

STUDIO DI GEOLOGIA

di Antonio VALERIO -

REGIONE PUGLIA

COMUNE DI BARLETTA

*REALIZZAZIONE DI ALLOGGI PER UTENZE DIFFERENZIATE NELL'AREA EX DISTILLERIA
NELL'AMBITO DEL CONTRATTO DI QUARTIERE II*

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE GEOLOGICA

(MODELLAZIONE SISMICA)

COMMITTENTE

COMUNE DI BARLETTA

Geologo.

Antonio VALERIO

FEBBRAIO 2019

STUDIO DI GEOLOGIA

*Geol. Antonio VALERIO Via Dante Alighieri 31 - 70033 Corato (BA)-tel. 0809141858- cell. 3400957625 Ordine dei Geologi
di Basilicata n° 297-Email: toninoval@gmail.com -PEC: toninoval@epap.sicurezza postale.it - P.IVA: 01478660762*

Sommario

1. Normativa di riferimento.....	3
2. Premessa.....	3
3. Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento	4
4. Stati limite, probabilità di superamento e periodo di ritorno	6
5. Considerazioni sismiche.....	8
5.1. Stima della pericolosità sismica di base.....	12
5.2. Pericolosità sismica di sito	13
5.3. Azione sismica.....	14
6. Conclusioni	17

Indice delle Figure

<i>Figura 1: Ubicazione area d'intervento.....</i>	<i>3</i>
<i>Figura 2: zone sismogenetiche.....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 3: Localizzazione del territorio comunale rispetto alla sorgente sismogenetica locale.....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 4: storia sismica comune di Barletta.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 5 : valori di pericolosità sismica del comune di Barletta.....</i>	<i>12</i>

Indice delle Tabelle

<i>Tabella 1: Stati limite e rispettive probabilità di superamento, nel periodo di riferimento VR.....</i>	<i>7</i>
<i>Tabella 2: Stati limite e rispettivi tempi di ritorno, nel periodo di riferimento VR.....</i>	<i>7</i>
<i>Tabella 3: dati eventi sismici per la città di Barletta.....</i>	<i>10</i>
<i>Tabella 4: Coordinate nodi maglia.....</i>	<i>13</i>
<i>Tabella 5: Parametri spettrali caratteristici punto di interesse.....</i>	<i>14</i>

1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Decreto ministeriale 14.01.08 - Testo Unitario – Norme Tecniche per le Costruzioni

Consiglio superiore Lavori Pubblici: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008 Circolare 2 febbraio 2009.

Consiglio superiore Lavori Pubblici. Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.

Leggi Regionali in materiali pianificazione e di vincolo idrogeologico

Ordinanze Autorità di bacino nazionale, regionale o interregionali

2. PREMESSA

Il caso trattato riguarda la realizzazione di 16 alloggi della superficie dai 47 ai 59 mq circa netti ciascuno e di circa 500 mq di strutture di supporto per la collettività al piano terra. Il complesso si articola in un corpo principale (già edificio E del PdR, di altezza effettiva pari a 11,50 mt. alla gronda, 14,40 mt. al colmo), piano terra, primo piano e secondo piano.

Nella figura sottostante è indicata l'ubicazione dell'area interessata al progetto



Figura 1: Ubicazione area d'intervento



Per valutare se un'opera strutturale è sicura bisogna far riferimento a degli stati limite, che possono verificarsi durante un determinato periodo di riferimento della stessa opera. Quindi per poter stimare l'azione sismica, che dovrà essere utilizzata nelle verifiche agli stati limite o nella progettazione, bisognerà stabilire:

- ✓ in primo luogo la vita nominale dell'opera, che congiuntamente alla classe d'uso, permette di determinare quel periodo di riferimento;
- ✓ una volta definito il periodo di riferimento e i diversi stati limite da considerare, una volta definite le relative probabilità di superamento, è possibile stabilire il periodo di ritorno associato a ciascun stato limite;
- ✓ a questo punto è possibile definire la pericolosità sismica di base per il sito interessato alla realizzazione dell'opera, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal Gruppo di Lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006 e i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006.

3. VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

Nelle NTC08 il periodo di riferimento, che non può essere inferiore a 35 anni, è dato dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad (2.1)$$

dove:

V_R = periodo di riferimento

V_N = vita nominale

C_U = coefficiente d'uso

La vita nominale di un'opera strutturale V_N , secondo le NTC08, è definita come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata e viene definita attraverso tre diversi valori, a seconda dell'importanza dell'opera e perciò delle esigenze di durabilità:

- ✓ $V_N \leq 10$ anni per le opere provvisorie, provvisionali e le strutture in fase costruttiva che però abbiano una durata di progetto ≥ 2 anni.

- ✓ VN \geq 50 anni per le opere ordinarie, ponti, infrastrutture e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale.
- ✓ VN \geq 100 anni per grandi opere, ponti, infrastrutture e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica.

Nel caso specifico VN = 50 anni.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Le NTC08 prevedono quattro classi d'uso a ciascuna delle quali è associato un valore del coefficiente d'uso:

- ✓ Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli. CU = 0.7;
- ✓ Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti. CU = 1.0;
- ✓ Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso. CU = 1.5;
- ✓ Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie, ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica. CU = 2.0;

Nel caso in esame viene presa in considerazione la classe d'uso II a cui è associato il coefficiente d'uso CU = 1

Una volta ottenuti VN e CU, è possibile calcolare il periodo di riferimento VR, che qui vale:

$$VR = 50 * 1 = 50 \text{ anni.}$$

4. STATI LIMITE, PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO E PERIODO DI RITORNO

Le NTC08 prendono in considerazione 4 possibili stati limite (SL) individuati facendo riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti: due sono stati limite di esercizio (SLE) e due sono stati limite ultimi (SLU). Uno stato limite è una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata.

Più in particolare le opere e le varie tipologie strutturali devono essere dotate di capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (sicurezza nei confronti di SLE) e di capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e di dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone o comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera (sicurezza nei confronti di SLU).

Gli stati limite di esercizio sono:

- ✓ Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- ✓ Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- ✓ Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- ✓ Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le NTC08, in presenza di azioni sismiche, richiedono le verifiche allo SLO solo per gli elementi non strutturali e per gli impianti di strutture di classi d'uso III e IV (NTC08, punto 7.1). Lo SLO si utilizza

anche come riferimento progettuale per quelle opere che devono restare operative durante e subito dopo il terremoto. Le verifiche allo SLC sono, invece, richieste solo per le costruzioni o ponti con isolamento e/o dissipazione (NTC08, punto 7.10).

Ad ogni stato limite è associata una probabilità di superamento PVR (Tabella 3.1), ovvero la probabilità che, nel periodo di riferimento VR, si verifichi almeno un evento sismico ($n \geq 1$) di ag prefissata (ag = accelerazione orizzontale massima del suolo) avente frequenza media annua di ricorrenza $\lambda = 1/TR$ (TR = periodo di ritorno).

Tabella 1: Stati limite e rispettive probabilità di superamento, nel periodo di riferimento VR

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	PVR = 81%
Stato limite di esercizio: danno	SLD	PVR = 63%
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	PVR = 10%
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	PVR = 5%

Fissati VR e PVR associata ad ogni stato limite, è possibile calcolare il periodo di ritorno dell'azione sismica TR, espresso in anni, mediante l'espressione riportata nell'Allegato A delle NTC08:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \quad (3.1)$$

Tale relazione tra PVR (probabilità) e TR (statistica) risulta biunivoca poiché utilizza la distribuzione discreta Poissoniana.

Poiché è VR = 50 anni, il tempo di ritorno TR sarà:

Tabella 2: Stati limite e rispettivi tempi di ritorno, nel periodo di riferimento VR

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	TR = 30
Stato limite di esercizio: danno	SLD	TR = 50
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	TR = 475
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	TR = 975

5. CONSIDERAZIONI SISMICHE

L'analisi della sismicità, intesa come distribuzione spazio-temporale dei terremoti in una determinata area, costituisce il primo tassello per gli studi di valutazione della pericolosità sismica di base.

Trattandosi di modelli probabilistici, infatti, le caratteristiche sismotettoniche e le modalità di rilascio dell'energia sismica progressa consentono la messa a punto di modelli previsionali dell'attività sismica attraverso una quantificazione dei livelli di accelerazione attesi.

La zona sismica di pertinenza del territorio di Barletta rientra nella zona sismogenetica 925 (zonazione ZS9), sottolineando la presenza di strutture geologiche in grado di generare terremoti (le cosiddette "faglie capaci"). Per definire queste zone sono state utilizzate molte fonti quali le informazioni sulle sorgenti sismogenetiche italiane del DISS (Database of the Individual Sismogenetic Sources). L'Istituto Nazionale di Geofisica e di Vulcanologia mette in rete, nell'ambito del Progetto DISS3, le informazioni (<http://diss.rm.ingv.it>) riguardanti la distribuzione spaziale e le caratteristiche sismico-tettoniche delle Sorgenti Sismogenetiche presenti sul territorio nazionale.

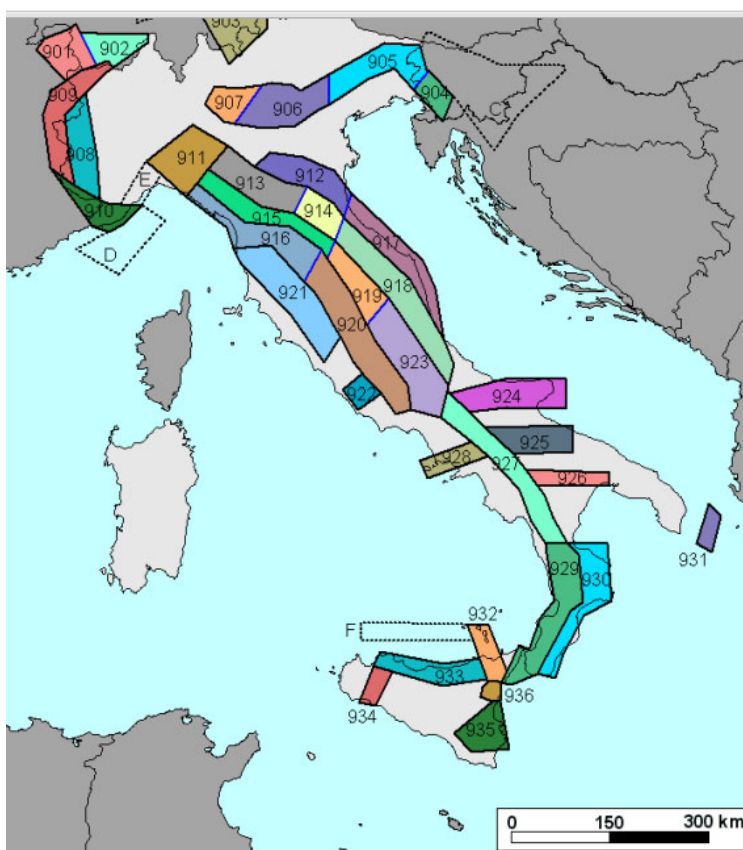


Figura 2: zone sismogenetiche

Il territorio di Barletta risulta compreso nella sorgente sismogenetica composta classificata come ITCS004: Castelluccio dei Sauri-Trani

L'area di intervento dista circa 10 km dal limite della zona sismogenetica 925.

Per definire queste zone sono stati utilizzate molte fonti quali le informazioni sulle sorgenti sismogenetiche italiane del DISS (Database of the Individual Sismogenetic Sources).

L'Istituto Nazionale di Geofisica e di Vulcanologia mette in rete, nell'ambito del Progetto DISS3, le informazioni (<http://diss.rm.ingv.it>) riguardanti la distribuzione spaziale e le caratteristiche sismico-tettoniche delle Sorgenti Sismogenetiche presenti sul territorio nazionale.

Il territorio di Barletta risulta compreso nella sorgente sismogenetica composta classificata come ITCS004: Castelluccio dei Sauri-Trani

Il sito oggetto d'intervento è situato nell'abitato di Barletta e dista circa 10 km dal limite della zona sismogenetica 925.

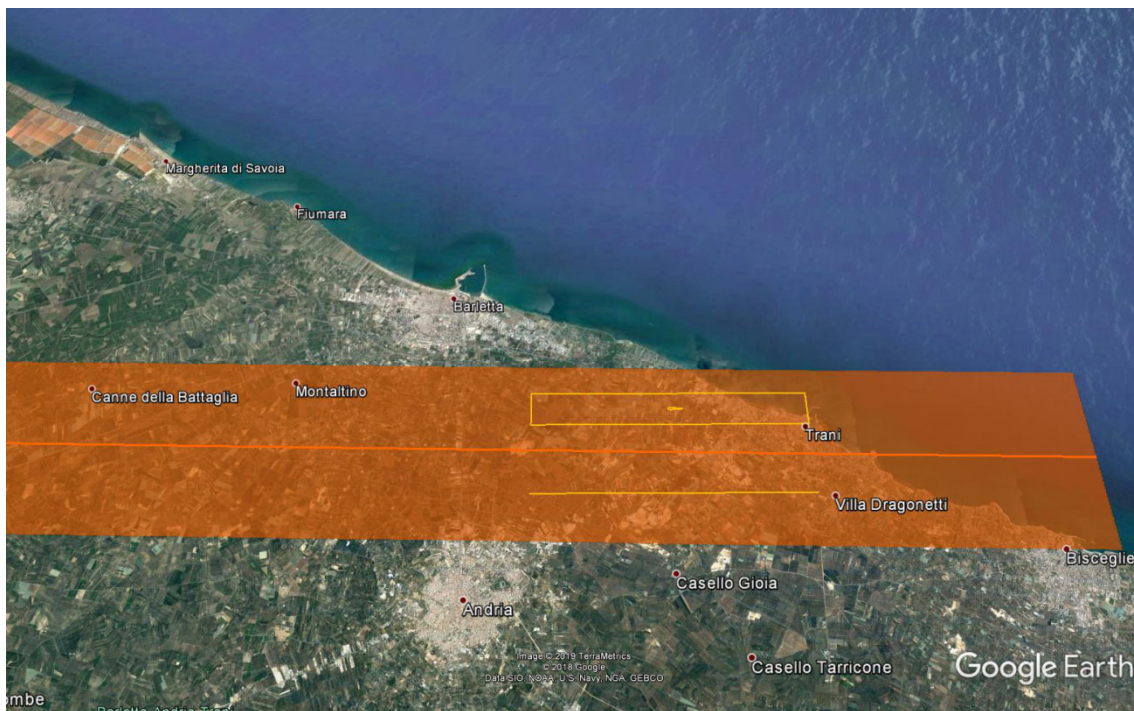


Figura 3: Localizzazione del territorio comunale rispetto alla sorgente sismogenetica locale

La versione 2015 del Database delle Osservazioni Macrosismiche Italiane (a cura Locati M., al.(2016). DBMI15, the 2015 version of the Italian Macro seismic Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi: <http://doi.org/10.6092/INGV.IT-DBMI15i>, 2016. DBMI15, <http://emi-dius.mi.ingv.it/DBMI15i>.) riporta la storia sismica di Barletta.

Dalla consultazione dei cataloghi sismici redatti dall'Istituto di Geofisica e Vulcanologia per gli studi di pericolosità risulta che:

- ✓ l'area comunale è caratterizzata da eventi sismici non frequenti e di intensità massima rilevata dell'ordine del 7-8° grado della scala Mercalli;
- ✓ le località epicentrali per gli eventi che hanno prodotto i maggiori risentimenti/danni (osservazioni macrosismiche) provengono da zone appartenenti ad aree limitrofe Gargano, dell'appendice lucano e delle regioni limitrofe.

Tabella 3: dati eventi sismici per la città di Barletta

PlaceID	IT_62301
Coordinate (lat, lon)	41.319, 16.279
Comune (ISTAT 2015)	Barletta
Provincia	BT
Regione	Puglia
Numero di eventi riportati	43

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
6	1456	12	05				Appennino centro-meridionale	199	11	7.19
8	1560	05	11	04	40		Costa pugliese centrale	7	8	5.66
6-7	1689	09	21				Costa pugliese centrale	3	6-7	4.86
6	1694	09	08	11	40		Irpinia-Basilicata	251	10	6.73
6-7	1720	06	07				Tavoliere delle Puglie	7	6-7	5.22
7-8	1731	03	20	03			Tavoliere delle Puglie	49	9	6.33
5	1731	05	10	05	20		Costa pugliese centrale	3	5-6	4.40
6-7	1731	10	17	11			Tavoliere delle Puglie	6	6-7	4.86
7	1743	02	20				Ionio settentrionale	84	9	6.68
6-7	1851	08	14	13	20		Vulture	103	10	6.52
F	1851	08	14	14	40		Vulture	10	7-8	5.48
5-6	1856	05	12	01	45		Barese	5	5-6	4.40
6-7	1857	12	16	21	15		Basilicata	340	11	7.12
4	1858	05	24	09	20		Tavoliere delle Puglie	13	4-5	4.35
7	1875	12	06				Gargano	97	8	5.86
3	1905	08	18	04	07		Tavoliere delle Puglie	41	5	4.61
NF	1905	11	26				Irpinia	122	7-8	5.18
5	1910	06	07	02	04		Irpinia-Basilicata	376	8	5.76
2-3	1912	07	02	07	34		Tavoliere delle Puglie	49	5	4.55

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
3	1913	10	04	18	26		Molise	205	7-8	5.35
NF	1915	01	13	06	52	4	Marsica	1041	11	7.08
3	1919	10	21	00	24		Gargano	24	5-6	5.03
4	1925	08	25	05	10		Gargano	14	5	4.92
5-6	1930	07	23	00	08		Irpinia	547	10	6.67
3	1931	12	03	09	32		Tavoliere delle Puglie	12	6	4.59
4	951	01	16	01	11		Gargano	73	7	5.22
NF	1956	09	22	03	19	3	Gargano	57	6	4.64
NF	1963	02	13	12	45		Potentino	31	7	5.19
3	1967	12	09	03	09	5	Adriatico centrale	22		4.36
2-3	1973	08	08	14	36	2	Appennino campano-lucano	29	5-6	4.75
5	1975	06	19	10	11		Gargano	61	6	5.02
F	1978	09	24	08	07	4	Materano	121	6	4.75
5	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
NF	1984	04	29	05	02	5	Umbria settentrionale	709	7	5.62
3-4	1988	04	26	00	53	4	Adriatico centrale	78		5.36
NF	1990	02	18	20	10	4	Adriatico centrale	46		4.24
4-5	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77
3-4	1991	05	26	12	25	5	Potentino	597	7	5.08
4-5	1995	09	30	10	14	3	Gargano	145	6	5.15
NF	1996	04	03	13	04	3	Irpinia	557	6	4.90
4	2006	05	29	02	20	0	Gargano	384		4.64
NF	2006	10	04	17	34	2	Adriatico centrale	98	4-5	4.30
2	2006	12	10	11	03	4	Adriatico centrale	54		4.48

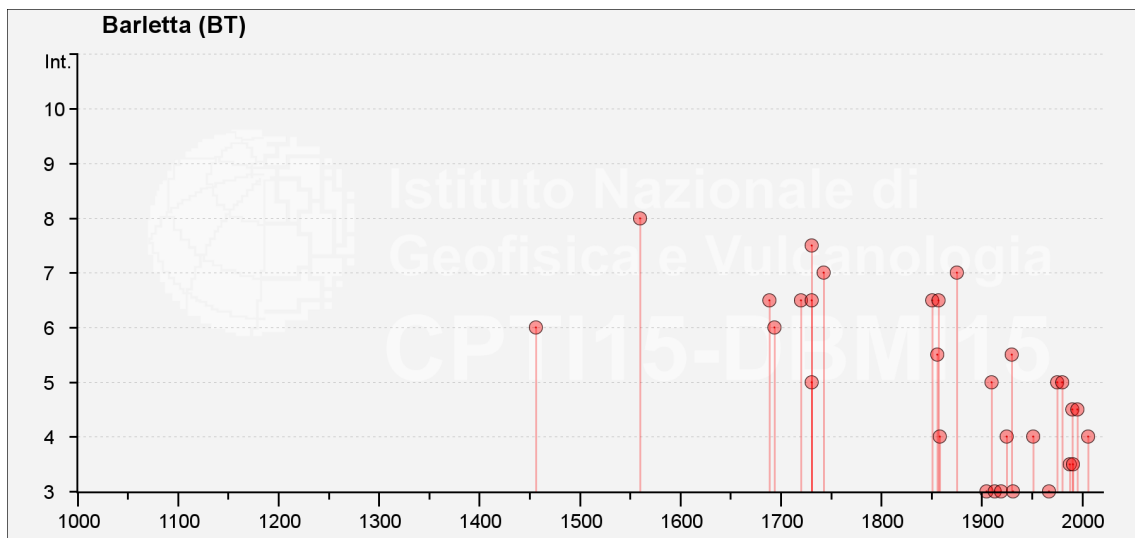


Figura 4: storia sismica comune di Barletta

5.1. STIMA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

La pericolosità sismica di base, cioè le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse, nelle NTC08, per una determinata probabilità di superamento, si può ritenere definita quando vengono designati un'accelerazione orizzontale massima (a_g) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione, riferiti ad un suolo rigido e ad una superficie topografica orizzontale.

Per poter definire la pericolosità sismica di base le NTC08 si rifanno ad una procedura basata sui risultati disponibili anche sul sito web dell'INGV <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>, nella sezione "Mappe interattive della pericolosità sismica".

I dati di pericolosità sismica del territorio del comune di Corato hanno valori di accelerazione massima al suolo compresi tra 0,15 e 0,20 g (vedi figura sotto).

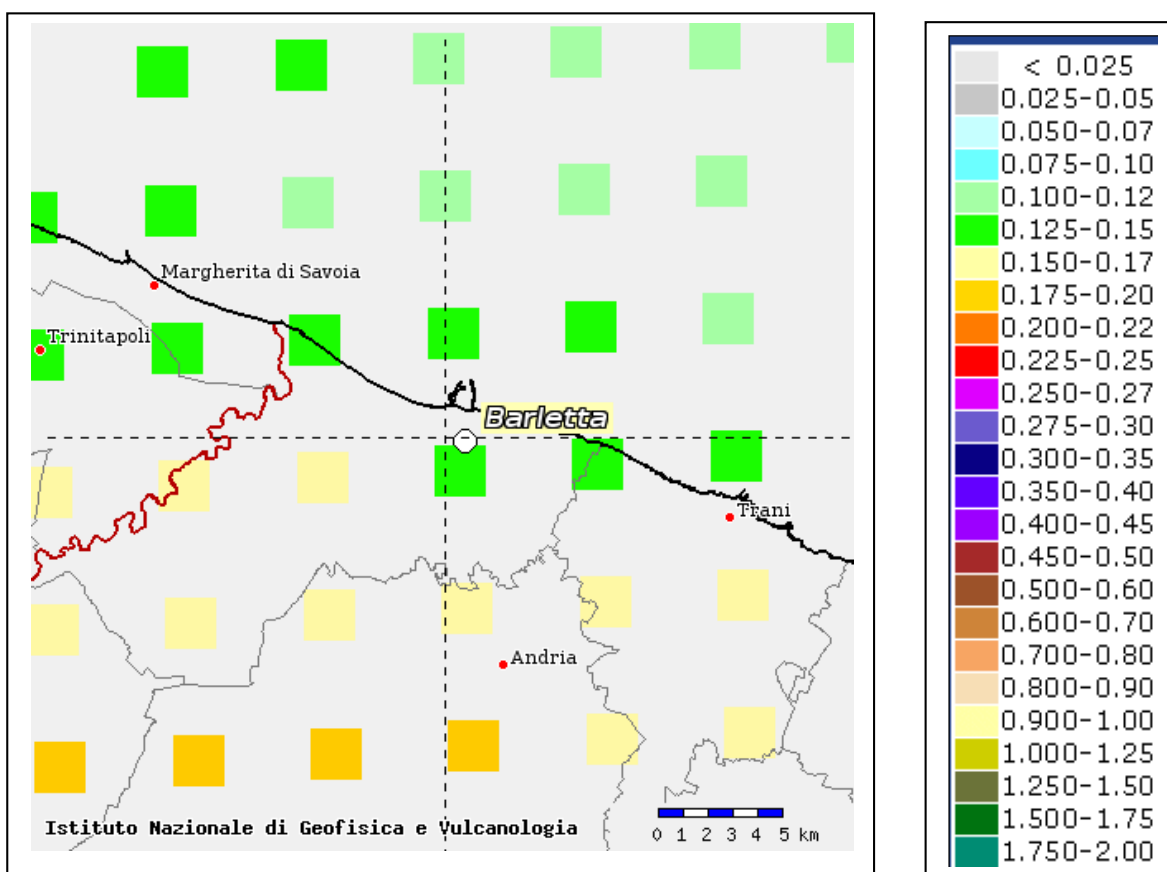


Figura 5 : valori di pericolosità sismica del comune di Barletta

Secondo le NTC18 le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno TR (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri riferiti a terreno rigido orizzontale, cioè valutati in condizioni ideali di sito, definiti nell'Allegato A alle NTC18:

a_g = accelerazione orizzontale massima;

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I tre parametri si ricavano per il 50° percentile ed attribuendo a:

a_g , il valore previsto dalla pericolosità sismica S1

F_0 e TC^* i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC08 scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica S1 (il minimo è ottenuto ai minimi quadrati, su valori normalizzati).

5.2. PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Per la singola opera o per il singolo sistema geotecnico la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A).

Il sito di interesse ricade nella maglia con i seguenti nodi.

Tabella 4: Coordinate nodi maglia

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	31010	41,3023	16,2192	5213,995
2	31011	41,3007	16,2857	1554,909
3	30789	41,3507	16,2879	4143,029
4	30788	41,3523	16,2214	6474,446

Ad ognuno di questi nodi sono associati dei parametri di pericolosità sismica in termini di a_g , F_0 e C . Per interpolazione sulla base delle coordinate del sito si ottengono, per i quattro stati limite indicati dalla sopraccitata NCT/08, i parametri spettrali caratteristici (a_g , F_0 , TC^*) per il calcolo dell'azione sismica di progetto di seguito riportati.

Le coordinate del sito sono: Latitudine (ED50): 41,313942° Longitudine (ED50): 16,279689°

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per il sito di riferimento sono:

Tabella 5: Parametri spettrali caratteristici punto di interesse

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,038	2,517	0,268
SLD	50	0,048	2,562	0,294
SLV	475	0,143	2,570	0,378
SLC	975	0,198	2,473	0,410

5.3. AZIONE SISMICA

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, come indicato nel § 7.11.5 delle NTC-08. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II delle NTC-08) e valutando le condizioni topografiche.

Categorie di sottosuolo (§ 3.2.2 NTC-08)

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

In aggiunta a queste categorie ce ne sono altre per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica:

- ✓ S1 – Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($IP > 40$) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di $VS_{30} < 100$ m/s ($10 < c_u < 20$ kPa).
- ✓ S2 – Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

Condizioni topografiche (§ 3.2.2 NTC-08)

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.IV delle NTC-08):

Condizioni topografiche (§ 3.2.2 NTC-08)

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

La valutazione della categoria di suolo e della quota del sito rispetto alla quota della sommità del pendio permettono di determinare l'amplificazione stratigrafica e topografica.

Amplificazione stratigrafica (§ 3.2.3.2.1 NTC-08)

Per sottosuolo di categoria A i coefficienti SS e CC valgono 1. Per le categorie di sottosuolo B,C,D ed E i coefficienti SS e CC possono essere calcolati, in funzione dei valori di a_g , F_0 e T_C^* relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella Tab. 3.2.V delle NTC-08, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Tabella 3.2.V NTC-08 – Espressioni di SS e di CC

Categoria sotto-suolo	SS	CC
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Amplificazione topografica (§ 3.2.3.2.1 NTC-08)

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico ST riportati nella Tab. 3.2.VI delle NTC-08, in funzione delle categorie topografiche e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Tabella 3.2.VI NTC-08 – Valori del coefficiente di amplificazione topografica ST

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S _T
T1	-	1,00
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,20
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,20
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,40

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità fino alla base dove S_T assume valore unitario.

V_{S30} è la velocità media di propagazione entro 30 metri di profondità delle onde di taglio (S) e viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{S30} = 30 / \sum H_i / V_i$$

Il valore di V_{S30} si può calcolare in più modi:

Con misure dirette di V_S (da prove down hole per es.);

Con misure indirette di V_S (mediante la V_P di indagini sismiche di superficie, previa conoscenza del Modulo di Poisson per gli strati investigati, ciò al fine di determinare la V_S);

Con indagini SPT o comunque prove penetrometriche correlabili alle SPT, mediante la correlazione di Ohta e Goto (1978) tra N_{SPT} e V_S;

.

La valutazione dell'azione sismica trattandosi di un'opera pubblica già avviata prima dell'entrata in vigore delle NTC 2018 è stata fatta tramite la precedente normativa NTC 2008.

La valutazione del V_{S30} è stata eseguita con le indagini: HVSR, MASW e REMI che sono riportate nella relazione geologica. Dalla combinazione delle tre indagini svolte è stato possibile determinare la velocità delle Vs ottenendo un valore di V_{S30} di circa 305 m/s compatibile con una categoria di sottosuolo di tipo C.

Inoltre la prova HVSR segnala la presenza di un notevole picco di amplificazione a circa 1,42 Hz, che rappresenta il frequenza fondamentale del terreno.

Il pendio su cui sorge il fabbricato presenta pendenze inferiori a 15 gradi, quindi ascrivibile alla categoria topografica T1 con S_T = 1.

6. CONCLUSIONI

L'area che accoglierà l'intervento ricade nel quartiere Borgovilla - Patalini, precisamente nell'area dell'ex distillerie italiane nel comune di Barletta.

La pericolosità sismica del sito è stata fatta sulla base dei risultati del progetto S1 dell'INGV e sono riferiti a condizioni di suolo rigido. Il calcolo del V_{s30} , tramite il metodo semplificato, considerando il piano di fondazione a circa 1,5 metri dal piano campagna, ha dato una velocità di circa 305 m/s compatibile una categoria di sottosuolo di tipo C.

Tramite la prova HVSR è stata messa in evidenza la frequenza fondamentale del terreno, 1,42 Hz, che non deve coincidere con quella della struttura per evitare fenomeni di doppia risonanza. Occorre evitare che la frequenza di vibrazione della struttura degli alloggi coincida o sia vicina alla frequenza fondamentale di sito. In virtù di tutto questo il sottoscritto ritiene che sarebbe opportuno eseguire uno studio di risposta sismica per definire meglio l'azione sismica.

La presente relazione, insieme alla relazione geologica, hanno permesso un inquadramento geologico e geomorfologico dell'area, evidenziando le varie problematiche, definendo le pericolosità geologiche, geomorfologiche e sismiche fornendo al progettista elementi utili per un eventuale ulteriore approfondimento per la caratterizzazione e modellazione geotecnica del sottosuolo.

Corato, febbraio 2019

Geologo
Antonio Valerio