio [24]	24
Figura 21: Sezione geologica longitudinale	25
Figura 22: Sezione geologica trasversale	25
Figura 23: affioramenti della Formazione Hybla: in alto zona immediatamente a monte della centrale (con dettaglio).	26
Figura 24: <i>Stereoplot</i> delle discontinuità misurate nel rilievo geomeccanico RG-GU02 più prossimo alla Centrale nella Formazione Hybla.....	27
Figura 25: Grafico della intensità dei 13 terremoti avvertiti a Piana degli Albanesi nel periodo 1000-2020	30
Figura 26: Distribuzione dei terremoti localizzati in tempo reale dall’INGV Centro Nazionale dei Terremoti in un raggio di 30 km dalla Centrale di Guadalami, in rosso (data base Centro Nazionale Terremoti consultazione 08/03/2022).	32
Figura 27: Estratto mappa ITHACA - Catalogo faglie capaci [11]......	33

Figura 28: Estratto mappa DISS versione 3.3 – INGV. Catalogo zone sismogenetiche [12].....	34
Figura 29: Stralcio della mappa “Classificazione Sismica d’Italia al 30 aprile 2021” relativo zona occidentale della Sicilia con ubicazione dell’impianto idroelettrico di Guadalami (in celeste).	35
Figura 30: Accelerazione massima al suolo (PGA) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Fonte INGV [15]).	36

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: Posizione e caratteristiche dei sondaggi realizzati durante la costruzione.	11
Tabella 2: Estratto da DBMI15 delle informazioni relative ai terremoti avvertiti a Piana degli Albanesi	31
Tabella 3: Zone sismiche.....	35

1. INTRODUZIONE

La presente relazione riguarda la definizione delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche a supporto della Progettazione Definitiva dell'intervento di potenziamento dell'impianto idroelettrico di Guadalami, sito nel territorio dei comuni di Monreale e di Piana degli Albanesi, in provincia di Palermo.

L'intervento in progetto prevede l'incremento della capacità di pompaggio dell'impianto della centrale Guadalami, con l'installazione di un nuovo gruppo reversibile pompa/turbina in sostituzione dell'unità di sola generazione.

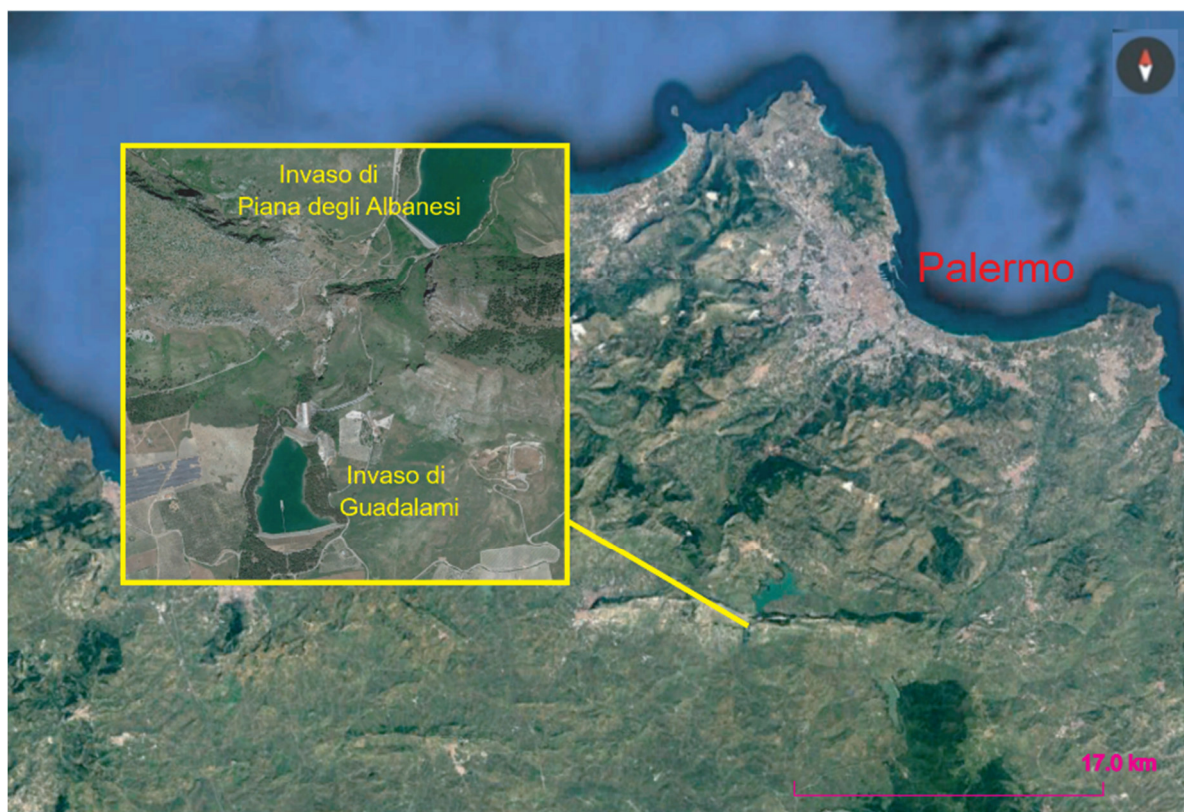


Figura 1: Ubicazione dell'invaso di Guadalami

- **Capitolo 1** contiene l'introduzione al tema tecnico nel seguito sviluppato;
- **Capitolo 2** descrive brevemente le caratteristiche dell'impianto esistente;
- **Capitolo 3** illustra la metodologia di lavoro adottata;
- **Capitolo 4** riporta le indagini pregresse
- **Capitolo 5** illustra l'assetto geologico generale;
- **Capitolo 6** descrive la geomorfologia;
- **Capitolo 7** illustra il modello geologico di riferimento;
- **Capitolo 8** analizza gli aspetti relativi alla sismicità;
- **Capitolo 9** elenca i riferimenti bibliografici.

Gli elaborati progettuali a cui il presente rapporto fa riferimento sono:

- GRE.EEC.R.14.IT.H.16031.00.08.00 Relazione Geotecnica
- GRE.EEC.D.14.IT.H.16031.00.10.00 Carta geologico-geomorfologica in scala 1:500
- GRE.EEC.D.14.IT.H.16031.00.11.00 Sezioni geologiche della centrale in scala 1:250

2. DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'impianto idroelettrico di produzione e pompaggio di Guadalami è stato realizzato nei primi anni '60 dalla ex Società Generale Elettrica della Sicilia (S.G.E.S.). Il bacino è collocato lungo l'alto corso del Fiume Hone, detto anche Belice Destro o Fiume Grande, circa 4 km a SO del centro abitato di Piana degli Albanesi. L'impianto è alimentato dall'invaso di Piana dei Greci (o Piana degli Albanesi): le acque scaricate dalle turbine sono rilasciate nel serbatoio di accumulo giornaliero di Guadalami per poi essere pompate al serbatoio di provenienza a seconda delle esigenze complessive della rete di trasmissione, nel contesto isolano.

La planimetria generale dell'impianto è illustrata in **Figura 2**.

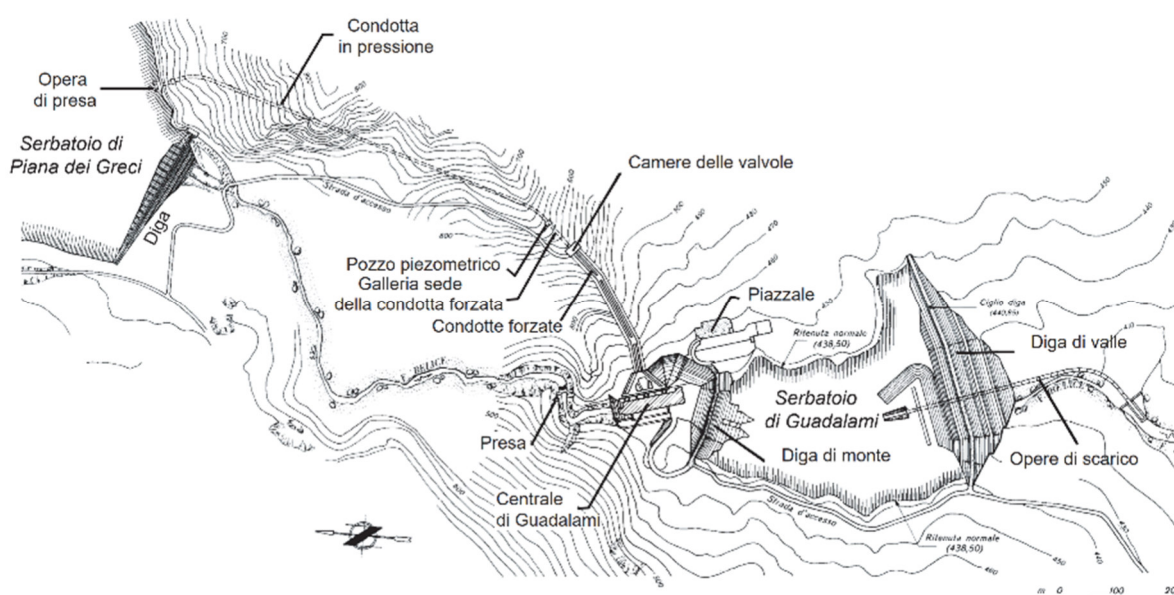


Figura 2: Planimetria generale dell'impianto idroelettrico di Guadalami tratta da scheda ANIDEL [1][2] (parz. ridisegnata)

L'impianto consta di un'opera di presa dal serbatoio di Piana dei Greci, di una galleria di derivazione in pressione lunga 744 m, di un pozzo piezometrico con strozzatura alto 57,60 m, di una condotta forzata metallica di 63 m e diametro 4,5 m, libera in galleria, che biforca, allo sbocco della sede in galleria, in due condotte forzate metalliche all'aperto di diametro 3,0 m, una centrale, un vasca di carico collegata a un serbatoio di accumulo delle acque turbinate ed una stazione di trasformazione all'aperto.

Il serbatoio di raccolta è delimitato dalla diga di Guadalami "valle", a sud, e dalla diga di Guadalami "monte" a nord. Le dighe sono in terra con nucleo impermeabile e sono classificate rispettivamente B7b4 (diga valle) e B/b6 (diga monte). Il livello di massimo invaso è posto a 439,35m. s.l.m., la quota del coronamento di entrambe è situato a 440,85m s.l.m., la capacità di invaso complessiva è di 0,900 Mio m³ e quella utile è pari a 0,827 Mio m³.

Le opere in progetto prevedono la sostituzione del gruppo 3, di sola generazione, con un gruppo reversibile generazione/pompaggio. Tale sostituzione prevede lo scavo di un pozzo di circa 10m di profondità all'interno della centrale in corrispondenza del gruppo 3.

3. METODOLOGIA DI LAVORO

3.1 Introduzione

Nell'ambito dello studio sono state effettuate le seguenti attività:

- Ricerca ed analisi del materiale bibliografico disponibile;
- Esame di immagini satellitari disponibili;
- Rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio;
- Esecuzione di rilievi geomeccanici su affioramenti rocciosi;
- Esecuzione di prove di point load su campioni di roccia
- Stesura della relazione geologica.

3.2 Base topografica e Modello Digitale del Terreno

La base topografica utilizzata per lo studio è rappresentata dai dati DTM e DSM “first” e “last” a risoluzione 1m x 1m ottenuti dal Ministero dell’Ambiente [7] dai quali sono state estratte le isoipse rappresentate nella Carta geologica, unitamente alle planimetrie di progetto fornite dal Cliente (**Figura 3**). Il DTM ad 1m è stato inoltre utilizzato per l’analisi geomorfologica tramite software GIS che permette di visualizzare il terreno con vari angoli di illuminazione, esaltano così le forme morfologiche e i cambi di pendenza del modello.

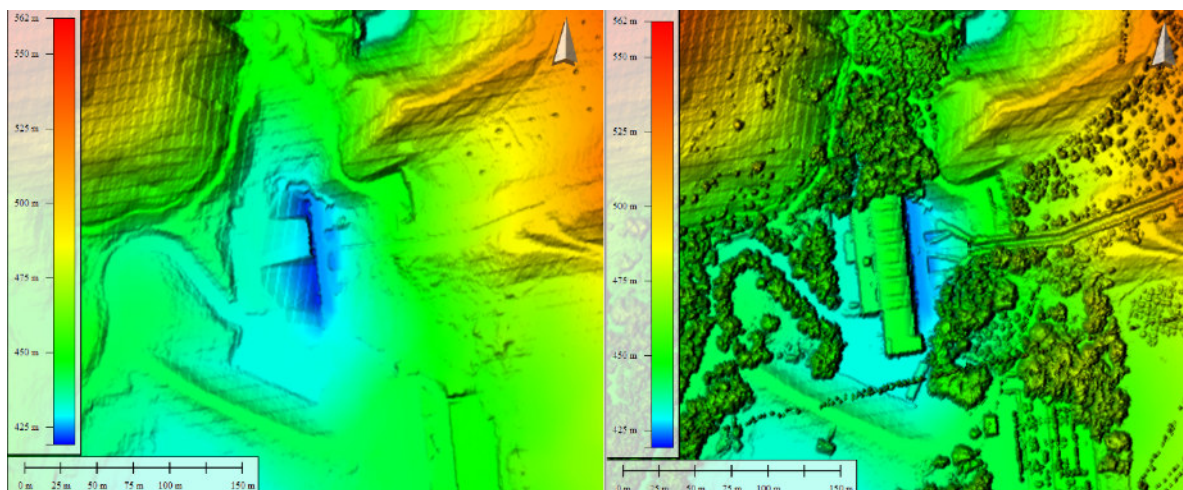


Figura 3: modelli digitali DTM a sinistra e corrispondente DSM a destra.

3.3 Rilevamento geologico

Sono state effettuate attività di rilevamento geologico di dettaglio al fine di identificare le principali unità litologiche, le strutture tettoniche e gli elementi geomorfologici. Il rilievo ha riguardato il settore della centrale, ove si colloca il settore di intervento, e ha incluso le aree della sottostazione elettrica, diga di monte e di valle, condotta forzata e pozzo piezometrico e opera di presa lungo il fiume Hone.

Le attività sul campo sono state condotte con l'ausilio di tablet *rugged* dotati di ricevitore GPS monofrequenza (precisione di posizionamento 3-5m) e applicativo GIS FieldMove che ha permesso l'editing diretto sul campo delle informazioni acquisite.

Sono state esaminate con attenzione le zone di dissesto indicate nell'Inventario dei Fenomeni Franosi Italiani (IFFI) per verificarne l'esistenza e valutare il livello di rischio. I risultati dei rilievi di superficie sono illustrati nella Carta geologico-geomorfologica [24].



Figura 4: Vista della centrale dal coronamento della diga di monte.

3.4 Rilievi geomeccanici

Contemporaneamente all'attività di rilevamento geologico è stato eseguito il rilevamento geomeccanico di 3 affioramenti ubicati nei pressi della centrale in esterno e nella galleria di accesso al pozzo piezometrico (**Figura 5**).

I rilievi sono stati condotti allo scopo di definire l'assetto geostrutturale degli ammassi e le caratteristiche dei sistemi di discontinuità in essi presenti. I dati rilevati sono stati elaborati per determinare le classi di ammasso secondo il sistema di classificazione geomeccanico GSI valutandone i parametri di resistenza meccanica.

Il dettaglio della metodologia di rilevamento e l'elaborazione dei dati vengono illustrati nel documento Relazione Geotecnica [23].

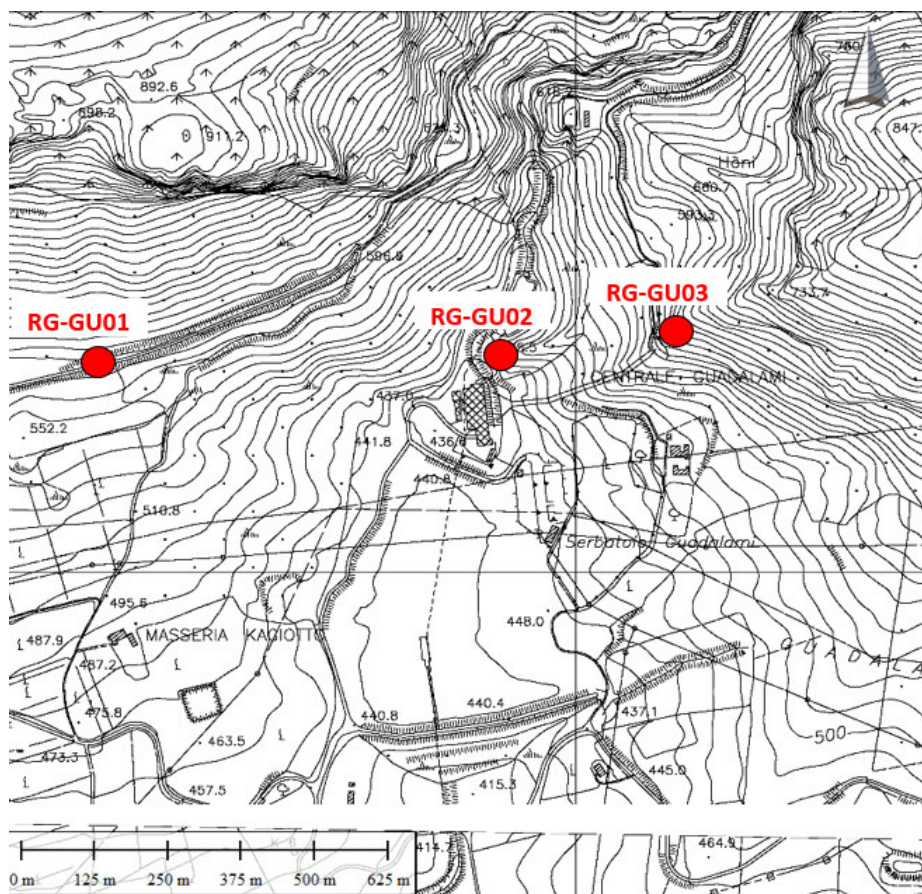


Figura 5: Planimetria con l'ubicazione delle postazioni di rilievo geomeccanico.

3.5 Prove di Point Load

Su campioni di roccia prelevati dalle aree di rilievo geomeccanico sono state eseguite secondo lo standard ISRM un totale di 44 prove di Point Load test. La prova consiste nella rottura dei campioni roccia in una pressa tramite carico progressivo tra 2 punte standard; il rapporto tra il carico massimo e la superficie di rottura è direttamente proporzionale alla resistenza a compressione monoassiale della roccia. Le schede di prova ed i risultati sono riportati nella Relazione Geotecnica-Strutturale e suoi allegati.

4. INDAGINI PREGRESSE

4.1 Documentazione bibliografica

La ricerca bibliografica ha permesso di recuperare molte informazioni utili a definire le caratteristiche geologiche e geomorfologiche dell'area in esame. La documentazione di riferimento viene elencata nel **Capitolo 9**. Di particolare rilievo sono i documenti geologici relativi alla realizzazione dell'impianto [5][6] che includono descrizioni dettagliate sulle condizioni incontrate oltre ad una carta geologica di dettaglio (**Figura 6**) e relative sezioni interpretate (**Figura 7**).

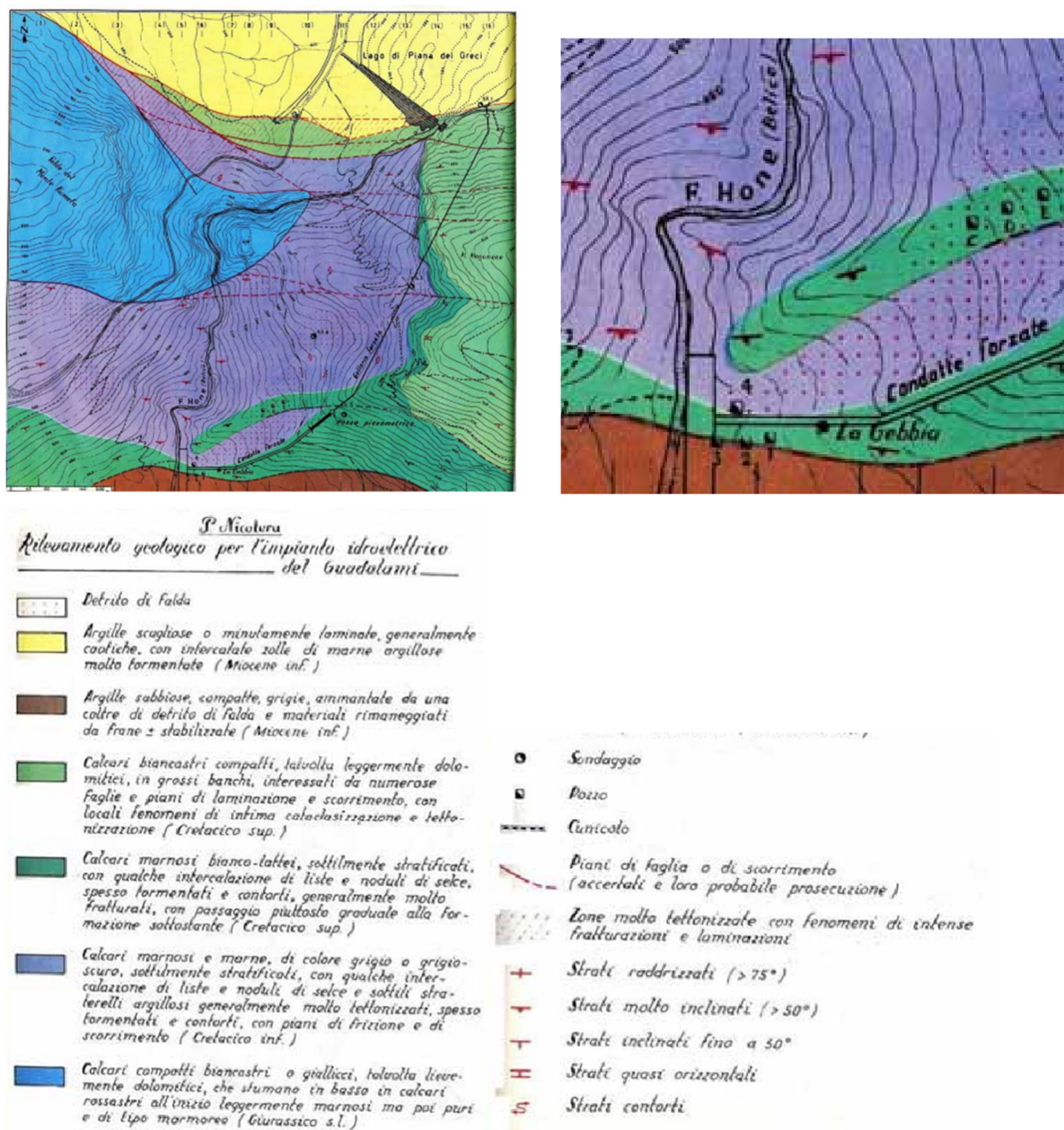


Figura 6: Carta geologica alla costruzione dell'impianto Guadalami (sulla destra il dettaglio della zona della centrale) [6]



Figura 7: Alcune sezioni geologiche estratte dai documenti del periodo di costruzione della centrale riferite alla carta geologica della figura precedente [6]

Nella documentazione bibliografica sono inoltre presenti varie foto storiche utili per la visione dello stato dei luoghi nel corso della realizzazione dell'impianto [6]. In **Figura 8** viene mostrato il versante che accoglie il pozzo piezometrico e la condotta forzata fino alla base dove è situata la centrale. Sono molto evidenti le coperture detritiche ed i crinali rocciosi. In **Figura 9** è visibile la zona di scavo in roccia dei blocchi di ancoraggio per le condotte forzate, proprio in prossimità dell'area di intervento, dove si nota la presenza di livelli medio sottili di calcari e marne subverticali.



Figura 8: Vista, da ovest verso est, con lo sbocco del pozzo piezometrico, la condotta forzata, la centrale Guadalmi e la diga di monte dell'invaso [6].

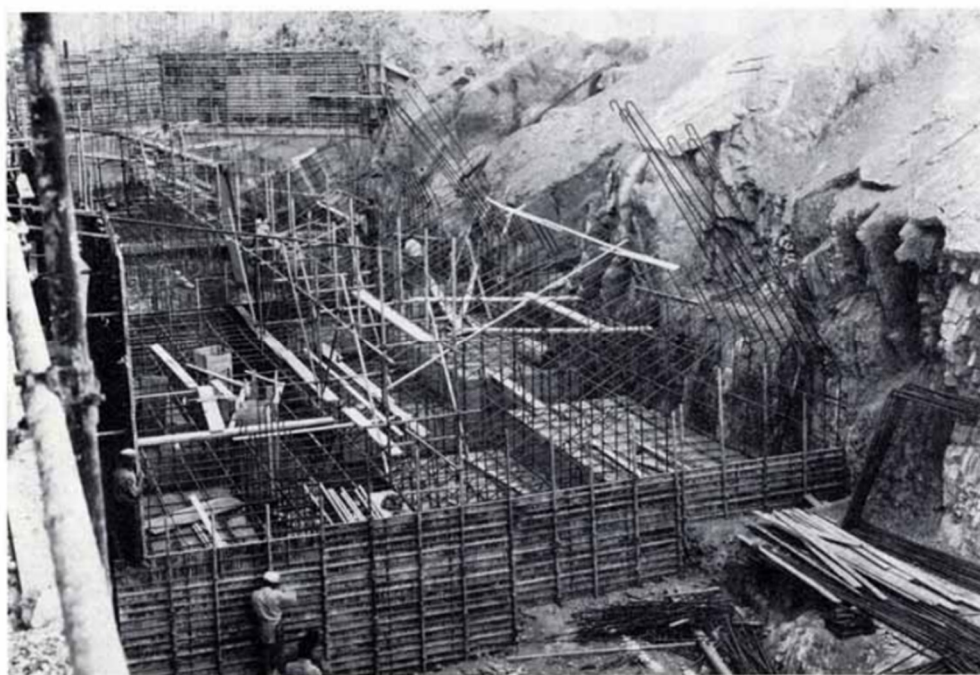


Figura 9: Zona di scavo dei blocchi di ancoraggio per le condotte forzate, alla base del versante, in roccia.

Nell'ambito delle attività di ricerca bibliografica sono state analizzate le immagini satellitari storiche disponibili sulla piattaforma Google Earth e sul sito EO Browser ove sono accessibili le serie storiche delle immagini acquisite dai satelliti Sentinel e Landsat. Lo studio è stato condotto al fine di individuare eventuali variazioni nello stato dei luoghi, soprattutto a causa di frane, e si estende su una scala temporale di circa venti anni.

4.2 Sondaggi

Gli articoli pubblicati [5] segnalano che per la costruzione dell'impianto furono realizzati sondaggi con recupero di campioni sia in destra che in sinistra idrografica del fiume Hone e 4 pozzetti esplorativi in prossimità della centrale. Dei primi è stato possibile reperire la stratigrafia semplificata, mentre dei secondi non esiste alcuna informazione.

I sondaggi in sinistra, la cui posizione viene illustrata in **Figura 10**, sono distribuiti lungo la galleria di adduzione e sul versante a valle di essa. La loro posizione e profondità viene indicata in **Tabella 1**.

Sondaggio	Settore	X (m)	Y (m)	Quota (m slm)	Profondità (m)
SS1	Diga Lago Albanesi	349522	4203118	603	38
SS3	Pozzo Piezometrico	349210	4202426	621	54.2
SS4	Versante galleria forzata	349145	4202610	589	32
SS5	Condotta galleria	349366	4202702	671	119.6

Tabella 1: Posizione e caratteristiche dei sondaggi realizzati durante la costruzione.

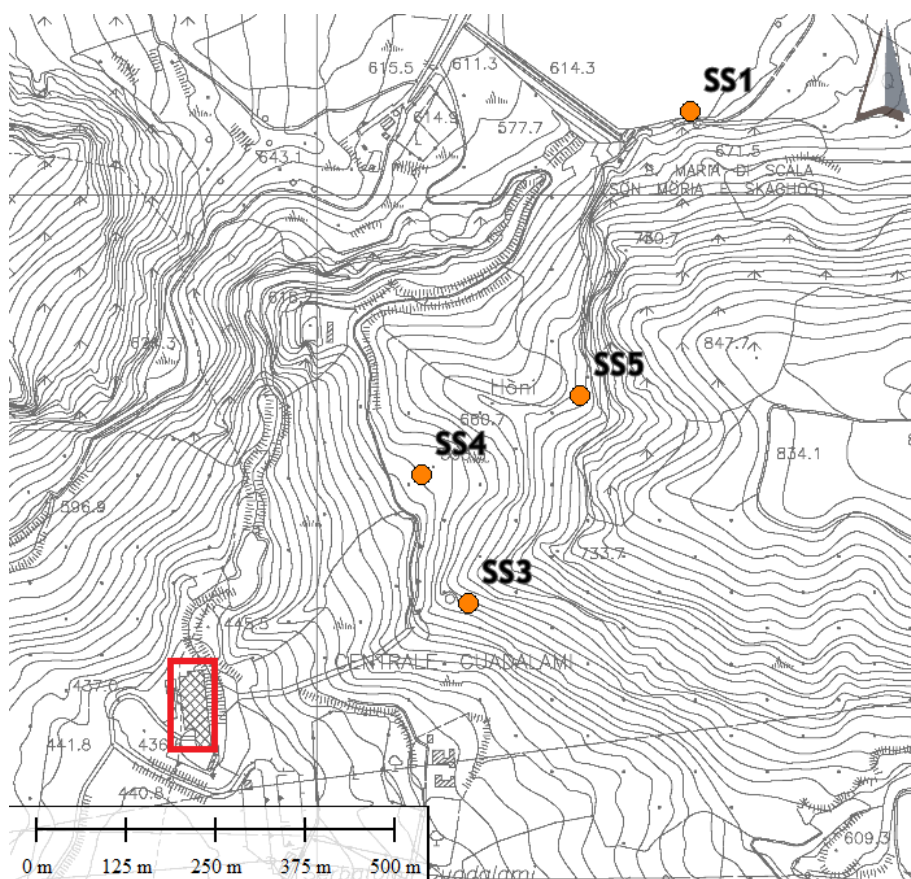


Figura 10: Ubicazione dei sondaggi pregressi. In rosso il settore della centrale Guadalmi.

5. ASSETTO GEOLOGICO

5.1 Inquadramento geologico

L'area di studio si colloca nella porzione occidentale della Sicilia, settore oggetto di numerosi studi geologici a partire da fine '800 nei quali le ricostruzioni stratigrafiche e tettoniche risentono dell'evoluzione delle conoscenze succedutesi nel tempo. La grande mole di dati geologici raccolti è stata in anni recenti integrata da dati geofisici condotti a livello crostale che hanno portato a diverse ricostruzioni geodinamiche e paleogeografiche del settore dell'isola e del Mediterraneo centrale. Per il presente inquadramento si fa riferimento al lavoro di Lentini e Carbone [19].

La Sicilia costituisce parte dell'Orogene Appenninico Maghrebide che unisce l'Africa all'Appennino attraverso l'Arco Calabro Peloritano e si colloca nella parte centrale del Mar Mediterraneo costituito da tre estesi settori o Domini Strutturali (**Figura 11**):

- Dominio d'Avampaese. Comprende i settori a crosta continentale, indeformati, del Blocco Apulo, attribuito alla Placca Adria, e del blocco Pelagiano attribuito generalmente alla Placca africana, separati dal settore con crosta oceanica del Bacino Ionico.
- il Dominio Orogenico. Vi appartengono catene orogeniche che costituiscono parte del nord Africa della Sicilia, Calabria, raggiungendo l'Appennino e include l'area in esame.
- Il Dominio Interno. Si compone del Blocco Sardo Corso e del Bacino Tirrenico, a crosta oceanica, in apertura dal Serravalliano.

La configurazione geologica dell'isola deriva dall'interazione tra la placca africana e la placca europea la cui linea di sutura è rappresentata dalla catena appenninica che prosegue verso il nord Africa attraverso l'Arco Calabro Peloritano. Questo orogene risulta compreso tra due bacini con crosta oceanica uno in espansione (bacino tirrenico) ed uno in subduzione (bacino ionico). Durante il Terziario si è verificata la chiusura del bacino oceanico della Tetide che separava i due continenti e la crosta oceanica è sottoscorsa al continente europeo che avanzava verso quello africano generando il corrugamento dei sedimenti oceanici.

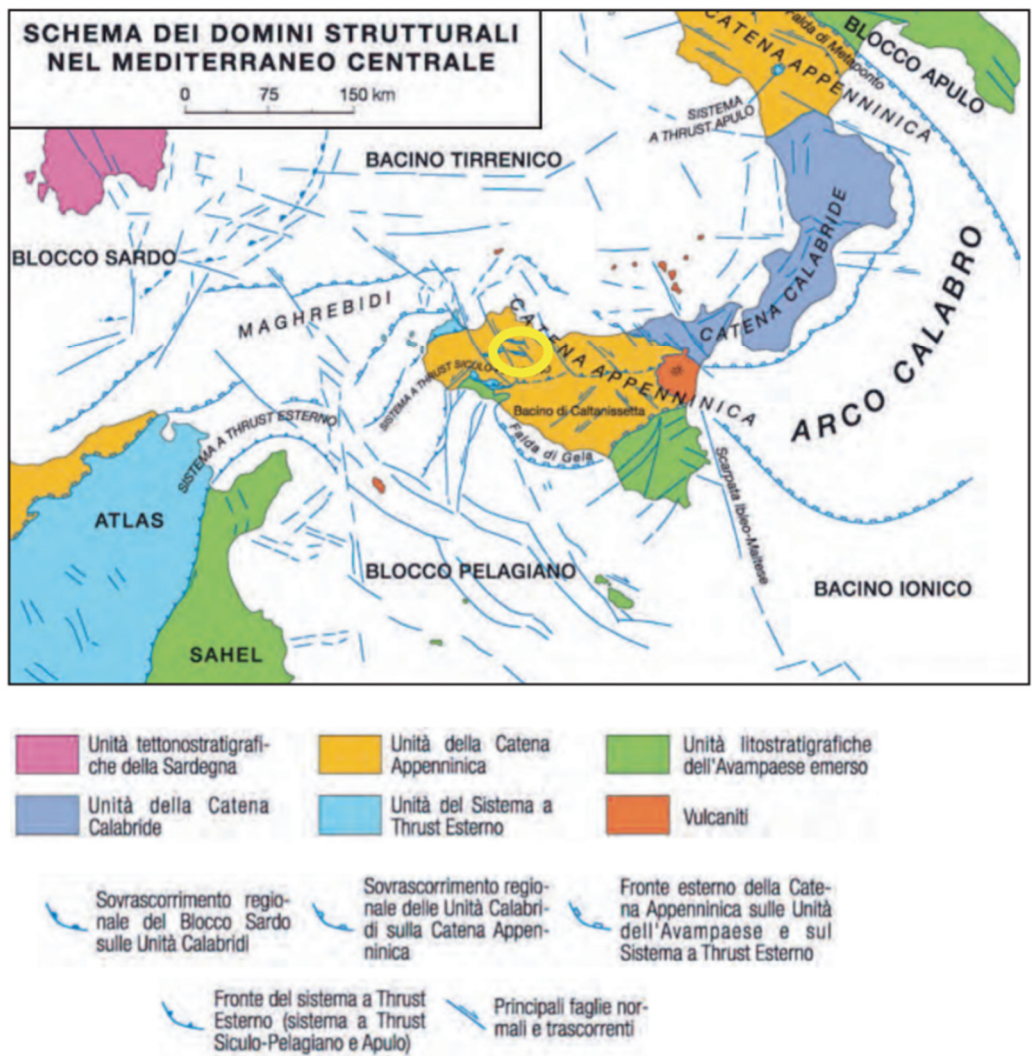


Figura 11: Domini strutturali del Mediterraneo Centrale (da[19]). Nell'ovale giallo è collocato il settore di studio

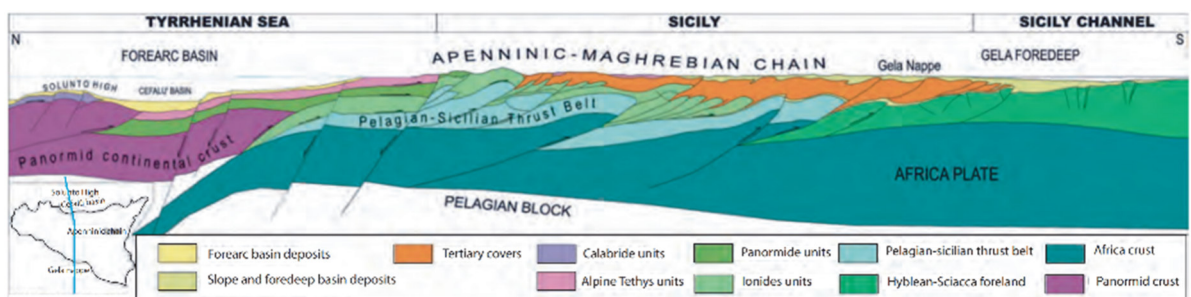


Figura 12: Profilo crostale schematico attraverso il Tirreno meridionale, la Sicilia e il Canale di Sicilia. Da [19]

Il modello evolutivo del **Dominio Orogenico** è il sistema “catena-avanfossa-avampaese” che vede, nel corso del tempo, un progressivo inglobamento nell’edificio strutturale dei settori più esterni per cui aree un tempo costituenti l’avampaese successivamente si trasformano in unità tettoniche facenti parte della catena. L’avampaese si curva sotto la catena che avanza da nord verso sud.

Il Sistema a Thrust Esterno (Sistema a *Thrust* siculo-pelagiano) deriva dalla deformazione del margine dei blocchi Pelagiano ed Apulo la cui strutturazione avviene in contemporanea con l'apertura del bacino tirrenico. Sopra questo sistema sovrascorrono le unità alloctone che derivano dalla deformazione dell'oceano della Tetide (Catena Appenninico-Maghrebide) e del margine europeo (Catena Kabilo-Calabride) (Lentini et al., 2000). La strutturazione delle falde alloctone, completamente sradicate, sul Sistema del *Thrust* Esterno si colloca temporalmente nel Miocene Superiore-Pleistocene.

La Catena Appenninico Maghrebide è composta da unità tettoniche derivate dalla strutturazione oligo-miocenica di successioni sedimentarie situate in domini paleogeografici posti tra la placca europea e quella afro-adriatica. E' composta dal basso verso l'alto da Unità Ioniche, Unità Panormidi e Unità Sicilidi (alpino Tetidee).

La Catena Kabilo-Calabride è costituita da numerose unità tettoniche composte da successioni di terreni del basamento paleozoico con parte delle sue coperture sedimentarie mesozoico-cenozoiche impilate nel periodo Eocene Superiore-Oligocene Inferiore per deformazione del margine europeo.

Varie ricostruzioni della complessa storia evolutiva si sono succedute negli anni e negli ultimi decenni si sono avvalse dei dati di sismica a riflessione sia industriale che del Progetto CROP (CNR) che hanno permesso l'esplorazione della crosta profonda per una migliore comprensione dei processi geodinamici dell'area italiana e dei mari circostanti. La zona di studio si inserisce in un settore importante per la ricostruzione dei rapporti strutturali della catena montuosa siciliana, essa è collocata infatti lungo la dorsale del Monte Kumeta appartenente al Sistema a *Thrust* Esterno o Sistema a *Thrust* Siculo-Pelagiano [19] ovvero un sistema profondo riconosciuto dalle sezioni sismiche ed affiorante nella Sicilia occidentale a partire dal trapanese fino ai Monti Sicani (**Figura 13**).

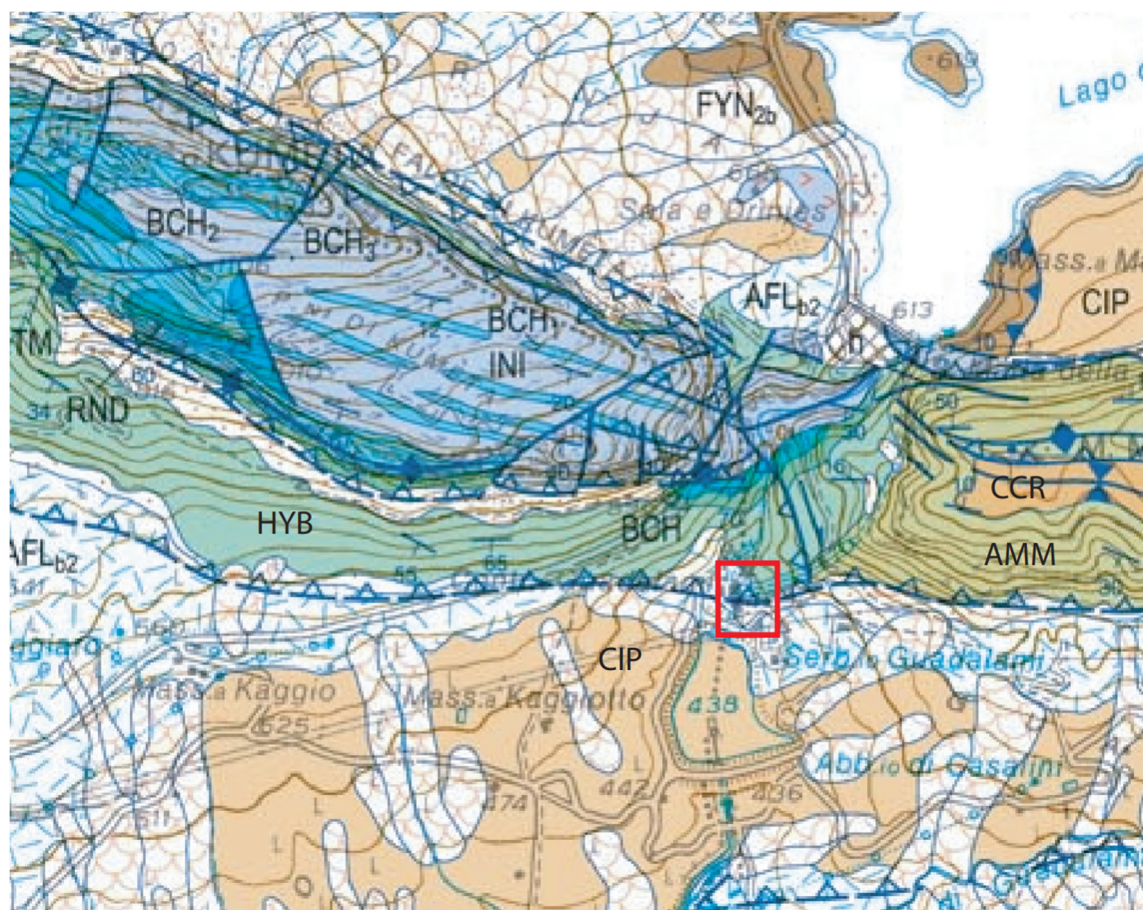


Figura 13: Affioramenti delle successioni sedimentarie Giurassico – Mioceniche appartenenti al Sistema di *Thrust* Esterno. In rosso l'area di studio

La successione della dorsale del Monte Kumeta consiste in calcari di piattaforma del Triassico-Giurassico inferiore (F.ne Sciacca, F.ne Inici) passanti in paraconcordanza ad una successione di calcari bacinali più o meno lacunosa di età compresa tra il Giurassico medio e l'Oligocene inferiore (Rosso Ammonitico, F.ne Lattimusa, Scaglia) successivamente seguita da depositi terrigeni dell'Oligocene superiore e dai depositi dei bacini satellite del Serravalliano-Tortoniano inf. fino alle successioni terrigene ed evaporitiche del Tortoniano sup.- Messiniano.

5.2 Stratigrafia

La geologia del settore e dei suoi intorno è rappresentata dall'estratto della carta geologica del Foglio 607 "Corleone" (**Figura 14**). Le formazioni presenti nella carta geologica vengono di seguito descritte partendo dalle più antiche alle più recenti e riassunte schematicamente in **Figura 15**.



SOVRASSEGNI DELLE UNITA' QUATERNARIE

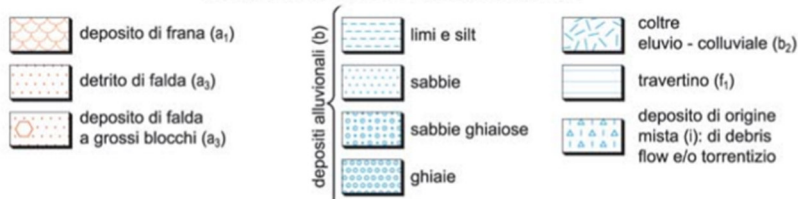


Figura 14: Estratto Carta geologica d'Italia - F. 607 "Corleone: sono state aggiunte alcune sigle per chiarezza. Le sigle fanno riferimento alle unità stratigrafiche descritte nel capitolo. In rosso l'area in cui ricade l'intervento.

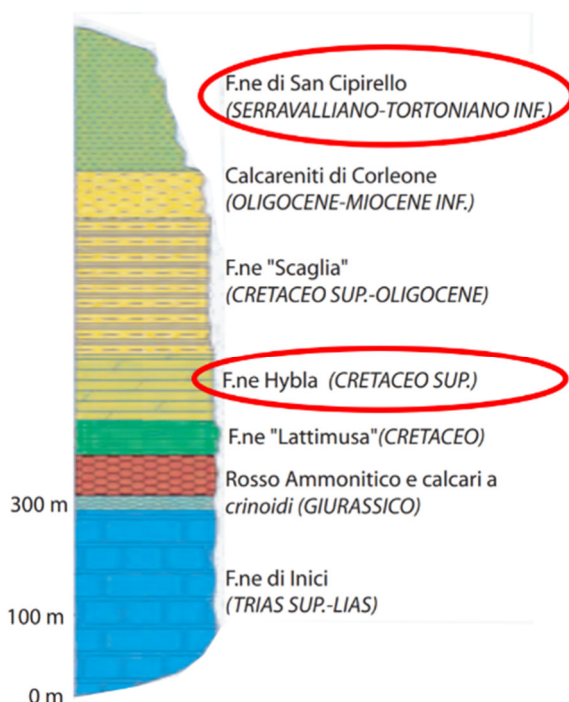


Figura 15: Colonna stratigrafica schematica delle unità presenti al Monte Kumeta (da Lentini&Carbone [19]) (parz. ridisegnato). Negli ovali rossi le due formazioni presenti nella zona della centrale Guadalami.

5.2.1 Depositi delle Successioni Meso-Cenozoiche

Successione della Piattaforma Carbonatica e Carbonatico-Pelagica Trapanese

- Formazione Inici (INI) - Calcari e calcari dolomitici bianchi a molluschi ed alghe, calcari stromatolitici in banchi e calcareniti oolitico bioclastiche. Al tetto è presente un reticolo di filoni sedimentari colmati da depositi giurassico-miocenici. Costituiscono gran parte del rilievo delm.Kumeta. Età: Hettangiano-Sinemuriano (Giurassico inferiore)
- Calcari a Crinoidi (RND) Calcareniti encrinliche bianco-rosate con geometria lentiforme, spesso massive, con croste mangesifere nerastre. Età: Pleinsbachiano superiore (Giurassico inferiore)
- Formazione Buccheri (BUC) - Calcari rossi nodulari, calcari pelagici radiolariti e selci stratiformi, calcari pseudonodulari bianco rosati. Presenza di fossili tra cui ammoniti (membro "rosso ammonitico") Età: Toarciano – Titonico (Giurassico)
- Lattimusa (LTM) - Calcilutiti marnose rosate selcifere e calcilutiti biancastre ben stratificate, con calpionelle ed altre faune. Età: Titonico superiore-Valanginiano (Cretaceo inferiore)

- Formazione Hybla (HYB) - Calcilutiti marnose selcifere e marne verdastre. Talora intercalati livelli di ricchi di materia organica. Questa formazione affiora nei dintorni della centrale e ne costituisce in parte il substrato. Età: Valanginiano superiore – Albiano (Cretaceo inferiore)
- Formazione Amerillo (AMM) - Calcilutiti bianche con liste e noduli di selce alternate a calcilutiti e marne calcaree da grigie a verdastre. Locali intercalazioni di calcareniti risedimentate. Età: Cretaceo superiore-Eocene
- Calcareniti di Corleone (CCR) - Biocalcilruditi, biocalcareni e arenarie glauconitiche a laminazione incrociata ed alternanze di marne sabbiose bruno-verdastre. Alla base della formazione è presente una breccia glauconitica. Presenti lungo ilm. Maganoce. Età: Burdigaliano-Langhiano (Miocene)
- Marne di San Cipirello (CIP) - Argille, marne argillose e sabbiose grigio azzurrognole. Ambiente pelagico ed emipelagico. Questa unità è presente in parte nell'area della centrale al di sotto dei terreni di copertura. Età: Serravalliano – Tortoniano inferiore (Miocene)

Successione del Bacino Numidico

- Flysch Numidico (FYN) - Peliti e peliti argillose con intercalazioni di livelli arenacei, biocalcareni e megabrecce carbonatiche. La formazione è distinta in vari membri, nelle adiacenze dell'area è presente il Membro di Portella Colla (FYN2) - Peliti e argilliti brune manganesifere con rari banchi di arenarie quarzose (corpi canalizzati) verso l'alto. Nella parte basale frequenti lenti di calcareniti e calciruditi con macroforaminiferi. Nella parte medio-alta presenti megabrecce carbonatiche e megaconglomerati arenacei (megabrecce di S. Salvatore). Età: Chattiano-Aquitano inferiore

5.2.2 Depositi quaternari

I depositi quaternari sono classificati facendo riferimento alle unità a limiti inconformi (UBSU). Nell'area sono presenti depositi continentali riferibili al Sintema di Capo Plaia (AFL) che comprende i depositi di frana, i detriti, i depositi eluvio colluviali ed i depositi fluviali distinti da sigle diverse e da appositi sovrassegni. L'intervallo temporale si colloca tra la fine dell'espansione glaciale (15ka) e l'attuale.

5.3 Assetto strutturale

Secondo la ricostruzione della Carta Geologica d'Italia - Foglio 607 "Corleone" [13] l'area di studio è strutturalmente riferibile alle Unità Tettoniche Trapanesi (**Figura 16**) che rappresentano il livello strutturale più basso dell'edificio strutturale di questo settore della Sicilia e che si sono formate nel corso della deformazione collisionale terziaria.

In particolare, le successioni stratigrafiche dell'area di studio appartengono alla Unità Stratigrafico Strutturale Kumeta-Balatelle (*Subunità Marineo*).

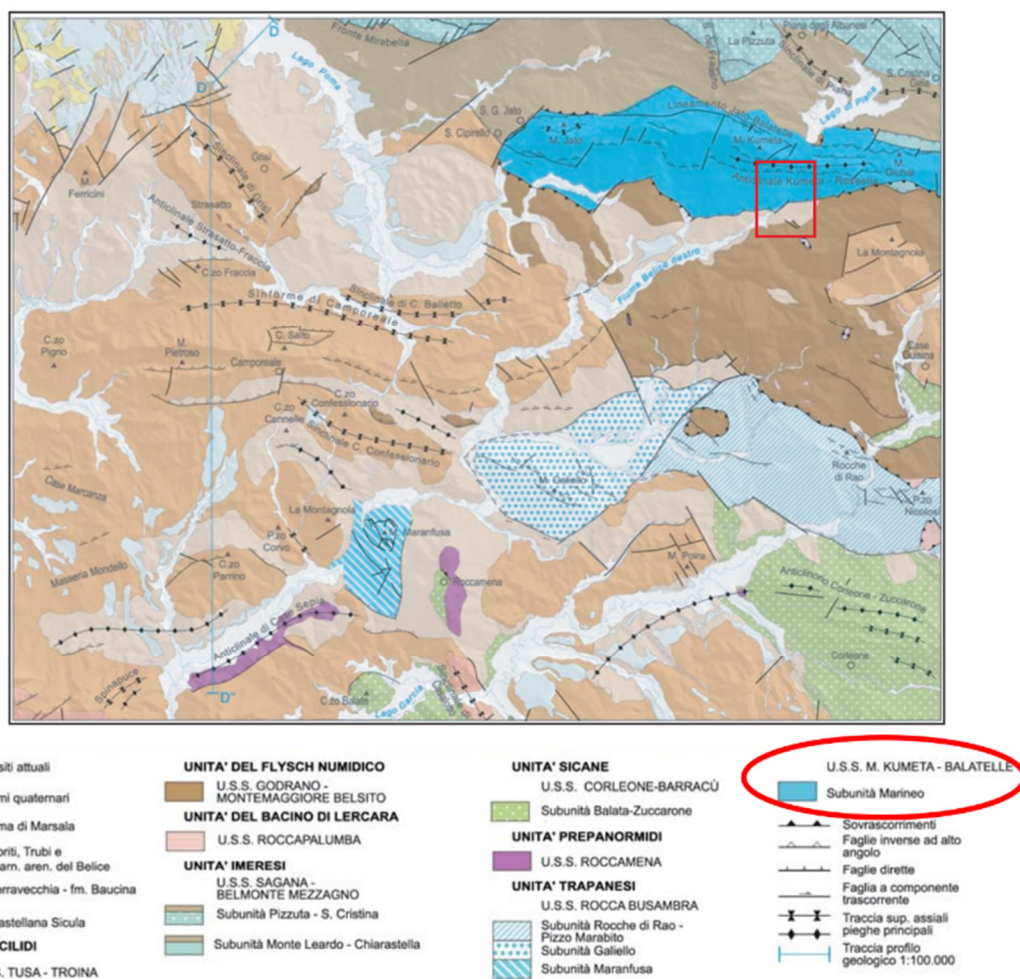


Figura 16: Schema strutturale del Foglio CARG 607 “Corleone”. In rosso l’area di studio che ricade nella Subunità Marineo (Unità Stratigrafico Strutturale Kumeta-Balatelle)

La subunità Marineo è caratterizzata da una estesa anticlinale principale a direzione E-O, sud vergente interessata sul lato settentrionale da un lineamento transpressivo destro (Monte Jato-Balatelle) interpretato come parte della linea Kumeta-Alcantara considerata struttura trascorrente crostale. A questo lineamento ed alle sue strutture coniugate sono imputabili le retrovergenze e la dislocazione del versante settentrionale dell’anticlinale.

6. GEOMORFOLOGIA

L'impianto di Guadalami si colloca a sud della dorsale Monte Kumeta (q.1233.6m s.l.m.) - Monte Maganoce (q. 901,6m s.l.m.) che separa la piana sede dell'invaso della Diga di Piana degli Albanesi a nord dalla porzione collinare e pianeggiante di Guadalami e Piana del Campo a sud. I rilievi sono incisi dal corso del Fiume Hone ad andamento circa NE-SO. La centrale è collocata in sinistra idrografica ai piedi dei rilievi in una porzione collinare caratterizzata da morfologie piuttosto dolci. L'area della centrale è stata intensamente rimodellata dagli scavi e riporti realizzati per la costruzione dell'impianto idroelettrico.

6.1 Cartografia degli Enti

Per quanto concerne la valutazione della stabilità geomorfologica è stato fatto riferimento alle informazioni disponibili nei database pubblici quali:

- l'Inventario dei Fenomeni Franosi Italiani (IFFI) [10]
- il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)
- dati di Interferometria satellitare forniti dal Ministero dell'Ambiente

6.1.1 *Inventario Fenomeni Franosi Italiani - IFFI*

L'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI) rappresenta la banca dati nazionale e ufficiale sulle frane. È realizzato da ISPRA in collaborazione con le Regioni e Province Autonome (art. 6 comma g della L. 132/2016) ed è consultabile online sulla piattaforma dedicata Idrogeo [10]. Ad ogni frana è associata una scheda per la descrizione delle caratteristiche generali del dissesto (quali ubicazione e descrizione), la classificazione del tipo di movimento, lo stato di attività ed altri elementi quali morfometria, esposizione, uso del suolo, datazione dell'evento e metodologia di rilievo, danni riscontrati, esposizione al rischio di persone ed edifici, la presenza di indagini ed eventuali interventi oltre ad informazioni geologico idrogeologiche.

La cartografia tematica del IFFI per l'area in esame riporta alcuni fenomeni franosi nelle aree attorno al bacino di Guadalami (**Figura 17**). In particolare è segnalato un dissesto di tipo scivolamento rotazionale/traslattivo quiescente che interessa il versante destro dell'invaso. Sono inoltre mappati fenomeni di crollo/ribaltamento classificati come attivi/riattivati/sospesi in corrispondenza delle pareti rocciose più acclivi lungo dorsale montuosa a nord dell'impianto Guadalami e nella forra del fiume Hone. Due aree a franosità diffusa attiva/riattivata sospesa sono riconosciute in destra e sinistra del fiume ma non interferenti con il bacino di Guadalami.

Il settore della centrale oggetto degli interventi in progetto è esterno alle zone interessate da dissesto.

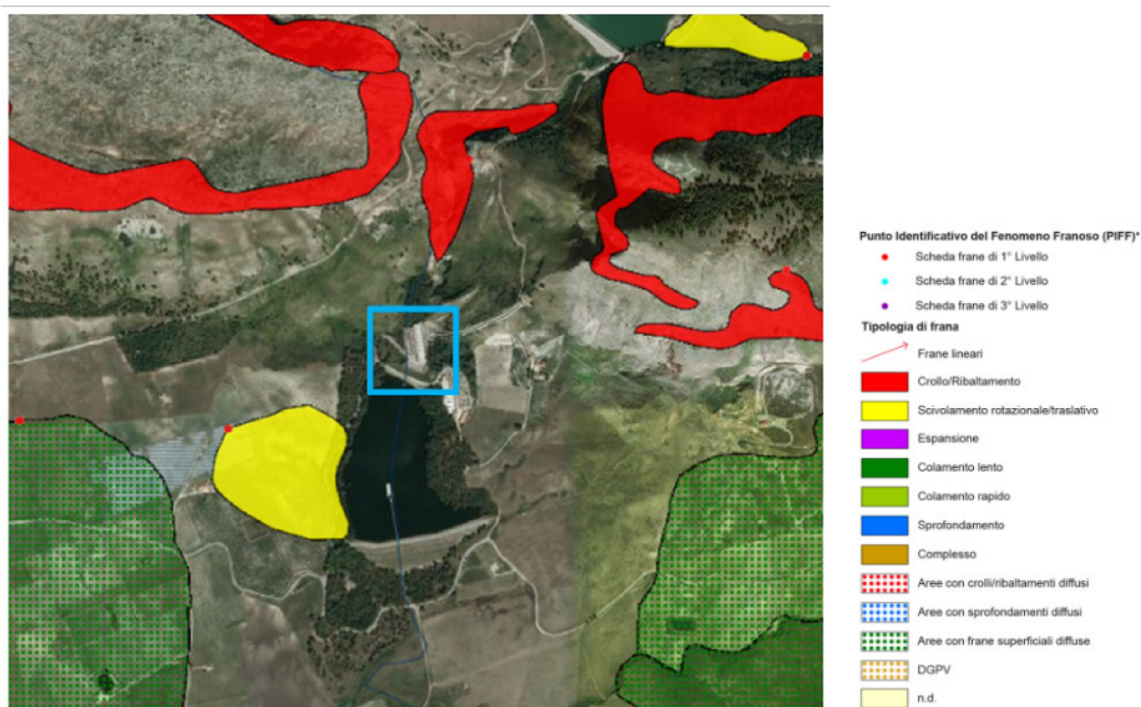


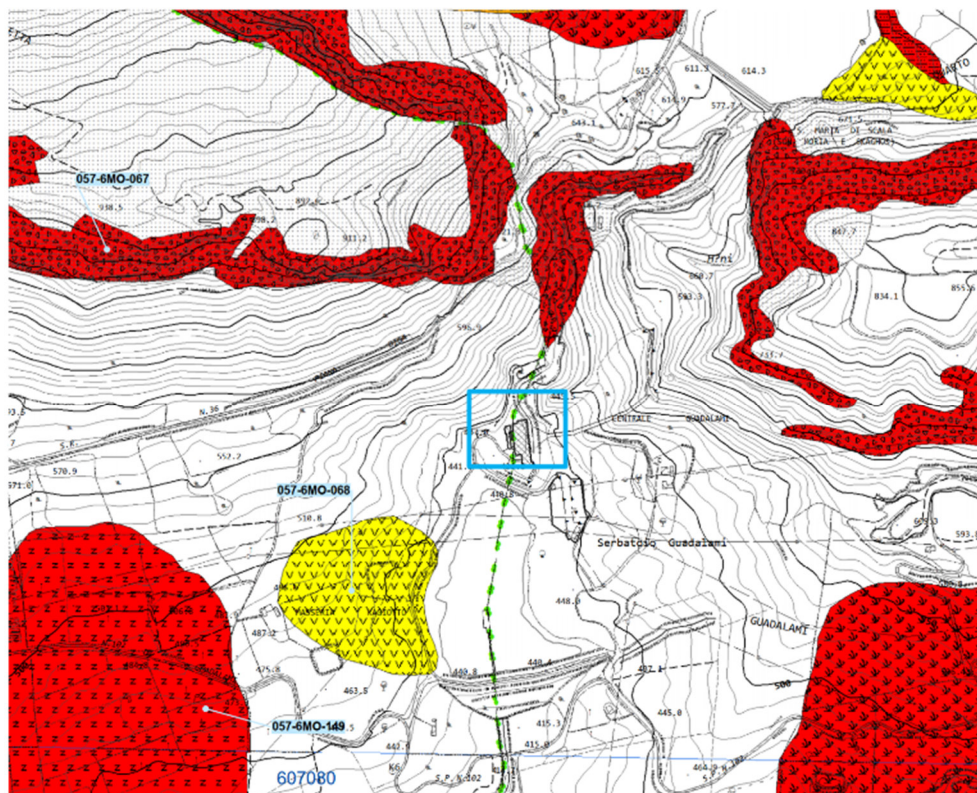
Figura 17: Carta Inventario dei Fenomeni Franosi Progetto IFFI (da ISPRA) [10]. Nel riquadro celeste la zona della Centrale Guadalami

6.1.2 Piano Assetto Idrogeologico – PAI












Relativamente alla tematica delle frane sono stati acquisiti i files vettoriali e le carte dei dissesti del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico dei Bacini della Sicilia pubblicate in scala 1:10.000. L'area di studio ricade nel Bacino Idrografico del Fiume Belice e la cartografia di interesse è rappresentata dalla Carta dei Dissesti n° 3 (foglio 607040 del 2005).

Le cartografie P.A.I. sono soggette a revisioni che vengono approvate dalla Regione Sicilia. È presente un aggiornamento (Decreto del Segretario Generale n.30 del 18/02/2021) per il Bacino Idrografico del Fiume Belice (057) relativo al territorio del Comune di Monreale (**Figura 18**).

Il settore di interesse risulta in buon accordo con la cartografia IFFI descritta in precedenza pertanto la zona della centrale risulta esterna a fenomeni di dissesto.



FENOMENI FRANOSI

-  Crollo e/o ribaltamento
-  Colamento rapido
-  Sprofondamento
-  Scorrimento
-  Frana complessa
-  Espansione laterale o deformazione gravitativa (DGPV)
-  Colamento lento
-  Area a franosità diffusa
-  Deformazione superficiale lenta
-  Calanco
-  Dissesti conseguenti ad erosione accelerata

STATO DI ATTIVITA'





-  Attivo
-  Inattivo
-  Quiescente
-  Stabilizzato artificialmente o naturalmente

Figura 18: Estratto della Carta Geomorfologia di Monreale riportante la cartografia di Aggiornamento del Piano Stralcio di Bacino per l'assetto Idrogeologico (P.A.I.) - Carta dei Dissesti C.T.R. 607040. (DSG30del18/02/2021). Nel riquadro celeste la zona della Centrale Guadalami.

6.1.3 Interferometria Satellitare (Ministero dell'Ambiente)

Sono stati acquisiti e analizzati i dati di Interferometria Radar Satellitare (InSar) del Piano Straordinario di Telerilevamento Ambientale prodotto dal Ministero dell'Ambiente. I dati derivano dall'analisi con tecniche di interferometria di immagini radar satellitari acquisite tra il 1992 e il 2014. Si tratta dei riflettori a terra (Permanent Scatterers) ottenuti dalla elaborazione delle immagini radar in orbita ascendente e discendente dei sensori ERS (1992-2000), ENVISAT (2004-2010) e CSK (2011-2014).

Le velocità di movimento lungo la linea di vista dei satelliti sono illustrate in **Figura 19**. L'analisi dei PS relativi alla zona di intervento mostra velocità di spostamento dei riflettori inferiori a 4 mm/anno.

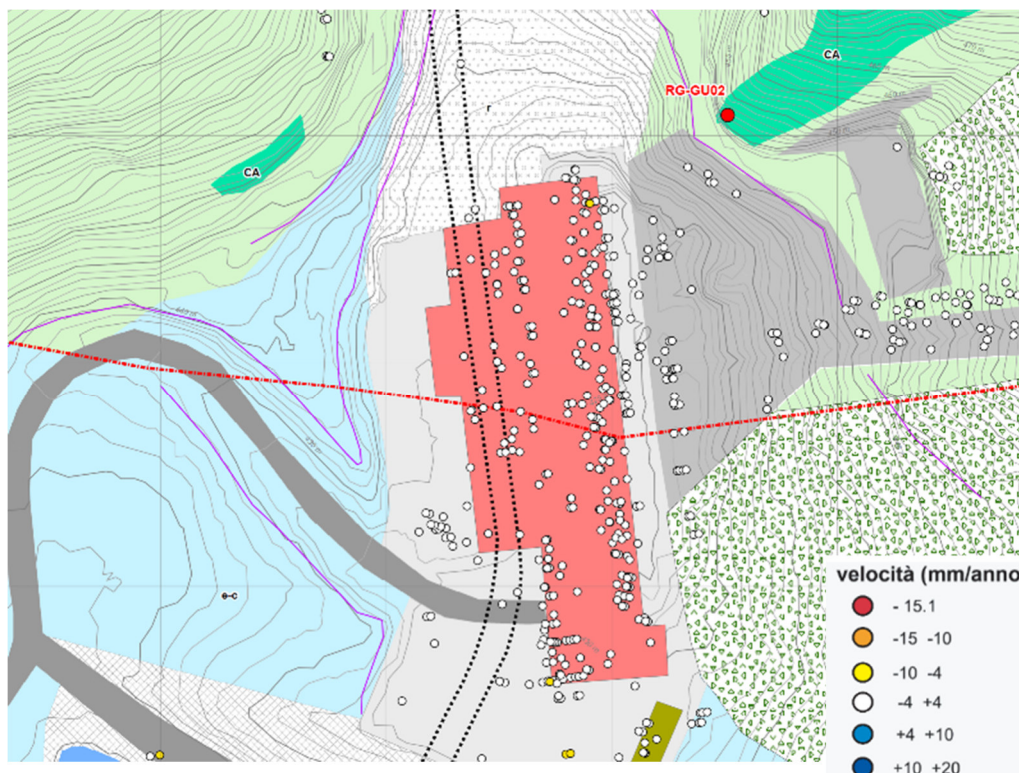


Figura 19: Permanent Scatterers relativi al monitoraggio InSar – Ministero dell’Ambiente. Le velocità sono espresse in mm/anno.

6.2 Forme e depositi

Le forme ed i depositi presenti dell’area di studio sono stati indagati tramite l’osservazione di immagini satellitari multitemporali e l’analisi del Modello Digitale del Terreno ad 1m come descritto nel **Capitolo 3**. I dati sono stati successivamente verificati ed integrati nel corso dei rilievi di campagna. Gli elementi riconosciuti sono rappresentati nella Carta geologico-geomorfologica [24] in scala 1:500. In particolare, sono stati mappati:

- le creste dei rilievi;
- le scarpate morfologiche;
- le scarpate antropiche;
- le frane: è stato riconosciuto da rilevamento un colamento attivo presente ad est dell’invaso.

Non sono presenti invece dissesti che interessano l’area di progetto. In carta sono stati dettagliati gli elementi antropici distinguendo:

- il corpo della diga di monte;
- la centrale Guadalami;
- gli edifici di altro genere;
- le strade;
- il piazzale;
- le strutture in calcestruzzo;

- i riporti antropici generici, questi ultimi riguardano il settore immediatamente a monte della centrale lungo i versanti ed il corso del fiume Hone.

7. MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO

La centrale oggetto dello studio è collocata immediatamente a sud della dorsale carbonatica Monte Kumeta - Monte Maganoce nella porzione collinare di raccordo alla piana. Il modello geologico è stato definito in base al rilievo di terreno e alle informazioni estratte dai documenti bibliografici raccolti. Di particolare interesse è risultata la documentazione geologica relativa al periodo di costruzione dell'impianto che dettaglia le caratteristiche degli ammassi rocciosi incontrati nel corso degli scavi **Figura 6 e Figura 7**.

7.1 Modello geologico

Il modello geologico di riferimento viene illustrato per mezzo di una carta geologico-geomorfologica (**Figura 20** e Tavola GRE.EEC.D.14.IT.H.16031.00.10.00) di dettaglio e di 2 sezioni geologiche (**Figura 21 e Figura 22**, GRE.EEC.D.14.IT.H.16031.00.11.00), una longitudinale e una trasversale alla centrale.

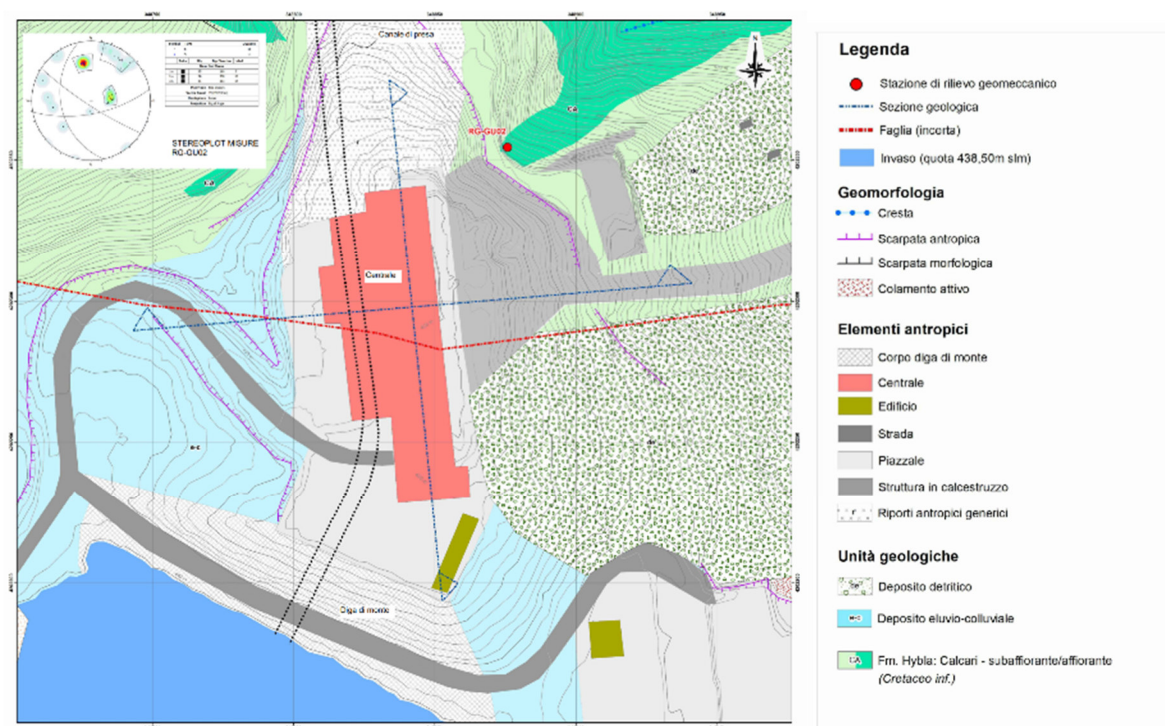


Figura 20: Mappa geologico-geomorfologica di dettaglio [24]

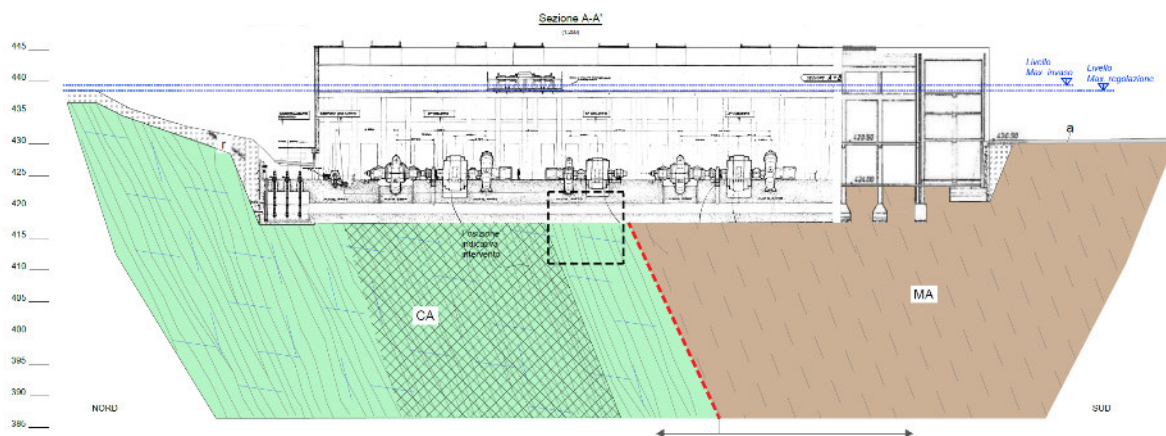


Figura 21: Sezione geologica longitudinale

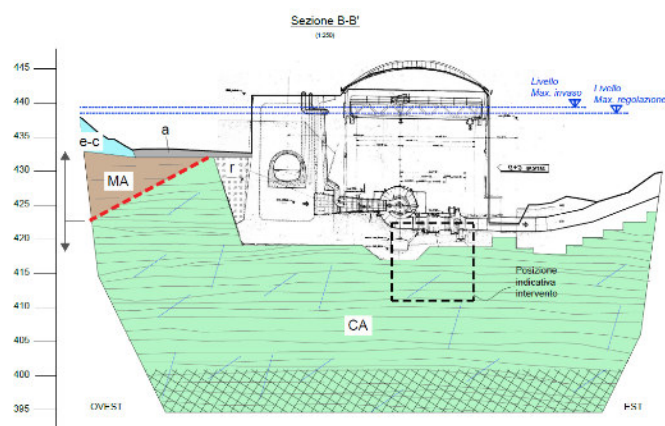


Figura 22: Sezione geologica trasversale

La centrale di Guadalami si sviluppa attraverso il contatto tettonico tra due unità geologiche: la Formazione Hybla (CA) a nord e la F.ne di San Cipirello (MA) a sud. La faglia è orientata circa 185/65 e passa circa al centro dell'impronta della centrale, proprio in prossimità della zona di intervento. Non è visibile sul terreno ma la sua posizione è stata definita partendo dai dati bibliografici del periodo di realizzazione dell'opera [6] e prendendo in considerazione le evidenze geomorfologiche. Questa condizione fa sì che sussista un livello di incertezza nella sua posizione, stimato in circa 30-40m.

7.1.1 Formazione Hybla (CA)

La Formazione Hybla è costituita da calcari marnosi grigio biancastri con presenza di liste di selce alternati a marne grigie e verdine. Gli spessori dei livelli calcarei nella zona di osservazione varia da 5 a 50cm circa, mentre lo spessore dei livelli marnosi varia da qualche cm al decimetro. Le liste di selce sono di alcuni cm di spessore. Gli strati si presentano decisamente inclinati ed immergenti circa verso sud (giaciture mediamente a 170/65). Il rapporto tra calcari marnosi e marne è di circa 3:1.



Figura 23: affioramenti della Formazione Hybla: in alto zona immediatamente a monte della centrale (con dettaglio).

Le informazioni della costruzione descrivono questa unità come molto tettonizzata, con assetto scompaginato e con zone maggiormente fratturate che si concentrano lungo fasce allineate in direzione E-O, una delle quali si sviluppa immediatamente a N della dorsale su cui è stata realizzata la condotta forzata. Tale fascia viene anche rappresentata nelle sezioni geologiche con apposito retino.

L'assetto strutturale della Formazione Hybla in prossimità della zona di intervento è stato definito tramite il rilievo geomeccanico RG-GU02, eseguito su un affioramento di calcari ubicato in prossimità dello spigolo NE della centrale. Sono state identificate 3 famiglie di discontinuità principali le cui caratteristiche sono sintetizzate di seguito e nello *stereoplot* di **Figura 24**:

- S: stratificazione orientata con direzione prevalente di 169/65. I piani presentano generalmente persistenza metrica 1-2m con spaziature comprese tra 5cm e 15cm con locali aperture fino a 50mm;

- K1: il set ha un'orientazione ben concentrata verso 258/36. Le fratture hanno una spaziatura decimetrica e con persistenza metrica molto variabile;
- K4: fratture con orientazione media 213/81, anch'esse poco spaziate e persistenza metrica.

Nelle sezioni vengono rappresentati con diverso colore la stratificazione e le famiglie di discontinuità misurate nel rilievo geomeccanico RG-GU02.

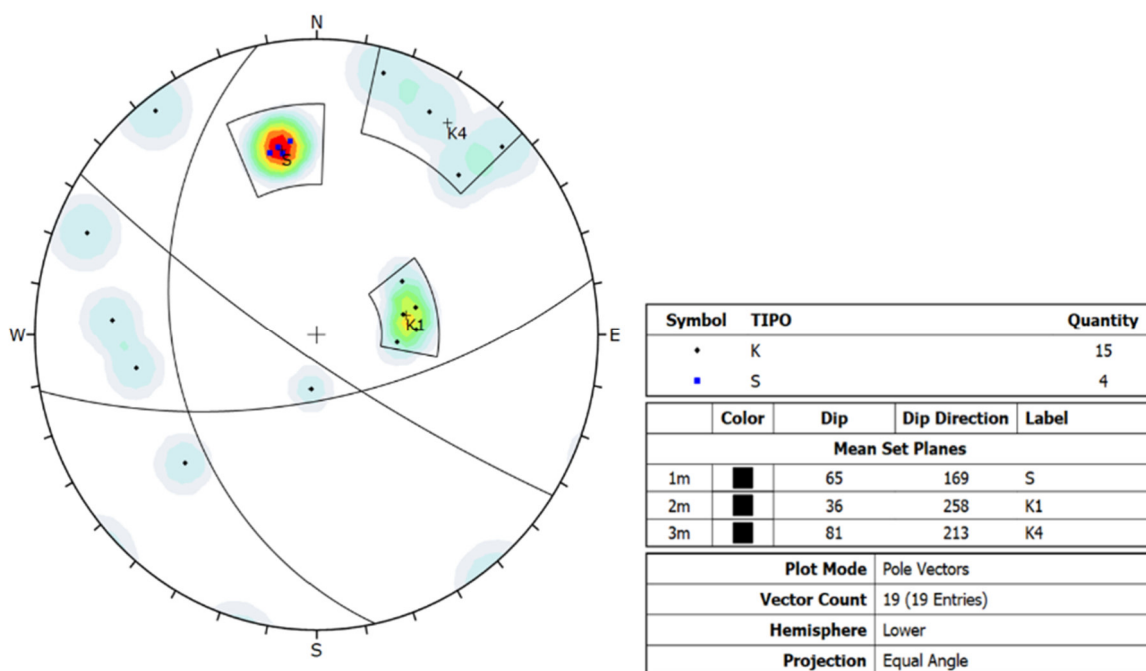


Figura 24: Stereoplot delle discontinuità misurate nel rilievo geomeccanico RG-GU02 più prossimo alla Centrale nella Formazione Hybla

7.1.2 Formazione di San Cipirello (MA)

La Formazione di San Cipirello non affiora nell'area indagata, ma è stata identificata nei saggi esplorativi realizzati per la costruzione dell'impianto idroelettrico (**Figura 6**) lungo il margine SE della centrale. Viene descritta come una argilla più o meno sabbiosa di colore grigio e compatta. Si tratta della stessa unità che costituisce la fondazione delle 2 dighe di Guadalami per la quale nella scheda Anidel [2] viene data la seguente descrizione: *“formazione argillosa compatta miocenica incontrata al di sotto della diga principale sormontata da una coltre di argille più o meno rimaneggiate con spessori variabili tra qualche metro fino ad una decina di metri. Esse presentano a volte fratture capillari rese evidenti solo quando viene modificato il loro assetto naturale. La loro granulometria è abbastanza fine, la plasticità elevata, l'attività dell'ordine di quella delle argille normali...Dal punto di vista meccanico le argille di base sono fortemente preconsolidate e scarsamente compressibili per effetto dei carichi esercitati dalle opere; inoltre sono da considerarsi come praticamente impermeabili.”*

7.2 Idrogeologia

Nel presente capitolo vengono riportate alcune valutazioni qualitative sulle caratteristiche idrogeologiche dell'area in quanto non sono disponibili dati piezometrici né prove di permeabilità. Dal punto di vista idrogeologico il sito della Centrale è collocato tra due invasi rappresentati dal bacino di Guadalami a valle e dal bacino generato dalla presa sul fiume Hone, un centinaio di metri a monte della Centrale. I 2 invasi sono comunicanti tramite una galleria connessa alla vasca di carico/scarico ubicata sul lato O della centrale.

Come osserva dalla sezione di **Figura 21** il tratto a monte (N) è costituito da calcari marnosi alternati a marne (F.ne Hybla), la cui permeabilità, tendenzialmente medio bassa, può localmente aumentare a causa del grado di fratturazione. A valle (S) della centrale, invece, le argille e marne argillose della F.ne di San Cipirello costituiscono un substrato sostanzialmente impermeabile. Pertanto nella parte settentrionale della centrale, dove è presente la F.ne Hybla, è immaginabile una situazione in cui i livelli calcarei permettono una certa circolazione dell'acqua nelle zone più fratturate, mentre gli strati marnosi fungono da setti a minore permeabilità. Questa condizione determina una permeabilità parallela alla stratificazione decisamente maggiore della permeabilità perpendicolare alla stessa, pertanto, considerato che la stratificazione immerge ad alto angolo verso S, è lecito attendersi filtrazioni maggiori dai lati E e O del nuovo pozzo da realizzare nella centrale. Il livello piezometrico massimo potrebbe raggiungere, come rappresentato nelle sezioni geologiche, la quota di massima regolazione.

È raccomandabile la realizzazione interventi di impermeabilizzazione dell'ammasso intorno al pozzo prima dello scavo in modo da ridurne l'effetto di drenaggio e evitare l'abbassamento della quota piezometrica attuale, soprattutto nell'unità argilloso marnosa (MA) che potrebbe subire fenomeni di consolidazione e indurre deformazioni sul gruppo 1.

7.3 Incertezze del modello geologico

Come accennato in precedenza sussistono alcuni fattori di incertezza nel modello geologico derivanti dalla mancanza di affioramenti dell'unità argilloso marnosa (MA) e l'impossibilità di osservare direttamente la faglia tra questa unità e quella calcareo marnosa (CA). Si evidenzia inoltre che non sono presenti sondaggi in questa zona.

In ragione di questi elementi, per la valutazione del rischio geologico connesso all'intervento, si possono ipotizzare i seguenti 3 scenari di riferimento:

- Scenario più probabile: posizione della faglia come indicata in FIGG, tale da non interferire direttamente con lo scavo che avverrà nell'unità calcareo marnosa (CA). Potranno essere presenti settori più tettonizzati che interessano parzialmente la zona di scavo;
- Scenario alternativo 1: faglia fino a 30m più a S rispetto a quanto indicato in sezione. In tale condizione lo scavo si svilupperà interamente nell'unità calcareo marnosa (CA) il cui stato di

fratturazione potrà essere più intenso rispetto allo scenario più probabile a causa di una zona intensamente tettonizzata identificata nei calcari;

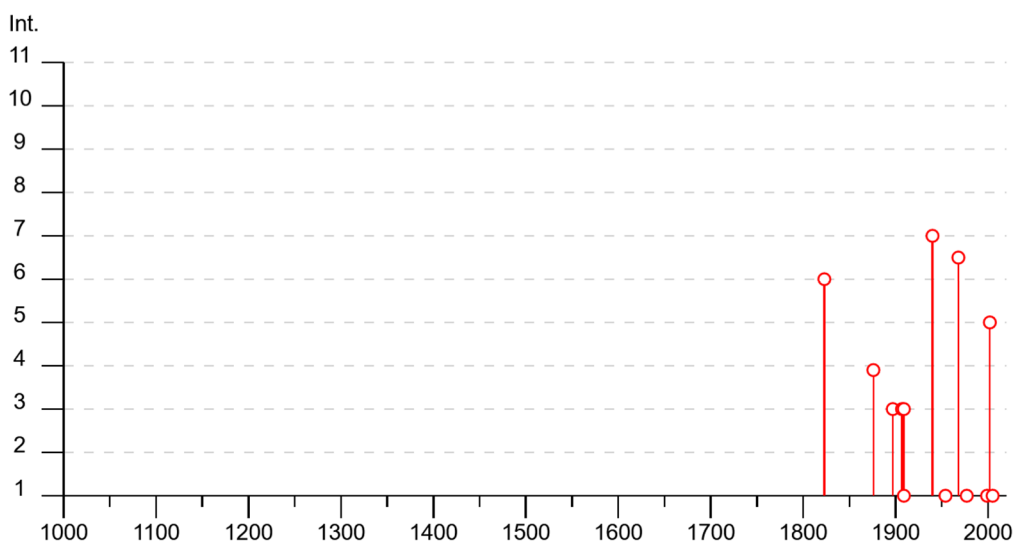
- Scenario alternativo 2: faglia fino a 5-10m più a N rispetto a quanto indicato in sezione e interferenza della faglia con lo scavo del nuovo pozzo. In questo contesto lo scavo avverrà in parte nell'unità calcarea mediamente fratturata e in parte nell'unità argilloso marnosa.
- Scenario alternativo 3: come il precedente con faglia fino a 5-10m più a N rispetto a quanto indicato in sezione e interferenza della faglia con lo scavo del nuovo pozzo. In questo contesto lo scavo avverrà in parte nell'unità calcarea intensamente fratturata e in parte nell'unità argilloso marnosa anch'essa intensamente deformata.

8. SISMICITÀ

8.1 Sismicità Storica (DBMI15)

I dati relativi alla sismicità storica sono stati ottenuti dal Database Macrosismico Italiano (DBMI15, Locati et al., 2019) [16]. Il Data base consultato è il DBMI v4.0 e fornisce un set di dati di intensità macrosismica relativo ai terremoti italiani aggiornato alla finestra temporale 1000-2020. I dati provengono da studi di autori ed enti diversi, sia italiani che di paesi confinanti (Francia, Svizzera, Austria, Slovenia e Croazia). La finalità del DB è fornire dati per la determinazione dei parametri epicentrali dei terremoti (localizzazione e stima della magnitudo) per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI). Il DB permette inoltre di elaborare le “storie sismiche” di migliaia (15343) di località italiane cioè l’elenco degli effetti di avvertimento o di danno, espressi in termini di gradi di intensità macrosismica, osservati nel corso del tempo a causa di terremoti.

Si riporta il dettaglio dei terremoti avvertiti in località Piana degli Albanesi situata circa 4 km a nord della Centrale di Guadalami riassunti in **Figura 25** e **Tabella 2**,



Piana degli Albanesi

PlaceID	IT_66594
Coordinate (lat, lon)	37.996, 13.284
Comune (ISTAT 2015)	Piana degli Albanesi
Provincia	Palermo
Regione	Sicilia
Numero di eventi riportati	13

Figura 25: Grafico della intensità dei 13 terremoti avvertiti a Piana degli Albanesi nel periodo 1000-2020

Nella tabella seguente viene riportato l'elenco dei terremoti con intensità epicentrale uguale o superiore a 3, i valori relativi alla intensità al sito, il tempo all'origine (anno, mese, giorno), l'area

epicentrale, le sue coordinate, la profondità se calcolata, l'intensità epicentrale e la magnitudo momento (Mw).

Int. at place	Year	Mo	Da	EpicentralArea	LatDef	LonDef	DepDef	IoDef	MwDef
6	1823	3	5	Sicilia settentrionale	38.185	14.344		8	5.81
F	1876	6	11	Corleone	37.812	13.301		6	4.71
3	1897	5	15	Tirreno meridionale	38.412	13.278		5	4.52
3	1907	1	21	Tirreno meridionale	38.021	13.552		5	4.14
3	1909	6	7	Corleone	37.948	13.345		3-4	3.73
NF	1909	12	3	Camporeale	37.897	13.096		4	3.7
7	1940	1	15	Tirreno meridionale	38.076	13.429		7-8	5.29
NF	1954	11	20	Sicilia centro-occidentale	37.924	13.093		5-6	4.24
6-7	1968	1	15	Valle del Belice	37.756	12.981		10	6.41
NF	1977	6	5	Monti Nebrodi	37.893	14.344		6-7	4.61
NF	1999	12	30	Tirreno meridionale	38.302	11.953	17.2		4.83
5	2002	9	6	Tirreno meridionale	38.364	13.687	9.6	6	5.92
NF	2005	11	21	Sicilia centrale	37.597	14.105	63.2		4.56

Tabella 2: Estratto da DBMI15 delle informazioni relative ai terremoti avvertiti a Piana degli Albanesi

Gli eventi di maggiore intensità avvertiti sono legati al terremoto del 1940 nel Tirreno meridionale (Int. at place=7) e quelle della Valle del Belice del 1968 (Int.at place=6-7)

8.2 Sismicità recente (dal 1985 al 2020)

Il portale dati dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia [17] permette di ricercare i terremoti registrati e localizzati presso le sale operative dell'INGV a partire dal 1985. I dettagli di ogni evento sismico sono scaricabili e riportano l'identificativo dell'evento, il tempo in cui è avvenuto, le coordinate, la profondità, la fonte del dato, la magnitudo, la località ed il tipo di evento. La magnitudo è espressa per lo più come magnitudo Richter o Magnitudo locale (ML), talora come Magnitudo Durata (Md) e se i dati lo consentono come Magnitudo Momento (Mw). La magnitudo momento si calcola sull'intero sismogramma, deriva dal parametro sismologico del momento sismico legato alle caratteristiche della zona di faglia e rappresenta la migliore stima dell'energia rilasciata da un terremoto.

La **Figura 26** mostra la distribuzione degli epicentri dei terremoti inclusi nel Data Base in un intorno di 30 km dalla Centrale di Guadalami nel periodo 01/01/1985 e 08/03/2022. In tale area, per l'intervallo di tempo considerato, sono segnalati n.196 terremoti. Le magnitudo più rappresentate sono comprese tra 2.0 e 3.0. La magnitudo massima è risultata di 3,6. In generale le profondità sono comprese tra 0.5 e 36.3 km per la maggior parte entro i 10 km.

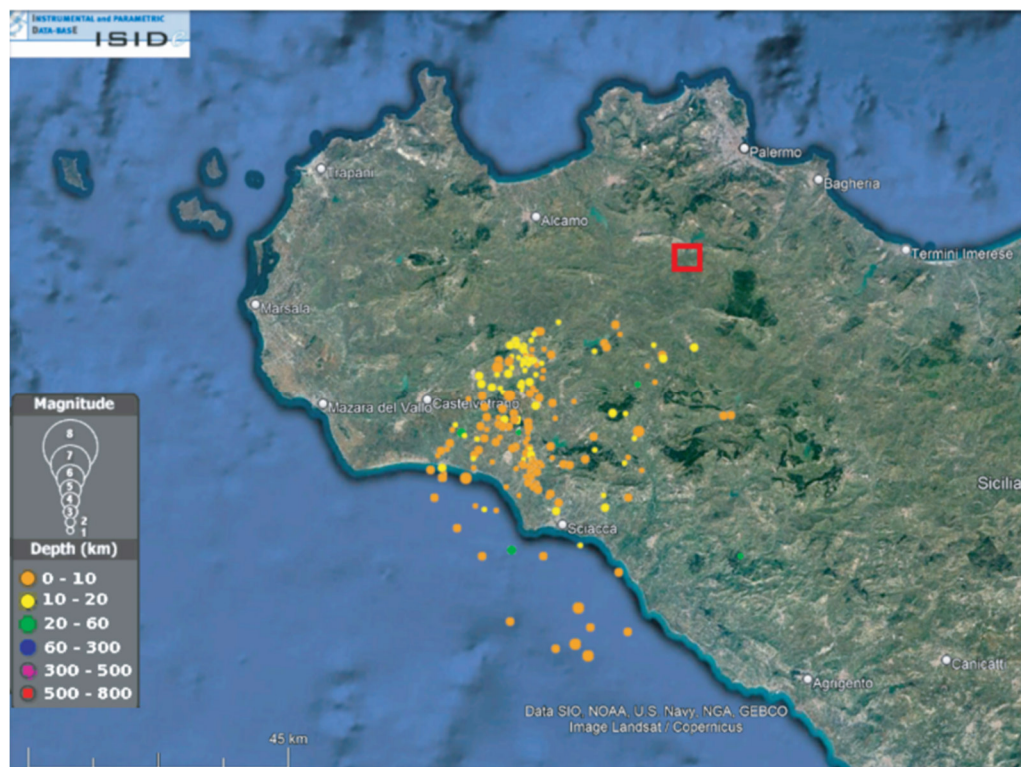


Figura 26: Distribuzione dei terremoti localizzati in tempo reale dall'INGV Centro Nazionale dei Terremoti in un raggio di 30 km dalla Centrale di Guadalmi, in rosso (data base Centro Nazionale Terremoti consultazione 08/03/2022).

8.3 Valutazione fagliazione superficiale

Per la valutazione del rischio di fagliazione superficiale in corrispondenza della Centrale Guadalmi si è fatto riferimento, in primo luogo, al catalogo italiano delle faglie capaci ITHACA [11]. Come si osserva in **Figura 27** la faglia capace più vicina alla centrale è denominata Partinico e si incontra ubicata a NW, unitamente alla sua parallela, faglia di Alcamo, ad una distanza di circa 17.2 km. La lunghezza del primo lineamento risulta di 10.8 km e dalla descrizione disponibile risulterebbe caratterizzata da cinematica di tipo normale con ultima attivazione genericamente segnalata nel Pleistocene.

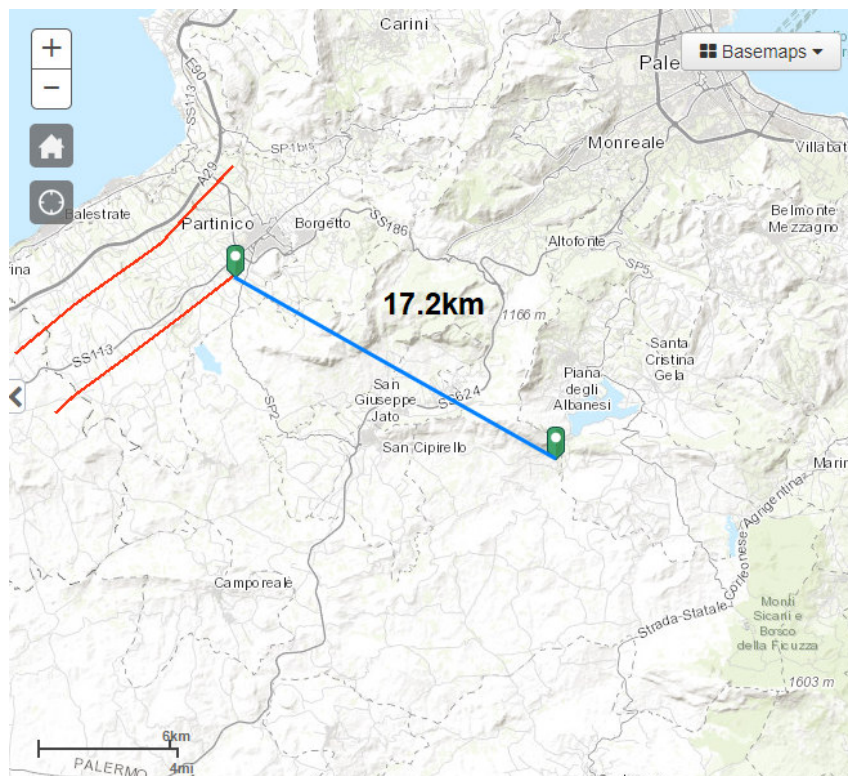


Figura 27: Estratto mappa ITHACA - Catalogo faglie capaci [11].

È stato inoltre considerato il catalogo DISS (Database of individual Seismogenic Sources, ver. 3 [12]), un progetto dell'INGV che censisce e classifica le aree sismogenetiche sul territorio italiano. Le zone sismogenetiche più vicine al sito sono le seguenti (**Figura 28**):

- Sorgente composita Mazara-Belice localizzata a 26.8 km verso SW alla quale è stato assegnato un valore di magnitudo massima probabile M_w pari a 6.1.
- Sorgente composita Sud-Tirreno a 35.3 km di distanza a N alla quale viene assegnato un valore di magnitudo massima probabile M_w pari a 7.0.
- Sorgente composita Monte Maggiaro-Pizzo Telegrafo 36.6 km di distanza a S alla quale viene assegnato un valore di magnitudo massima probabile M_w pari a 5.7.

In conclusione, i dati pubblicati e i rilievi di terreno non indicano evidenze di faglie potenzialmente attive al di sotto o nei pressi della fondazione della centrale.

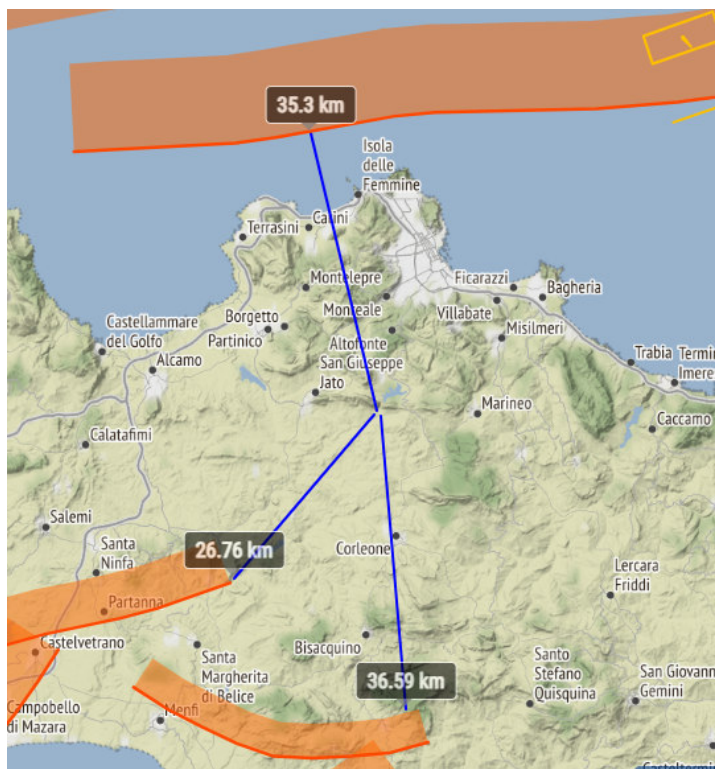


Figura 28: Estratto mappa DISS versione 3.3 – INGV. Catalogo zone sismogenetiche [12].

8.4 Classificazione e pericolosità sismica

La normativa sismica italiana, entrata in vigore l'8 maggio del 2003 con la pubblicazione sulla G.U. dell'Ordinanza P.C.M. n. 3274 e in seguito aggiornati con l'O.P.C.M. 3519/06, suddivide il territorio italiano in quattro zone sismiche, abbandonando così la precedente terminologia di “categorie sismiche”.

I criteri per la classificazione sismica del territorio nazionale, emanati con l'ordinanza P.C.M. n. 3274 del 2003 si basano sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato, in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni), da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo (**Tabella 3**).

Uno dei cambiamenti fondamentali apportati dalla normativa è stata l'introduzione della zona 4, in questo modo tutto il territorio italiano viene definito come sismico. Di fatto, sparisce il territorio “non classificato”, che diviene zona 4, nel quale è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.

L'appartenenza a ciascuna zona sismica comporta l'adozione di specifiche caratteristiche prestazionali per nuovi edifici e strutture, regolate da opportune norme sismiche contenute nel medesimo provvedimento legislativo, e successive modifiche ed integrazioni.

	Caratteristiche	Accelerazione (con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni)
Zona 1	È la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti.	$ag > 0.25$
Zona 2	Nei comuni inseriti in questa zona possono verificarsi terremoti abbastanza forti.	$0.15 < ag \leq 0.25$
Zona 3	I Comuni interessati in questa zona possono essere soggetti a scuotimenti modesti.	$0.05 < ag \leq 0.15$
Zona 4	È la meno pericolosa. Nei comuni inseriti in questa zona le possibilità di danni sismici sono basse.	$ag \leq 0.05$

Tabella 3: Zone sismiche.

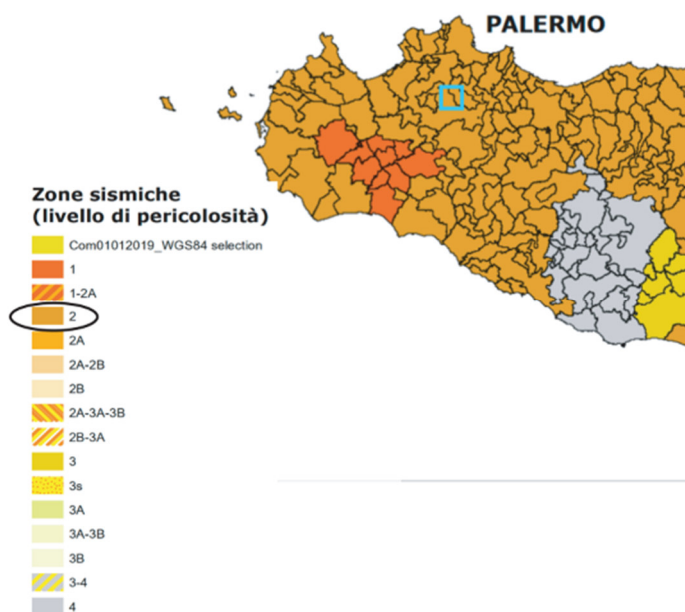


Figura 29: Stralcio della mappa “Classificazione Sismica d’Italia al 30 aprile 2021” relativo zona occidentale della Sicilia con ubicazione dell’impianto idroelettrico di Guadalami (in celeste).

I Comuni di Piana degli Albanesi nel cui territorio ricadono la centrale e parte dell’invaso e Monreale per parte dell’invaso si situano in zona sismica 2 identificata come zona nella quale possono verificarsi terremoti abbastanza forti.

L’accelerazione massima prevista per l’area in esame è definita in base a quanto riportato sul sito dell’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia relativo al Modello di Pericolosità Sismica MPS04-S1 (Figura 30).

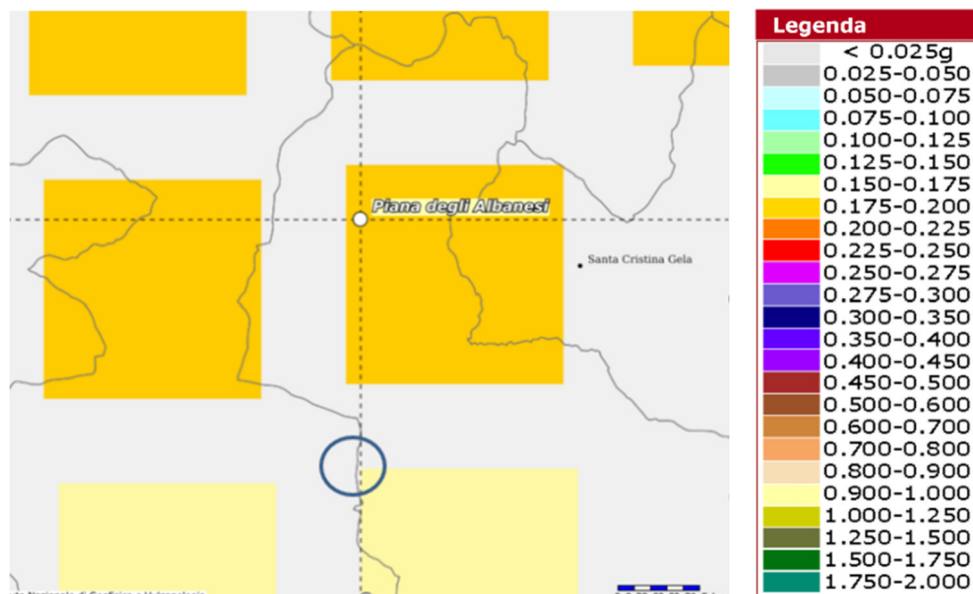


Figura 30: Accelerazione massima al suolo (PGA) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Fonte INGV [15]).

La zona si situa tra settori della griglia con valori di PGA, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, di 0.15 - 0.175g e di 0.175 - 0.200g.

9. BIBLIOGRAFIA

9.1 Documenti storici sull'opera

- [1] Diga del Guadalami sul Fiume Belice – Atti di collaudo - Relazione, settembre 1967
- [2] Diga di Guadalami -- Estratto dalla pubblicazione ANIDEL “Le dighe di ritenuta degli impianti idroelettrici italiani”, 1978
- [3] Dighe di Guadalami valle e Guadalami monte in Comune di Piana degli Albanesi-Monreale (PA) – Foglio di Condizioni per l'Esercizio e la Manutenzione FCEM, maggio 2000
- [4] Impianto Idroelettrico Guadalami – Documento di Consistenza ed Esercizio. Descrizione delle opere e dei componenti d'impianto. ENEL, settembre 2013
- [5] Nicotera P. (1960) – Problemi geologici dell'impianto idroelettrico del Guadalami (Sicilia), Geotecnica vol. 5 pp. 205-223
- [6] Scimemi C. (1961) – Numero speciale per l' Impianto Idroelettrico di Guadalami - Sicilia elettrica Nuova Serie n° 23, marzo 1961

9.2 Dati da ENTI

- [7] DSM e DTM lidar a passo 1m fornito da Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) distribuito con licenza *Creative Commons – Attribuzione - Condividi allo stesso modo 3.0 Italia (CC BY-SA 3.0 IT)*1
- [8] Progetto PST-Prodotti interferometrici. Ministero dell'Ambiente.

9.3 Riferimenti tecnico scientifici

- [9] Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) – Bacino Idrografico del Fiume Belice (AG-PA-TP). Regione Siciliana - Assessorato Territorio e Ambiente. Dati reperiti presso i siti internet: <https://www.sitr.regione.sicilia.it/pai/> aggiornamenti su: http://pti.regione.sicilia.it/portal/page/portal/PIR_PORTALE/PIR_LaStrutturaRegionale/PIR_Presidenza della Regione/PIR_Autorita Bacino/PIR_Areematiche/PIR_Pianificazione/PIR_Piano Stralcio Bacino Assetto Idrografico PAI/PIR_Aggiornamenti PAI approvati con DPR; http://pti.regione.sicilia.it/portal/page/portal/PIR_PORTALE/PIR_LaStrutturaRegionale/PIR_Presidenza della Regione/PIR_Autorita Bacino/PIR_Areematiche/PIR_Pianificazione/PIR_Piano Stralcio Bacino Assetto Idrografico PAI/PIR_Aggiornamenti PAI approvati con DSG;
- [10] Catalogo degli eventi franosi in Italia – IFFI, Isprambiente
- [11] Catalogo delle faglie capaci in Italia – ITHACA, Isprambiente
- [12] Database delle sorgenti sismogenetiche individuali, INGV
- [13] Foglio CARG n. 607 “Corleone” 1:50'000 e Note Illustrative, ISPRA

- [14] Ghisetti F., Vezzani (1984) Thin-skinned deformations of the Western-Sicily thrust belt and relationships with crustal shortening: mesostructural data on the Mt.Kumeta-Alcantara fault zone and related structures . Boll. Soc. Geol. It, 103, pp. 129-157
- [15] Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - Modello di Pericolosità sismica MPS04-S1 <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>
- [16] Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia INGV. DISS Working Group (2018). Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.2.1: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas. <http://diss.rm.ingv.it/diss/>; DOI : 10.6092/INGV.IT-DISS3.2.1.
- [17] Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. Gruppo di lavoro ISIDe presso Osservatorio Nazionale Terremoti. Lista Terremoti <http://terremoti.ingv.it/>
- [18] Lentini F., Carbone S., Catalano S., Grassom., 1996. Elementi per la ricostruzione del quadro strutturale della Sicilia Orientale. Mem. Soc. Geol. It., 51, 179-195, 1 carta geologica.
- [19] Lentini F., Carbone S. (2014) – Geologia della Sicilia . Mem. Descr. Carta Geol. d'It., Vol. XCV pp. 1-414
- [20] Lentini F., Catalano S., Carbone S. (2000) - Carta Geologica della Provincia di Messina (Sicilia nord-orientale) e Note Illustrative.
- [21] Lentini F., Carbone S. & Guarnieri P. (2005) – Tettonica collisionale e post collisionale del Sistema orogenico Appennino meridionale-Arco Calabro-Sicilia. C.N.G.T.S., 24 Congr. Naz., 466-471
- [22] Sentinel EO Browser <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser>

9.4 Documenti di progetto

- [23] GRE.EEC.R.14.IT.H.16031.00.08.00 Relazione Geotecnica
- [24] GRE.EEC.D.14.IT.H.16031.00.10.00 Carta geologico-geomorfologica in scala 1:500
- [25] GRE.EEC.D.14.IT.H.16031.00.11.00 Sezioni geologiche della centrale in scala 1:250