

**NUOVA S.S.291
COLLEGAMENTO SASSARI - ALGHERO - AEROPORTO**

Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas - Alghero
e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia

PROGETTO DEFINITIVO

COD. CA29

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

PROGETTISTI:

*Dott. Ing. ACHILLE DEVITOFRANCESCHI
Ordine Ing. di Roma n. 19116*

*Dott. Ing. ALESSANDRO MICHELI
Ordine Ing. di Roma n. 19654*

IL GEOLOGO

*Dott. Geol. Serena MAJETTA
Ordine Geol. Lazio n. 928*

IL RESPONSABILE DEL S.I.A.

*Dott. Arch. GIOVANNI MAGARO'
Ordine Arch. di Roma n. 16183*

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Geom. FABIO QUONDAM

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. SALVATORE FRASCA

PROTOCOLLO

DATA

**GEOLOGIA E GEOTECNICA
GEOTECNICA
Relazione sismcia**

CODICE PROGETTO

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

L O P L S C D 1 6 0 1

NOME FILE

T00GE00GETRE02_A.dwg

REVISIONE

**CODICE
ELAB.**

T 0 0 G E 0 0 G E T R E 0 2

A

-

D

C

B

A

Nuova emissione a seguito indirizzo MIT del 11-05-2016

SET 2017

Ing.

Ing.

Ing.

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

**NUOVA S.S.291
COLLEGAMENTO SASSARI - ALGHERO – AEROPORTO
Lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di
collegamento con l'aeroporto di Fertilia**

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione Sismica

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI E BIBLIOGRAFICI	4
2.1	Normativa e raccomandazioni tecniche	4
2.2	Riferimenti progettuali	4
3	ELEMENTI GEOLOGICI DI INQUADRAMENTO	5
3.1	Assetto geologico locale	Errore. Il segnalibro non è definito.
4	INDAGINI GEOGNOSTICHE	5
4.1	Descrizione della campagna di indagine	Errore. Il segnalibro non è definito.
4.2	Indagine geofisica tipo Down-Hole	Errore. Il segnalibro non è definito.
5	CALCOLO DELL'AZIONE SISMICA	7
5.1	Azione sismica	10
5.2	Risposta sismica locale e categoria di sottosuolo	Errore. Il segnalibro non è definito.

1 INTRODUZIONE

La presente relazione illustra gli aspetti sismici relativi al Progetto Definitivo dei lavori di costruzione del 1° lotto Mamuntanas – Alghero e del 4° lotto di collegamento con l'aeroporto di Fertilia della nuova S.S. 291 – “Collegamento Sassari – Alghero - Aeroporto.

La normativa di riferimento per il progetto in esame è quella di cui alle NTC 2008.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI E BIBLIOGRAFICI

2.1 Normativa e raccomandazioni tecniche

- [1] D.M. del 14.01.2008 *“Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni”* (G.U. n.29 del 04.02.2008).
- [2] Circolare del 02.02.2009 contenente le istruzioni per le l'applicazione delle *“Nuove norme tecniche per le costruzioni”* di cui al D.M. del 14.01.2008 (G.U. n.47 del 26.02.2009).
- [3] Delibera Regione Autonoma della Sardegna n. 15/31 del 30.03.2004 *“Disposizioni preliminari in attuazione dell’Ordinanza P.C.M. 3274 del 20.3.2003”*.

2.2 Riferimenti progettuali

- [4] T00GE00GEORE01 - *“Relazione geologica e idrogeologica”*
- [5] T00GE00GEOPU01÷9_A - *“Planimetria ubicazione indagini geognostiche”*
- [6] T00GE00GEORE02÷8_A - *“Documentazione indagini geognostiche e geofisiche”*
- [7] T00GE00GEOCG01÷12_A - *“Carta geologica”*
- [8] T00GE00GEOFG01÷12_A - *“Profilo geologico”*

3 ELEMENTI GEOLOGICI DI INQUADRAMENTO

L'inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico generale del sito è ricavabile dalla documentazione geologica di progetto e, in particolare, dalla relazione geologica (rif. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**). Un inquadramento a grande scala è ricavabile dall'esame della Carta Geologica generale di progetto (rif. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

3.1 Modello geologico locale

Per il lotto 1 le opere previste in progetto ricadono in un'area caratterizzata dalla presenza di un substrato roccioso calcareo (Formazione di Capo Caccia, Formazione di Grascioleddu e la Formazione di Punta Cristallo) poco profondo, talora subaffiorante ad eccezione di alcuni tratti in cui il substrato appare ribassato a seguito di movimenti tettonici che hanno creato una struttura a gradini. Tale ammasso litoide risulta ricoperto da depositi olocenici e pleistocenici dell'area continentale. Il loro spessore varia a seconda della profondità del tetto del substrato.

Per il lotto 4 invece le opere previste in progetto ricadono in parte su un'area caratterizzata dalla presenza di un substrato Marnoso, appartenete alla formazione di Brunestica, e in parte su depositi torbosi pleistocenici, costituiti principalmente da argilla limosa con livelli torbosi. L'ammasso marnoso risulta inoltre ricoperto da depositi olocenici e pleistocenici dell'area continentale e il loro spessore varia a seconda della profondità del tetto del substrato.

4 INDAGINI GEOGNOSTICHE

4.1 Descrizione della campagna di indagine

L'area interessata dal progetto del lotto 1 è stata investigata attraverso quattro diverse campagne di indagine geotecnica.

Nello specifico:

- ✓ Campagna di indagine geotecnica del 2004 relativa al Progetto Definitivo;
- ✓ Campagna di indagine geotecnica del 2012 relativa al Progetto Definitivo;
- ✓ Campagna di indagine geotecnica e geofisica del 2015 relativa al Progetto Definitivo;
- ✓ Campagna di indagine geofisica del 2017 relativa al progetto Definitivo.

Nell'area interessata dal progetto del lotto 4 sono state eseguite indagini geotecniche in corrispondenza delle fasi progettuali susseguites. Nello specifico:

- ✓ Campagna di indagine geotecnica del Novembre 2016 relativa al Progetto Definitivo;
- ✓ Campagna di indagine geofisica del Febbraio 2017 relativa al Progetto Definitivo.

Le informazioni necessarie per caratterizzare dal punto di vista sismico l'area oggetto di interesse sono state acquisite dai risultati delle prove sismiche eseguite nelle campagne di indagini sopra menzionate; in particolare le indagini eseguite sono state le seguenti:

a) *Campagna di indagini di 2015*

- 6 prove sismiche di tipo Down-Hole, ricadenti nel lotto 1, eseguite nei fori dei sondaggio S4DH_D, S8DH_D, S14DH_D, S15DH_D, S18DH_D e S23DH_D;
- 5 basi sismiche a rifrazione (BS1, BS2, BS3, BS4 e BS5) di lunghezza variabile da 55 m a 180 m.

b) *Campagna di indagini di 2016-2017*

- 12 basi sismiche a rifrazione (da BS1_D a BS12_D), di lunghezza variabile da 40 m a 210 m, di cui 3 eseguite nel lotto1 (BS1_D, BS2_D e BS3_D) e le restanti nel lotto 4.

5 CALCOLO DELL'AZIONE SISMICA

Si intende con tale definizione lo scuotimento sismico atteso in un dato sito, con una data probabilità di superamento ed in un determinato periodo di tempo, nell'ipotesi di affioramento di una formazione geologica rigida e pianeggiante. L'analisi del livello di pericolosità, pertanto, va distinta in due momenti:

- la definizione della pericolosità sismica di base, in condizioni di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (*categoria di sottosuolo tipo A*), in assenza di discontinuità stratigrafiche e/o morfologiche;
- l'analisi della pericolosità locale, ossia della modificazione locale dello scuotimento sismico di base prodotta dalle condizioni topografiche, stratigrafiche e geotecniche del sito.

La rappresentazione di sintesi delle caratteristiche sismologiche e sismogenetiche del territorio è contenuta nella "Mappa di Pericolosità Sismica del territorio nazionale" dell'Italia, elaborata secondo l'Ordinanza P.C.M. del 28 aprile 2006, n. 3519.

Questa mappa riporta la pericolosità sismica di base in termini del valore massimo (*o picco*) di accelerazione del suolo, considerato rigido (*categoria A, Tabella 3.2.III delle NTC – cfr. [1]*) e orizzontale, attesa in seguito a un evento sismico con tempo di ritorno di 475 anni (*con probabilità di superamento del 10% nel periodo di riferimento*). Tale parametro si indica in genere con a_g o PGA (*Peak Ground Acceleration*) ed è usualmente espresso come frazione dell'accelerazione di gravità g . Tale espressione della sismicità è stata utilizzata per la classificazione sismica dei Comuni, introdotta dall'O.P.C.M. 3274/2003, con la quale il territorio nazionale fu suddiviso in 4 zone sismiche, con grado di rischio decrescente dalla zona 1 alla zona 4. Con l'entrata in vigore delle NTC di cui al D.M. 14 gennaio 2008 (*cfr. [1]*) tale classificazione, ai fini della determinazione dell'azione sismica di progetto, è stata sostituita da una puntuale definizione dei valori assunti dal parametro a_g in corrispondenza dei punti di un reticolo di riferimento, i cui nodi, sufficientemente vicini tra loro (*distanza $D < 10$ km*), sono riferiti in coordinate geografiche.

La Sardegna, come definito all'Allegato A di cui al D.M. 14/01/2008, è caratterizzata da una macro-zonazione sismica omogenea (medesimi parametri spettrali sull'intero territorio insulare a parità di tempo di ritorno dell'azione sismica di progetto).

5.1 Categoria di sottosuolo

La classificazione dinamica dei terreni dei siti oggetto di studio e la conseguente individuazione della categoria di sottosuolo è stata svolta sulla base delle indagini effettuate. In particolare, la classificazione sismica del terreno di fondazione (categoria di sottosuolo, velocità equivalente $V_{S,30}$) è stata determinata tramite misura diretta delle velocità delle onde di taglio V_S , attraverso l'esecuzione di prove geofisiche tipo Down-Hole e stendimenti sismici a rifrazione (cfr. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

La velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,30}$ è definita dalla seguente espressione:

$$V_{S,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

dove:

h_i spessore (in metri) dell' i -esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità;

$V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;

N numero di strati compresi nei primi 30 m di profondità.

Nella tabella seguente sono riportate le categorie di sottosuolo in funzione delle progressive lungo il tracciato stradale.

PROGRESSIVE TRACCIATO	CATEGORIA
Lotto 4 Tratto da km 0+000 a km 0+680	D
Lotto 4 Tratto da km 0+680 a km 3+193	B
Lotto 1 - Asse B Tratto da km 0+000 a km 0+135	D
Lotto 1 - Asse B Tratto da km 0+135 a km 2+630	B
Lotto 1 - Asse B Tratto da km 2+630 a km 3+200	E
Lotto 1 - Asse B Tratto da km 3+200 a km 3+571	B
Lotto 1 – Rampa direzione Alghero da 0+000 a 0+040	A
Lotto 1 – Rampa direzione Alghero da 0+040 a 0+642	B
Lotto 1 - Asse D Tratto da km 0+700 a km 3+202	B
Lotto 1 – Rampa Bidirezionale Tratto da km 0+000 a km 0+040	B
Lotto 1 – Rampa Bidirezionale da 0+040 a 0+280	A
Lotto 1 – Rampa Bidirezionale da 0+280 a 0+642	B
Lotto 1 – Rampa Nord	B
Lotto 1 – Rampa Sud	B

Tabella 5.1 – Valori di riferimento della categoria sismica di sottosuolo lungo il tracciato.

5.2 Azione sismica

Le opere in esame, ai sensi della normativa regionale vigente, ricadono in zona sismica 4.

I parametri sismici di riferimento per la progettazione sono:

- vita nominale $V_N = 50$ anni
- classe d'uso: IV
- coefficiente $C_U = 2,0$
- periodo di riferimento $V_R = 100$ anni

I valori convenzionali dell'accelerazione orizzontale massima del terreno di calcolo a_g , del fattore di amplificazione dello spettro F_0 ed del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro T_C^* sono, rispettivamente, pari a:

$$a_g = 0,06g;$$

$$F_0 = 2,98;$$

$$T_C^* = 0,372 \text{ s.}$$

L'accelerazione orizzontale massima di calcolo a_{max} è espressa mediante la seguente relazione:

$$a_{max} = S_S \times S_T \times a_g$$

dove:

S_S è il coefficiente di amplificazione stratigrafica

S_T è il coefficiente di amplificazione topografica

$$S = S_S \times S_T$$

In base alla morfologia dei luoghi, la categoria topografica viene assunta di tipo **T1**.

Nella tabella seguente si riporta, per ciascun categoria di sottosuolo, il valore del coefficiente di amplificazione stratigrafica ed il valore dell'accelerazione sismica di progetto a_{max} :

Categoria sottosuolo	S_S	a_{max}
A	1,0	0,06
B	1,2	0,072
D	1,8	0,108
E	1,6	0,096

Tabella 5.2 – Grandezze necessarie per la definizione dell'azione sismica – Asse principale S.S.291.