

INDICE

1.	Introduzione	Pag. 2
2.	Classificazione sismica	Pag. 2
3.	Definizione della categoria di suolo	Pag. 6

1. INTRODUZIONE

La presente relazione viene svolta allo scopo di fornire le integrazioni relative alla classificazione sismica del territorio, ai sensi del D.M. 11/09/2005 e delle Delibere Regionali 1677/05 e 112/07 in merito all'intervento edificatorio previsto in corrispondenza del Comparto D7.1, facente parte del progetto rientrante nell'A.P.E.A. Tavernelle, situato all'interno del territorio comunale di Sala Bolognese.

2. CLASSIFICAZIONE SISMICA

Sulla base della normativa vigente in materia fino a poco tempo fa (L. 2.2.1974, n° 64; DM 3.3.1975; Del. Reg. del 24.3.1983), il Comune di Sala Bolognese non compariva nell'elenco delle località sismiche di I^a e di II^a categoria (si veda la fig. 1).

L'esame della carta degli epicentri, distinti per classi di magnitudo, verificatisi nel territorio emiliano-romagnolo a partire dal 1100 (si veda la fig. 2, tratta dal C.P.T.I. - Catalogo Parametrico "unificato" dei Terremoti Italiani) evidenzia infatti la sostanziale mancanza di fenomeni sismici di una particolare gravità nell'area di studio. Una limitata attività sismica si è verificata nel passato in corrispondenza degli assi delle Pieghe sepolte ferraresi, di quelle minori tra Budrio ed Argenta e del fronte delle Pieghe interne ravennate. In Emilia i terremoti di maggiore intensità si sono verificati in corrispondenza del rilievo appenninico, lungo i fronti di sovrascorrimento del Macigno, e della fascia al margine della pianura (da Modena fino a Forlì), in cui gli ipocentri si collocano in prevalenza a profondità non molto elevate (da 5-10 km a 20 km circa).

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" (pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n° 105 del 08 Maggio 2003) stabilisce all'art. 2 che "...le regioni provvedono, ai sensi dell'art. 94, comma 2, lettera a), del decreto legislativo n° 112 del 1998, e sulla base dei criteri generali di cui all'allegato 1, all'individuazione, formazione ed aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche. In zona 4 e' lasciata facoltà alle singole regioni di introdurre o meno l'obbligo della progettazione antisismica...".

Come indicato nella delibera di Giunta Regionale n° 1677/2005 avente per oggetto "Prime indicazioni applicative in merito al decreto ministeriale 14 settembre 2005 recante Norme Tecniche per le costruzioni", a decorrere dal 23 ottobre 2005, trova attuazione la classificazione sismica dei Comuni della regione, stabilita dall'Allegato 1, punto 3. dell'Ordinanza n° 3274 del 20 marzo 2003, in via di prima applicazione e comunque fino alla deliberazione regionale di individuazione delle zone sismiche ai sensi dell'art. 94, comma 2, lettera a) del D. Lgs. n° 112 del 1998.

Secondo tale normativa, il Comune di Sala Bolognese rientra in zona 3 (si veda la fig. 3).

Fig. 3 : Nuova classificazione dei Comuni sismici

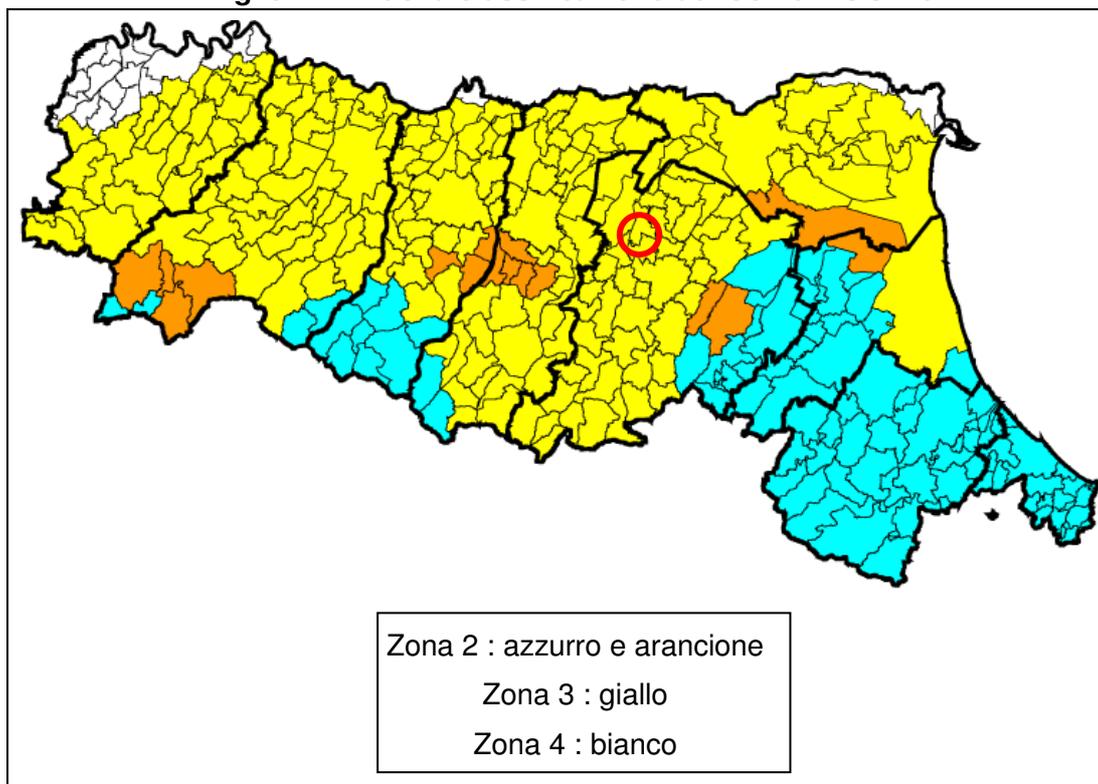


Fig. 4 : Categorie di suolo di fondazione

- A - *Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi* caratterizzati da valori di V_{S30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.
- B - *Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti*, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $N_{SPT} > 50$, o coesione non drenata $c_u > 250$ kPa).
- C - *Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza*, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{S30} compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < N_{SPT} < 50$, $70 < c_u < 250$ kPa).
- D - *Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti*, caratterizzati da valori di $V_{S30} < 180$ m/s ($N_{SPT} < 15$, $c_u < 70$ kPa).
- E - *Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali*, con valori di V_{S30} simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con $V_{S30} > 800$ m/s.
- In aggiunta a queste categorie, per le quali nel punto 3.2 vengono definite le azioni sismiche da considerare nella progettazione, se ne definiscono altre due, per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare:
- S1 - Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($PI > 40$) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di $V_{S30} < 100$ 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

3. DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA DI SUOLO

Dal punto di vista delle ricadute progettuali della nuova classificazione sismica, si segnala la necessità di individuare una serie di elementi finalizzati alla determinazione dei valori dei parametri da adottare nella verifica della stabilità del sistema fondazionale dei fabbricati di progetto. In particolare è necessario individuare:

- la **zona sismica**: come visto in precedenza il Comune di Sala Bolognese rientra nella ZONA 3, alla quale corrisponde un valore di accelerazione orizzontale massima a_g pari a **0,15g**;
- la **categoria di suolo di fondazione**: la normativa identifica alcuni classi di profili stratigrafici, distinti per litologie in funzione della velocità sismica. Le categorie sono riassunte nella fig. 4;
- la **velocità media di propagazione** entro 30 m di profondità delle onde di taglio (V_{S30}), la quale viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio dello strato i-esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superficiali.

Per la definizione della categoria di suolo è quindi necessario conoscere:

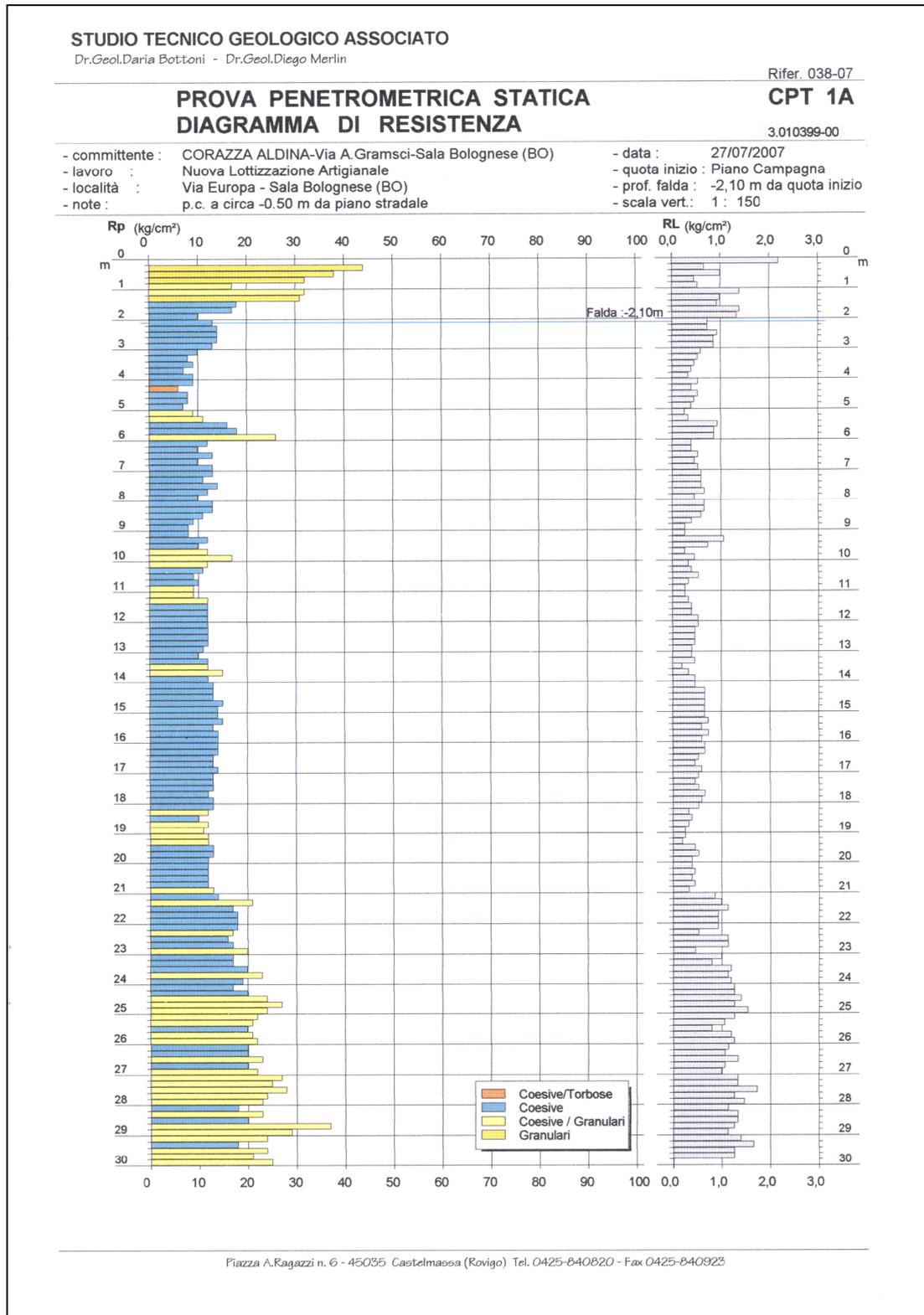
- le caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche esistenti nei primi 30 metri di profondità;
- il valore di velocità sismica media V_s di ogni litotipo presente nella successione.

Da tali dati è possibile ricavare il valore di V_{S30} necessario alla classificazione del suolo. Nel caso in esame, è stato possibile ricavare il valore del parametro applicando la seguente metodologia:

- la definizione delle **caratteristiche litostratigrafiche** è stata svolta mediante l'esame delle prove geognostiche appositamente eseguite; in particolare si è fatto riferimento ai dati desunti dall'interpretazione della prova penetrometrica CPT1A, eseguita nel vicino comparto D7.2 (si veda l'ubicazione in fig. 5 ed il grafico dei dati in fig. 6), la quale risulta significativa anche per il comparto in esame, come si desume dal confronto con i dati delle prove svolte nel comparto in esame, i cui grafici sono riportati nelle relazioni consegnate in precedenza;
- l'esame delle prove e l'applicazione di relazioni empiriche tra i dati della resistenza alla punta del penetrometro statico q_c e quelli di N_{spt} ha consentito di ottenere i valori di N_{spt} , validi per la successione litostratigrafica di riferimento;
- i **valori di V_s** dei singoli litotipi sono stati determinati mediante l'applicazione di correlazioni empiriche per la misura indiretta di tale parametro. In particolare sono state utilizzate tre diverse metodologie, allo scopo di diminuire il grado di incertezza intrinseco a tali metodi.

Inserire fig. 5 : ubicazione delle prove geognostiche

Fig. 6 : Grafico della prova CPT 1A



Le formule adottate sono le seguenti.

OHTA e GOTO (1978)

$$V_s = 54,33 \times NSPT^{0,173} \times \alpha \times \beta (Z/0,303)^{0,193}$$

Nella quale si ha che:

α = fattore d'età (Olocene = 1,000 ; Pleistocene = 1,303)

β = fattore geologico (argille = 1,000 ; sabbie = 1,086)

Z = profondità in metri

NSPT = numero di colpi NSPT

IMAI & al. (1982)

$$\text{Ghiaie : } V_s = 75,4 \times NSPT^{0,351}$$

$$\text{Sabbie : } V_s = 87,8 \times NSPT^{0,292}$$

$$\text{Argille : } V_s = 107,0 \times NSPT^{0,274}$$

YOSHIBA & MOTONORI (1988)

$$V_s = \beta \times NSPT^{0,25} \times \sigma'_{v0}{}^{0,14}$$

Nella quale si ha che:

β = fattore geologico (sabbia fine = 49; altri terreni = 55)

NSPT = numero di colpi NSPT

σ'_{v0} = pressione verticale ($\gamma' h$)

I risultati delle elaborazioni sono i seguenti:

- V_{s30} secondo Ohta e Goto :	130,8 m/s
- V_{s30} secondo Imai et alii :	131,1 m/s
- V_{s30} secondo Yoshida & Motonori :	97,8 m/s

L'esame dei risultati consente di verificare come in tutti i casi il suolo rientri nella **categoria D** (depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, con $V_{s30} < 180$ m/s).

Per quanto concerne la verifica alla liquefazione, l'indagine ha verificato la mancanza di "...strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda...". Poiché la normativa prescrive che "...nel caso di edifici con fondazioni superficiali, la verifica della suscettibilità a liquefazione può essere omessa se il terreno sabbioso saturo si trova a profondità superiore a 15 m dal piano campagna...", si ritiene che non sussistano le condizioni affinché si sviluppi il fenomeno di liquefazione.

Bologna, novembre 2007

Dott. Geol. Luca Grillini