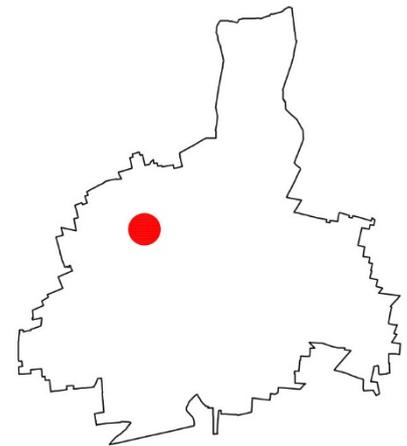




Piano Attuativo relativo all'area di Via Clementi - Via Paganini

Allegato G Relazione Geologica



Scala:

PROGETTISTA INCARICATO:

Dott. Geol. Cesare Resnati

COMMITTENTE:

COLLABORATORI:

Agg. :

DISEGNATO DA :

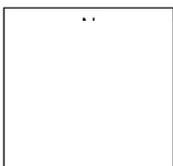
CONTROLLATO DA :

Data :

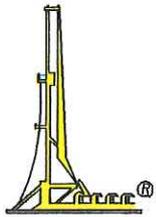
03/12/2018

Riferimento atti:

Commessa :



Via Torri Bianche 9, 20871 Vimercate - Milano Est - tel. 039.60.82.546 - fax 039.68.59.529



GEOPLAN s.r.l.

Via C. Rota, 39
20900 Monza (MB)
Tel. 039/832781
e-mail: geoplan@studio-geoplan.it
PEC: studiogeoplan@pec.studio-geoplan.it

Rapp. 6885R17

Immobiliare Fiorita
Monza

RELAZIONE GEOLOGICA R1 ai sensi del D.M. 17.01.18
RELAZIONE GEOLOGICA R3 ai sensi della DGR IX/2616/2011
VALUTAZIONE PRELIMINARE DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA

Progetto di Piano Attuativo
Via Clementi – Via Paganini
Comune di Monza

Monza, 27 luglio 2018



INDICE

A	GENERALITÀ	1
A.1	PREMESSA	1
A.2	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	1
A.2.1	<i>Normativa nazionale</i>	1
A.2.2	<i>Normativa regionale</i>	1
A.2.3	<i>Normativa comunale</i>	1
B	RELAZIONE GEOLOGICA R1 AI SENSI DEL D.M. 17.01.18.....	2
B.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	2
B.2	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	2
B.3	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	3
B.3.1	<i>Piezometria</i>	4
B.4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO DI SITO.....	5
B.4.1	<i>Indagini effettuate</i>	5
B.4.2	<i>Successione stratigrafica locale</i>	5
B.4.3	<i>Assetto idrogeologico locale</i>	5
C	RELAZIONE GEOLOGICA R3 AI SENSI DELLA DGR IX/2616/2011.....	6
C.1	FATTIBILITÀ GEOLOGICA	6
C.2	VINCOLISTICA.....	8
C.2.1	<i>Pozzi presenti</i>	8
C.3	VALUTAZIONE SISMICA DI SITO.....	9
C.3.1	<i>Definizione del fattore di amplificazione</i>	9
C.3.2	<i>Indagini effettuate</i>	9
C.3.3	<i>Calcolo di VS30</i>	9
C.3.4	<i>Categoria di suolo</i>	9
C.3.5	<i>Verifica del fattore di amplificazione</i>	10
C.4	VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI.....	11
C.5	STABILITÀ DEI FRONTI DI SCAVO.....	12
D	VALUTAZIONE PRELIMINARE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA..	13
D.1	INQUADRAMENTO DELL'AREA	13
D.2	CLASSE DI INTERVENTO	13
D.2.1	<i>Superficie dell'intervento</i>	13
D.2.2	<i>Coefficiente di deflusso medio ponderale</i>	13
D.3	REQUISITI MINIMI.....	14
D.3.1	<i>Valori massimi ammissibili della portata meteorica scaricabile nei ricettori</i>	14
D.3.2	<i>Volume minimo di laminazione</i>	14
D.4	CALCOLO LSPP	14
D.5	CALCOLO DEL VOLUME DI INVASO	15
D.5.1	<i>"Metodo delle sole piogge" - cenni teorici</i>	15
D.5.2	<i>Calcolo della durata critica e del volume di laminazione</i>	16

ALLEGATI

Allegato 1:	Prove penetrometriche S.C.P.T.
Allegato 2:	Verifica sismica di 2° Livello
Allegato 3:	Calcolo LSPP ARPA Lombardia

A GENERALITÀ

A.1 PREMESSA

Il presente rapporto, redatto ai sensi delle vigenti normative in materia di costruzioni, fa seguito all'incarico ricevuto dalla società Immobiliare Fiorita di Monza, relativamente al progetto di Piano Attuativo tra le vie Clementi e Paganini, nel comune di Monza (MB).

A.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

A.2.1 NORMATIVA NAZIONALE

Le normative di riferimento a livello nazionale per il presente rapporto sono le seguenti:

- ✓ D.M. LL.PP. 11.03.88 e nella circolare LL.PP. n° 30483, emanati a norma dell'articolo 1 della Legge 64 /1974;
- ✓ EN 1997-1, 2003, "Eurocode 7-Geotechnical design: general rules";
- ✓ EN 1998 Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance;
- ✓ D.M. 14.01.08 "Norme tecniche per le costruzioni", pubblicato su Gazzetta Ufficiale del 04.02.08, supplemento ordinario n°30;
- ✓ D.M. 17.01.18 Aggiornamento "Norme tecniche per le costruzioni", pubblicato su Gazzetta Ufficiale n°42 del 20.02.18, supplemento ordinario n°8.

A.2.2 NORMATIVA REGIONALE

Le normative regionali di riferimento per il presente rapporto sono le seguenti:

- ✓ D.G.R. 30.11.11 n. IX/2616 Aggiornamento dei "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11.03.05 n. 12, approvati con D.G.R. 22.12.05 n. 8/1566 e successivamente modificati con D.G.R. 28 maggio 2008, n. 8/7874".
- ✓ D.G.R. 30.03.16 n. X/5001: Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica art. 3, comma 1, e 13, comma 1, della l. r. 33/2015)..
- ✓ R.R. 23 novembre 2017 n. 7: Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della Legge Regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio).

A.2.3 NORMATIVA COMUNALE

- ✓ Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del P.G.T. del comune di Monza, aggiornata nel marzo 2017, ai sensi della L.R. 11.03.05 n. 12, dalla società Idrogea Servizi S.r.l. del Dott. Geol. Alessandro Uggeri, di Varese.

B RELAZIONE GEOLOGICA R1 AI SENSI DEL D.M. 17.01.18

B.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

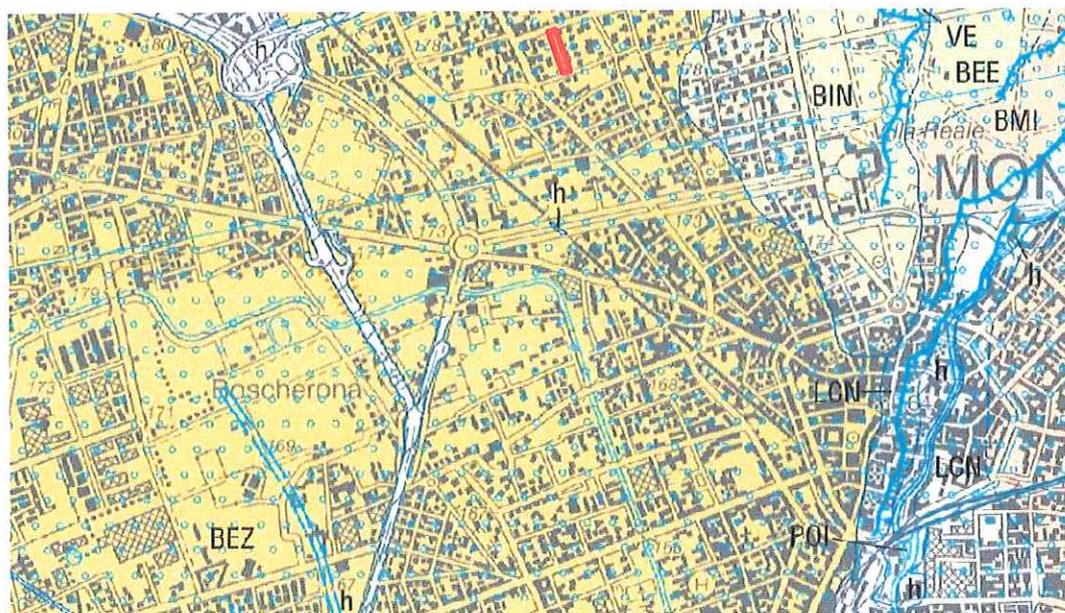
L'area in esame fa parte di una piana fluvioglaciale e fluviale costituente il livello fondamentale della pianura, formatasi per depositi alluvionali durante l'ultima glaciazione.

I depositi presenti nell'area sono attribuibili all'Unità di Guanzate (Pleistocene Medio-Superiore) e sono costituiti da ghiaie a supporto clastico, con matrice sabbiosa e sabbioso limosa, da massive a grossolanamente stratificate.

La superficie limite superiore dell'unità, caratterizzata da suoli da evoluti a moderatamente evoluti con spessore inferiore a 2 m ed alterazione che interessa il 40% dei clasti, coincide in parte con la superficie topografica ed in parte con una superficie erosionale su cui giacciono i depositi di piana alluvionale del Sintema di Cantù e del Sintema del Po. A causa dell'intensa urbanizzazione che interessa il territorio comunale di Monza, la superficie limite superiore dell'unità risulta molto spesso mascherata dalla presenza di aree edificate e/e di depositi di natura antropica.

La superficie limite inferiore è una superficie erosionale che taglia il Sintema di Binago.

Di seguito si riporta uno stralcio della Carta Geologica d'Italia (Progetto CARG), Foglio 118 "Milano":

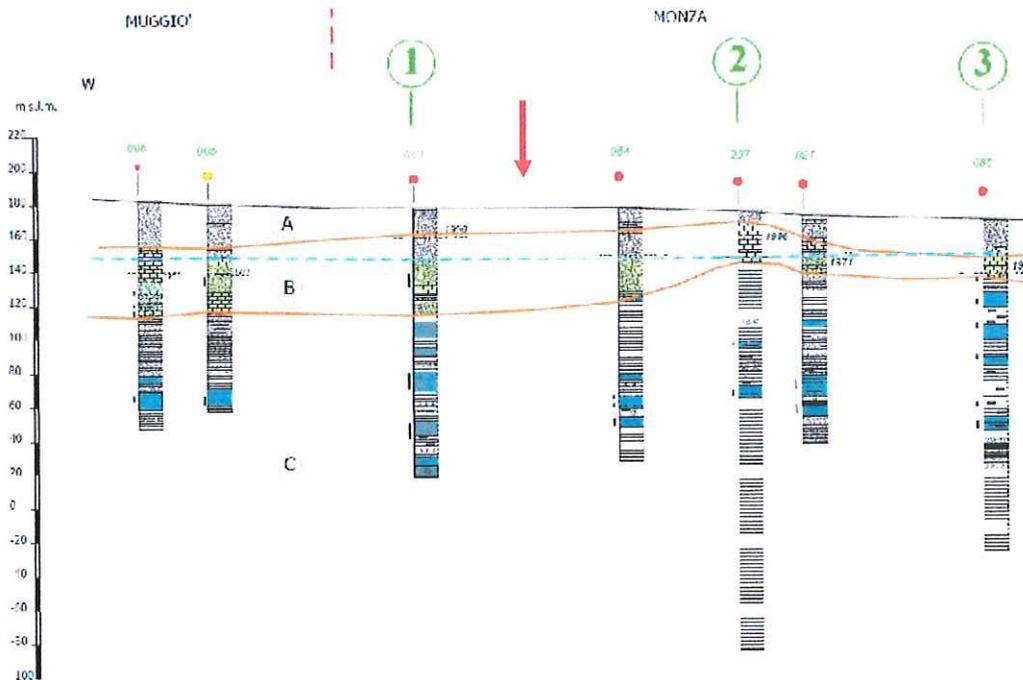


B.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Dal punto di vista geomorfologico, l'area ricade in una zona a morfologia pianeggiante, senza particolari elementi geomorfologici posti nelle immediate vicinanze.

B.3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

L'analisi della successione stratigrafica regionale dell'area, visibile nella figura che segue, è stata effettuata sulla base della Sezione 5 della Tav. 3 Sezioni idrogeologiche allegata al P.G.T. comunale:



Le unità idrostratigrafiche sono state riclassificate nel 2002 da Regione Lombardia ed Eni - Divisione Agip. In particolare:

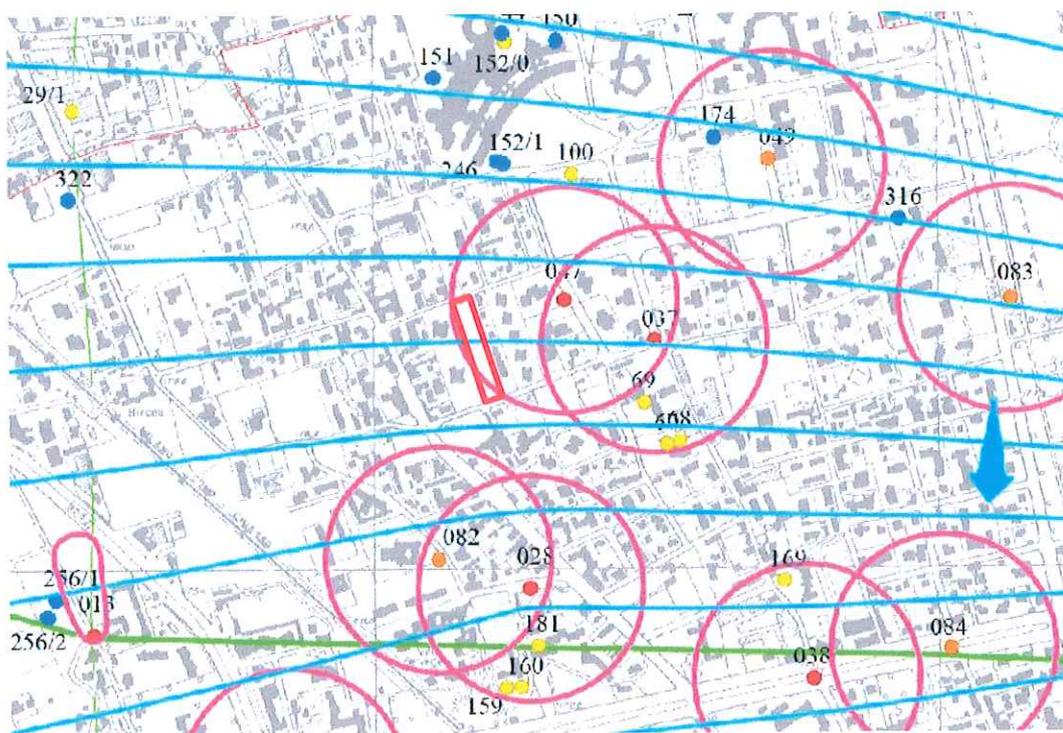
- **Gruppo Acquifero A:** costituito da una netta predominanza di litotipi ghiaioso-sabbiosi con ciottoli, con subordinate intercalazioni di livelli limoso-argillosi di limitata estensione areale. La geometria dell'unità è lenticolare con spessori molto variabili, da pochi metri dal piano campagna nelle porzioni settentrionali a circa 50 m nelle porzioni sud-occidentali e sud-orientali. L'unità si presenta priva di circolazione idrica o caratterizzata da falde sospese a ridotta potenzialità.
- **Gruppo Acquifero B:** costituito prevalentemente da conglomerati di origine fluviale variamente cementati con intercalazioni sabbioso ghiaiose ad elevata trasmissività. All'interno dell'unità sono localmente presenti orizzonti a bassa permeabilità rappresentati da sabbie limose, limi e argille, generalmente caratterizzati da una limitata estensione laterale. L'unità, presente con continuità in tutto il territorio con spessori minimi di 10-20 m e massimi di 50-60 m in corrispondenza di paleoalvei sepolti, è sede dell'acquifero principale di tipo libero, caratterizzato da una elevata permeabilità data dalla porosità, dalla fratturazione e dal carsismo; l'alimentazione è legata oltre che alla ricarica a monte, alle perdite per infiltrazione del T. Lambro e del Canale Villoresi. L'elevata vulnerabilità intrinseca di tale falda è generalmente testimoniata dalle scadenti caratteristiche qualitative delle acque, che presentano talora elevati valori di nitrati.
- **Gruppo Acquifero C:** costituito da potenti successioni di argille grigie e gialle, talora fossilifere e torbose, caratterizzate da una discreta continuità laterale, a cui si alternano subordinati livelli di sabbie, ghiaie sabbiose ad alto contenuto argilloso e livelli di conglomerati. Nei livelli più grossolani e permeabili sono presenti falde idriche intermedie e profonde di tipo confinato, captate dai pozzi pubblici presenti sul territorio comunale. Il tetto dell'unità viene mediamente individuato alle profondità minime di circa 20 m e massime di circa 80 m da p.c. ed è delimitato

da una superficie erosionale irregolare ed ondulata costituita dalla comparsa dei primi livelli limosi e argillosi aventi continuità areale in tutto il territorio in esame.

B.3.1 PIEZOMETRIA

In accordo con quanto riportato nella Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del P.G.T. del comune di Monza, il livello piezometrico della falda freatica in corrispondenza dell'area d'intervento è di circa 146÷148 m s.l., cui corrisponde, in rapporto all'andamento della superficie topografica, una soggiacenza di circa 31÷33 m, con relative oscillazioni stagionali. La falda defluisce con direzione all'incirca N-S.

Di seguito si riporta uno stralcio della carta idrogeologica allegata al P.G.T. comunale.

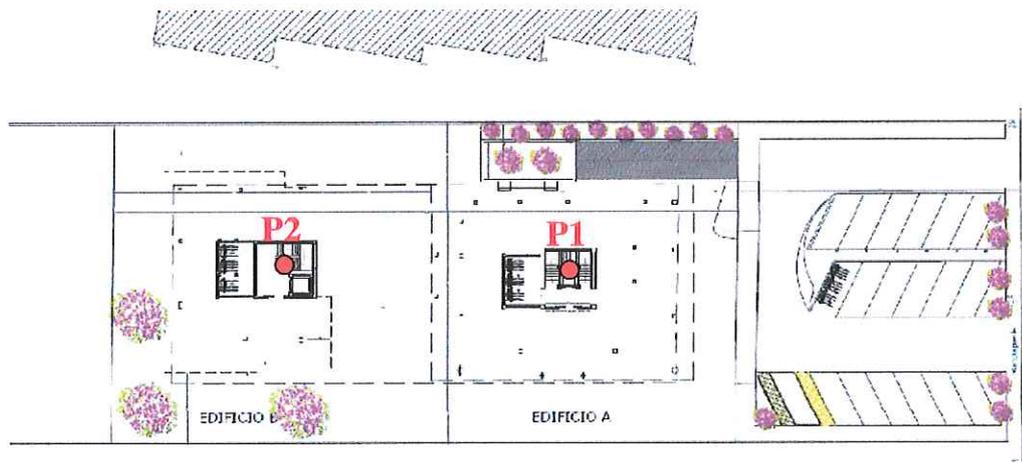


B.4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO DI SITO

B.4.1 INDAGINI EFFETTUATE

L'indagine geotecnica di campagna è consistita nell'esecuzione di 2 prove penetrometriche dinamiche S.C.P.T. con penetrometro superpesante tipo Meardi A.G.I.; i relativi diagrammi di avanzamento, con tabulati numerici ed elaborazioni varie sono contenuti in Allegato 1.

La figura che segue rappresenta l'ubicazione planimetrica dei punti di prova:



B.4.2 SUCCESSIONE STRATIGRAFICA LOCALE

La successione stratigrafica locale è stata ricostruita sulla base dell'interpretazione delle 2 prove penetrometriche realizzate. In corrispondenza della prova P1, si osserva la presenza di uno strato superficiale di limo sabbioso da molto sciolto a sciolto avente spessore di circa 9,3 m poggiante su uno strato molto compatto costituito da sabbie e ghiaie o probabile conglomerato. La prova P2 invece presenta uno strato superficiale sciolto avente spessore inferiore (circa 3,3 m), seguito da sabbie e ghiaie mediamente consistenti e quindi, a circa 6,9 m, da uno strato molto compatto costituito da sabbie e ghiaie o probabile conglomerato.

Entrambe le prove si sono interrotte per arresto strumentale ("rifiuto") al raggiungimento della profondità di 10,2 m (P1) e 6,9 m (P2) dalle rispettive quote di piano campagna, a causa della presenza di lenti o strati di ghiaia e sabbia molto compatte o di probabili lenti conglomeratiche.

B.4.3 ASSETTO IDROGEOLOGICO LOCALE

Durante l'esecuzione dell'indagine non è stata rilevata presenza di acqua in corrispondenza delle prove effettuate.

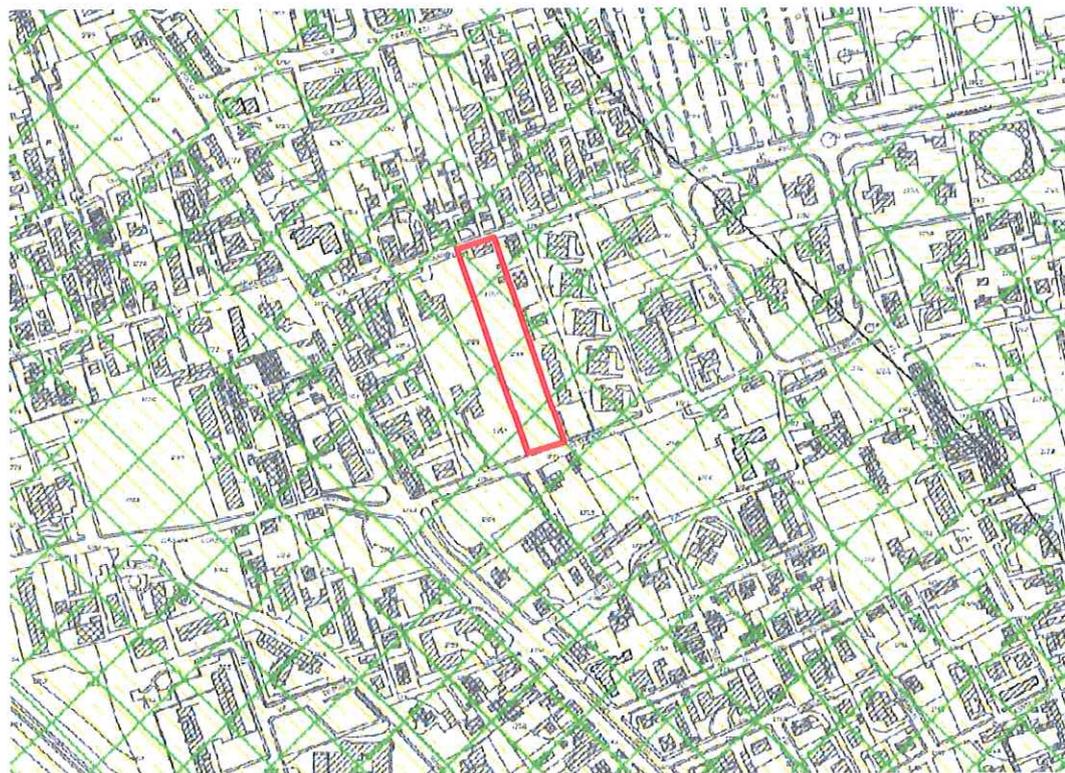
C RELAZIONE GEOLOGICA R3 AI SENSI DELLA DGR IX/2616/2011

Nel presente capitolo si tratterà della compatibilità geologica e sismica in riferimento al vigente P.G.T. del Comune di Monza.

C.1 FATTIBILITÀ GEOLOGICA

Secondo quanto redatto nella Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del P.G.T. del Comune di Monza, l'area oggetto di indagine ricade completamente in *Classe di Fattibilità 2: fattibilità con modeste limitazioni*. In particolare ricade nella *Sottoclasse 2Be': Aree pianeggianti o debolmente acclivi nelle fasce di raccordo dei terrazzi principali, litologicamente costituiti da ghiaie a supporto clastico nell'ambito della piana principale e da sabbie limose e/o ghiaiose nei terrazzi vallivi. Possibile presenza di cavità nel sottosuolo ("occhi pollini") con problematiche legate a cedimenti differenziali (probabilità alta)*.

Di seguito si riporta uno stralcio della *Tav. 9b Fattibilità Geologica* e del testo delle Norme Geologiche di Piano contenute nella Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del P.G.T. comunale e relative alla Classe di Fattibilità 2:



Principali caratteristiche: *aree pianeggianti o debolmente acclivi nelle fasce di raccordo dei terrazzi principali, litologicamente costituiti da ghiaie a supporto clastico nell'ambito della piana principale e da sabbie limose e/o ghiaiose nell'ambito dei terrazzi vallivi. Possibile presenza di cavità nel sottosuolo ("occhi pollini") che non generano particolari evidenze morfologiche sul terreno, con problematiche di tipo geotecnico legate a cedimenti differenziali sino a eventuali collassi e/o sprofondamenti dei terreni (2Be').*

Parere sull'edificabilità: favorevole con modeste limitazioni dovute alle caratteristiche geotecniche e di drenaggio delle acque.

Tipo di intervento ammissibile: sono ammesse tutte le categorie di opere edificatorie ed infrastrutturali previa verifica come di seguito descritto. Per le opere esistenti sono ammessi gli interventi di restauro, manutenzione, risanamento conservativo, ristrutturazione, nel rispetto delle normative vigenti.

Indagini di approfondimento necessarie: si rende necessaria la verifica idrogeologica e litotecnica dei terreni mediante rilevamento geologico di dettaglio e l'esecuzione di prove geotecniche per la determinazione della capacità portante dei terreni, da effettuare preventivamente alla progettazione esecutiva per tutte le opere edificatorie ed in particolare dovrà essere valutata la stabilità dei versanti di scavo al fine di prevedere le opportune opere di protezione degli scavi durante i lavori di cantiere. **Nella classe 2Be' dovranno essere previste prove penetrometriche in numero e profondità adeguato a caratterizzare il terreno al di sotto del piano di posa delle fondazioni e in corrispondenza dei punti di carico delle opere in progetto, al fine di escludere la eventuale presenza di cavità nel sottosuolo. Gli orizzonti potenzialmente interessati da occhi pollini non dovranno essere oggetto di dispersione diretta di acque raccolte dai sistemi di drenaggio superficiali in conformità a quanto indicato nelle Linee Guida contenute nella Relazione del PTCP (par. 7.2 "Gli obiettivi del PTCP in tema di difesa del suolo"). Le indagini geognostiche dovranno essere commisurate al tipo di intervento da realizzare ed alle problematiche progettuali proprie di ciascuna opera (secondo quanto indicato nell'art. 2). La modifica di destinazione d'uso di aree esistenti inserite in zona "produttiva" necessita la verifica dello stato di salubrità dei suoli ai sensi del Regolamento locale d'Igiene (ISS); qualora venga rilevato uno stato di contaminazione dei terreni, dovranno avviarsi le procedure previste dal D.Lgs 152/06 "Norme in materia ambientale" (Piano di Caratterizzazione Ambientale/PCA con analisi di rischio, Progetto Operativo degli interventi di Bonifica/POB).**

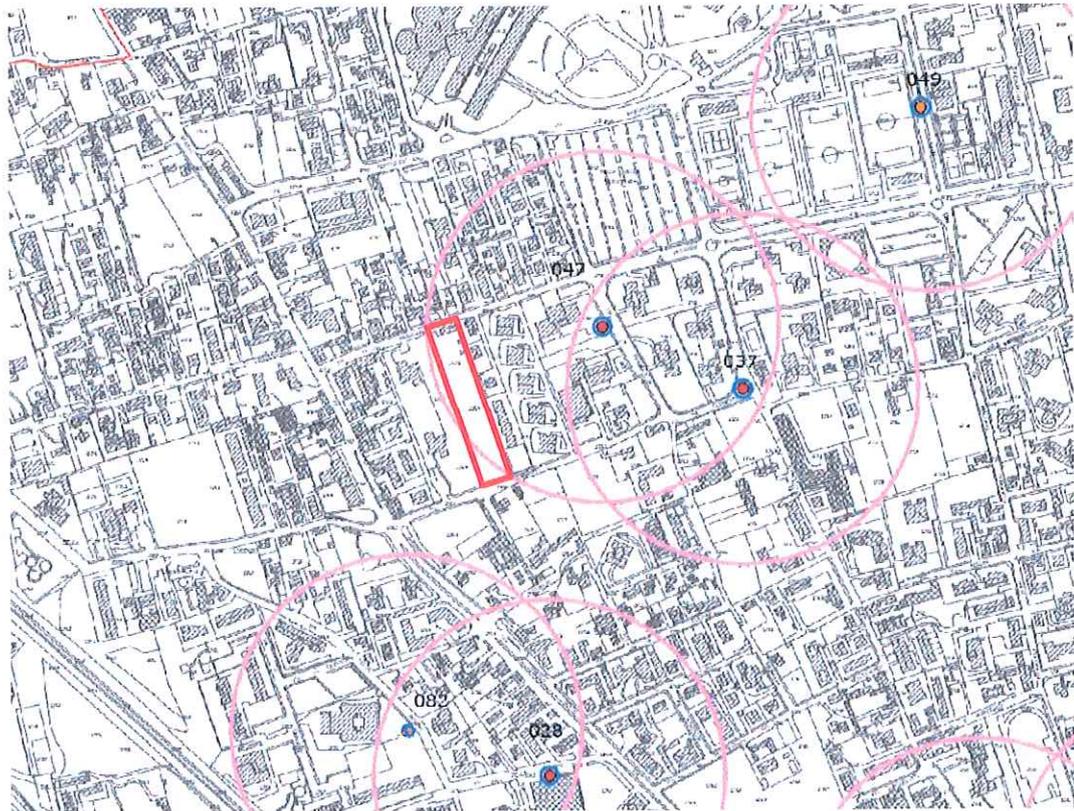
Interventi da prevedere in fase progettuale: per ogni tipo di opera gli interventi da prevedere saranno rivolti alla regimazione idraulica e alla predisposizione di accorgimenti per lo smaltimento delle acque meteoriche e quelle di primo sottosuolo. **In particolare nelle zone 2 Be' dovranno essere realizzati idonei sistemi di smaltimento delle acque meteoriche nel sottosuolo che dovranno tenere conto del rischio potenziale di cedimenti in corrispondenza di cavità sotterranee ed essere quindi realizzati ad una distanza non inferiori a 10 m (salvo, in assenza di alternative, diverse indicazioni derivanti da studi di dettaglio) dalle fondazioni ed a profondità superiore alla quota di posa delle fondazioni stesse. Quale norma generale a salvaguardia della falda idrica sotterranea è necessario inoltre che per ogni nuovo intervento edificatorio, già in fase progettuale, sia previsto ed effettivamente realizzabile il collettamento delle acque reflue in fognatura. Per gli ambiti produttivi soggetti a cambio di destinazione d'uso, dovranno essere previsti interventi di bonifica qualora venga accertato uno stato di contaminazione dei suoli e delle acque ai sensi del D.Lgs 152/06.**

Norme sismiche da adottare per la progettazione: nel caso di edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03) la progettazione dovrà essere condotta adottando i criteri antisismici del d.m. 14 gennaio 2008 "Nuove Norme tecniche per le costruzioni" definendo le azioni sismiche di progetto a mezzo di analisi di approfondimento di 3° livello - metodologie di cui all'allegato 5 della d.g.r. n. IX/2616/11. Per tutte le altre categorie di edifici dovrà essere eseguito il 2° livello di approfondimento in fase di pianificazione, 3° livello di approfondimento qualora Fa calcolato è > valore soglia comunale.

C.2 VINCOLISTICA

C.2.1 POZZI PRESENTI

L'area ricade nella quasi totalità all'interno della fascia di rispetto di uno dei pozzi idropotabili (definite con criterio geometrico, raggio 200 m) presenti nel territorio comunale di Monza, così come definite dal D.Lgs 152/06, e come graficamente rilevabile dallo stralcio cartografico che segue, tratto dal vigente PGT.



C.3 VALUTAZIONE SISMICA DI SITO

Quanto segue, viene redatto ai sensi delle vigenti normative in materia antisismica (D.G.R. 2129/2014) della Regione Lombardia: Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (L.R. 1/2000, art. 3, comma 108, lett. D).

La normativa di riferimento (D.G.R. 11 luglio 2014 n. X/2129) fornisce per l'area d'intervento (Comune di Monza) un valore di ag_{max} pari 0,058594g.

In Allegato 2 sono riportati gli elaborati relativi alla verifica effettuata.

C.3.1 DEFINIZIONE DEL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE

La normativa di riferimento, costituita dalla D.G.R. 30.11.11 n. IX/2616 *Aggiornamento dei "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11.03.05 n. 12, approvati con D.G.R. 22.12.05 n. 8/1566 e successivamente modificati con D.G.R. 28 maggio 2008, n. 8/7874"*, definisce le modalità di calcolo del Fattore di Amplificazione.

C.3.2 INDAGINI EFFETTUATE

L'indagine geofisica è consistita nell'esecuzione di una prova MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*).

C.3.3 CALCOLO DI VS30

Il parametro V_{s30} è stato calcolato utilizzando la stratigrafia Vs e la formula:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^n h_i/V_i}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (in m/s) dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m immediatamente sottostanti il piano campagna (o il piano di posa della fondazione); gli elaborati grafici ed il tabulato dei risultati sono presenti in Allegato 2.

L'indagine realizzata indica basse velocità delle onde Vs negli strati superficiali (fino a circa 2,2 m di profondità). Al di sotto la velocità aumenta gradualmente mantenendosi entro valori medi e senza subire inversioni, con un massimo di 562 m/s nell'intervallo compreso tra 30,0÷40,6 m.

Il valore ricavato di V_{s30} riferito alla quota p.c. è il seguente:

$$V_{s30} = 276 \text{ m/s}$$

C.3.4 CATEGORIA DI SUOLO

Sulla base delle indagini effettuate il suolo presente al di sotto della quota di piano campagna risulta essere un suolo di categoria C, così definita:

Categoria	Definizione
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 e 360 m/s.

Ai fini della verifica geotecnica, il valore di V_{s30} dovrà essere ricalcolato considerando la profondità di imposta delle fondazioni. La tipologia di suolo di fondazione dovrà pertanto essere nuovamente verificata.

C.3.5 VERIFICA DEL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE

L'intero territorio comunale è ricompreso nella situazione corrispondente allo scenario di pericolosità sismica locale Z4a, definita come "zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi". Per tale zona sono possibili amplificazioni degli effetti sismici dovuti a fattori litologici e geometrici. Secondo quanto contenuto nella D.G.R. 30.11.11 n. IX/2616, per i comuni ricadenti in zona 3, per le classi di pericolosità Z3 e Z4, se interferenti con urbanizzato ed urbanizzabile, è prevista la realizzazione di una verifica sismica di secondo livello.

C.3.5.1 Principi metodologici

Il 2° livello consente la caratterizzazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione sismica attesi al sito e l'individuazione di aree in cui la normativa nazionale risulta sufficiente o insufficiente a tenere in considerazione gli effetti sismici. La procedura di verifica fornisce la stima quantitativa della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di amplificazione (Fa), riferito agli intervalli di periodo tra 0,1-0,5 s e 0,5-1,5 s.

Nelle aree con possibili amplificazioni morfologiche la procedura richiede:

- definizione della litologia prevalente dei materiali presenti nel sito;
- definizione della stratigrafia del sito;
- definizione dell'andamento delle Vs con la profondità fino a valori pari o superiori a 800 m/s;
- conoscenza di spessore e velocità di ciascuno strato.

La Regione Lombardia mette a disposizione una serie di schede di riferimento, riferite a differenti litologie, da adottare per la valutazione di Fa. Lo schema di verifica procede nel modo di seguito descritto:

- ✓ individuazione della scheda di riferimento e verifica della validità della stessa in base all'andamento dei valori di Vs con la profondità;
- ✓ scelta, in funzione della profondità e della velocità Vs dello strato superficiale, della curva più appropriata per la valutazione del valore di Fa nell'intervallo 0,1-0,5 s (di riferimento per l'edificio in progetto) in base al valore del periodo proprio del sito T.

Il valore di Fa viene quindi calcolato sulla base degli abachi disponibili nelle due ipotesi di verifica precedentemente descritte. La valutazione del grado di protezione viene effettuata in termini di contenuti energetici, confrontando il valore di Fa ottenuto per il sito di riferimento con un parametro di analogo significato calcolato per ciascun comune e per le diverse categorie di suolo soggette ad amplificazioni litologiche (classi B, C, D ed E delle Norme Tecniche per le Costruzioni) e per i due intervalli di periodo 0,1-0,5 s e 0,5-1,5 s.

Il periodo proprio del sito T necessario per l'utilizzo della scheda di valutazione è calcolato considerando tutta la stratigrafia da quota imposta fondazione fino alla profondità in cui il valore della velocità Vs è uguale o superiore a 800 m/s ed utilizzando la seguente equazione:

$$T = \frac{4 * \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} * h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

In cui:

h_i = spessore del singolo strato

V_{s_i} = velocità del singolo strato

C.3.5.2 Successione stratigrafica di dettaglio

La successione stratigrafica di dettaglio è stata dedotta dall'indagine geotecnica effettuata all'interno dell'area di interesse e dall'esame della successione stratigrafica regionale, di cui al precedente paragrafo.

L'indagine MASW ha raggiunto la profondità massima di investigazione di 40,6 m dalla quota di piano campagna, registrando valori medi di velocità, con un massimo di 562 m/s nell'intervallo compreso tra 30,0÷40,6 m di profondità. Non sono state registrate inversioni di velocità.

Nel corso dell'indagine MASW effettuata non è stata raggiunta la velocità V_s di 800 m/s (*bedrock sismico*). Pertanto, ai fini dell'analisi sismica, tale profondità, stimata a circa 55 m da piano campagna, è stata valutata, secondo quanto indicato dalla normativa regionale, ipotizzando un opportuno gradiente di velocità delle V_s con la profondità sulla base dei dati ottenuti dall'indagine effettuata.

C.3.5.3 Periodo proprio del sito

La verifica di periodo proprio del sito (s) è contenuta nell'Allegato 2; il risultato conseguito è il seguente:

T
0,48 s

C.3.5.4 Calcolo di F_a

Le procedure di calcolo di F_a sono contenute nell'Allegato 2; nello stesso sono anche riportate le verifiche di congruità con la scheda di riferimento litologica (litologia sabbiosa) che è stata utilizzata nel calcolo. Considerando la tipologia degli edifici (edifici alti e flessibili), la formula di riferimento per il calcolo di F_a è la seguente:

$$F_{a_{0,5+1,5}} = 0,57T^3 - 2,18T^2 + 2,38T + 0,81$$

Il valore ottenuto è il seguente:

F_a
1,5

Il valore di F_a calcolato risulta essere inferiore al valore di soglia corrispondente previsto dalla D.G.R. 28 maggio 2008 n.8/7374 per il Comune di Monza (per edifici alti e flessibili e suoli di categoria $C = 2,4$): la normativa risulta pertanto sufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica.

In fase di progettazione edilizia potrà essere utilizzato lo spettro di norma caratteristico riferito ad una **categoria di suolo di fondazione di tipo C**, così come determinato mediante l'indagine MASW effettuata.

C.4 VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

Il DM 14.01.2008 (paragrafo 7.11.3.4) e successiva Circolare esplicativa n. 617/2009 (paragrafo C7.11.3.4) impongono che sia valutata la stabilità nei confronti della liquefazione mediante il ricorso a metodologie analitiche o a carattere semiempirico.

Tali verifiche, secondo le NTC 2008, devono essere condotte tutte le volte che il manufatto in progetto interagisce con terreni saturi a prevalente componente sabbiosa ed in presenza, ovviamente, di sollecitazioni cicliche e dinamiche per le quali il sottosuolo tende a comportarsi come un sistema idraulicamente chiuso, ovvero come un sistema non drenato; nel contempo, al fine di facilitare le procedure di analisi, al paragrafo 7.11.3.4.2 è ribadito che **tali analisi possono essere omesse** in presenza di uno dei seguenti casi:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizione di *free-field*) inferiori a $0,1g$ ($a < 1 \text{ m/sec}^2$);
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 metri dal piano di campagna, quest'ultimo inteso ad andamento sub-orizzontale e con strutture a fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $N_{1,60} > 30$;
4. elevata presenza, nel fuso granulometrico, di terreni a componente fine (limi e argille) o di ghiaie.

Nel caso in esame, come descritto più dettagliatamente nei seguenti paragrafi, sono verificati almeno i punti 1 e 2 per cui il fenomeno della liquefazione può essere escluso.

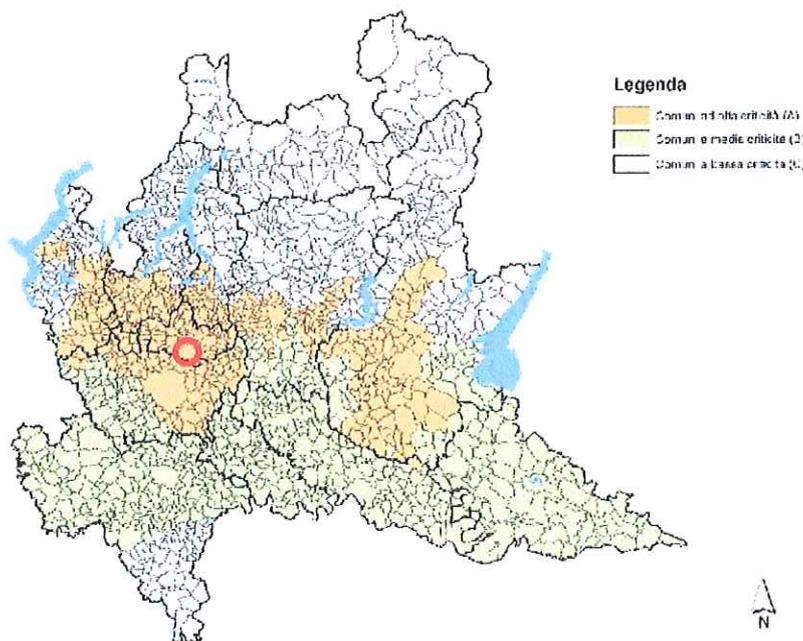
C.5 STABILITÀ DEI FRONTI DI SCAVO

Si prevede la realizzazione di scavi per l'adeguamento delle fondazioni con profondità massima superiore a 1,5 m, pertanto occorrerà evitare la presenza di uomini sul fondo scavo, a meno che le pareti non abbiano inclinazioni inferiori all'angolo di resistenza al taglio del terreno oppure siano poste in opera adeguate strutture di sostegno.

D VALUTAZIONE PRELIMINARE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

D.1 INQUADRAMENTO DELL'AREA

Il territorio comunale di Monza ricade all'interno della fascia di comuni caratterizzata da alta criticità idraulica (Area A), come indicato nella seguente figura:



D.2 CLASSE DI INTERVENTO

Ai fini dell'individuazione delle diverse modalità di calcolo dei volumi da gestire per il rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica, gli interventi richiedenti misure di invarianza idraulica e idrologica sono suddivisi in quattro classi, a seconda della superficie interessata dall'intervento e del coefficiente di deflusso medio ponderale, calcolato ai sensi dell'articolo 11, comma 2, lettera c), numero 7) del regolamento.

L'area in esame, secondo quanto specificato nei seguenti paragrafi, è caratterizzata da un **intervento di impermeabilizzazione potenziale media**, pertanto la modalità di calcolo da adottare sarà quella indicata dal "metodo delle sole piogge".

D.2.1 SUPERFICIE DELL'INTERVENTO

L'intervento in progetto ha una superficie totale di 1.950 m² (0,1950 ha), di cui 833 m² occupati dagli edifici (superficie coperta) e 797 m² da aree verdi (superficie drenante). La rimanente superficie di 320 m² è occupata da superfici pavimentate semipermeabili (vialetti).

D.2.2 COEFFICIENTE DI DEFLUSSO MEDIO PONDERALE

Assumendo un coefficiente di deflusso (articolo 11, comma 2, lettera d) del regolamento) pari all'unità per le parti coperte, pari a 0,7 per le pavimentazioni drenanti, o semipermeabili, e pari a 0,3

per le aree verdi, **il coefficiente di deflusso medio ponderale calcolato per l'area in esame risulta pari a 0,66.**

D.3 REQUISITI MINIMI

D.3.1 VALORI MASSIMI AMMISSIBILI DELLA PORTATA METEORICA SCARICABILE NEI RICETTORI

Gli scarichi nel ricettore sono limitati mediante l'adozione di interventi atti a contenere l'entità delle portate scaricate entro valori compatibili con la capacità idraulica del ricettore stesso e comunque entro valori massimi ammissibili (u_{im}).

Per le aree A di cui al comma 3 dell'articolo 7, tale limite è pari a 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

Pertanto nel caso dell'area in esame, la portata massima scaricabile nei recettori risulta pari a:

$$0,1950 \text{ ha} \times 0,66 \times 10 \text{ l/s} = 1,30 \text{ l/s}$$

D.3.2 VOLUME MINIMO DI LAMINAZIONE

Nel caso di interventi classificati ad impermeabilizzazione potenziale media e ricadenti nell'ambito territoriale di alta criticità, il requisito minimo da soddisfare consiste nella realizzazione di uno o più invasi di laminazione, comunque configurati, dimensionati adottando i seguenti valori parametrici del volume minimo dell'invaso, o del complesso degli invasi, di laminazione (art. 7 del regolamento): 800 m³ per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

Pertanto nel caso dell'area in esame, il volume minimo dell'invaso risulta pari a:

$$0,1950 \text{ ha} \times 0,66 \times 800 \text{ m}^3 = 102,96 \text{ m}^3$$

D.4 CALCOLO LSPP

I valori dei parametri a e n , necessari al calcolo dei volumi di invaso mediante il "metodo delle sole piogge", sono stati ricavati attraverso la determinazione delle Linee Segnalatrici di Probabilità Pluviometrica (LSPP), sulla base dei dati forniti dal servizio Meteo di ARPA Lombardia, considerando un tempo di ritorno pari a 50 anni (art. 11 del regolamento).

In particolare, per il comune di Vanzago sono stati determinati i seguenti parametri:

$$a = 63,0 \text{ mm/ora}^n$$

$$n = 0,3059 \text{ (per eventi meteorici di durata superiore ad 1 ora)}$$

I tabulati completi relativi alla determinazione delle Linee Segnalatrici di Probabilità Pluviometrica costituiscono l'Allegato 3.

D.5 CALCOLO DEL VOLUME DI INVASO

D.5.1 "METODO DELLE SOLE PIOGGE" - CENNI TEORICI

Come indicato al precedente paragrafo D.2, il metodo di calcolo utilizzato per la determinazione del volume di invaso è il "metodo delle sole piogge".

Il "Metodo delle sole piogge" si basa sulle seguenti assunzioni:

1. l'onda entrante dovuta alla precipitazione piovosa nell'invaso di laminazione è un'onda rettangolare avente durata D e portata costante pari al prodotto dell'intensità media di pioggia, dedotta dalla curva di possibilità pluviometrica valida per l'arca oggetto di calcolo in funzione della durata di pioggia, per la superficie scolante impermeabile dell'intervento afferente all'invaso. Con questa assunzione si ammette che, data la limitata estensione del bacino scolante, sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante afferente all'invaso. Conseguentemente l'onda entrante nell'invaso coincide con la precipitazione piovosa sulla superficie scolante impermeabile dell'intervento.
2. l'onda uscente è anch'essa un'onda rettangolare caratterizzata da una portata costante $Q_{u,lim}$ (laminazione ottimale) e commisurata al limite prefissato in aderenza alle indicazioni sulle portate massime ammissibili di cui all'articolo 8 del regolamento.

Sulla base di tali ipotesi semplificative il volume di laminazione è dato, per ogni durata di pioggia considerata, dalla differenza tra i volumi dell'onda entrante e dell'onda uscente calcolati al termine della durata di pioggia. Conseguentemente, il volume di dimensionamento della vasca è pari al volume critico di laminazione, cioè quello calcolato per l'evento di durata critica che rende massimo il volume di laminazione.

Si determinano pertanto i seguenti parametri:

- durata critica per l'invaso D_w

$$D_w = \left(\frac{Q_{u,lim}}{2.78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

- volume di laminazione W_0

$$W_0 = 10 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3.6 \cdot Q_{u,lim} \cdot D_w$$

dove:

$Q_{u,lim}$ è la portata costante uscente, espressa in m^3 , calcolata moltiplicando la superficie scolante impermeabile ed il valore massimo ammissibile della portata meteorica scaricabile nei ricettori (u_{lim});

S è la superficie scolante, espressa in ha;

φ è il coefficiente di deflusso medio ponderale;

a e n sono i parametri determinati con il calcolo delle LSPP.

D.5.2 CALCOLO DELLA DURATA CRITICA E DEL VOLUME DI LAMINAZIONE

Applicando le formule riportate nel paragrafo precedente all'area in esame, si ottengono i seguenti risultati:

Durata critica: $D_w = 11,22$ ore (utilizzando l'esponente $n = 0,3059$ valido per $D \geq 1$ ora)

Volume di laminazione: $W_0 = 117,81$ m³

Il volume così calcolato risulta maggiore del volume derivante dal parametro di requisito minimo indicato al precedente paragrafo D.3.2 (art. 12 del regolamento), pari a 800 m³/ha_{imp} per aree di alta criticità (102,96 m³ per l'area in esame), ed è quindi **adottabile per il progetto della vasca di laminazione.**

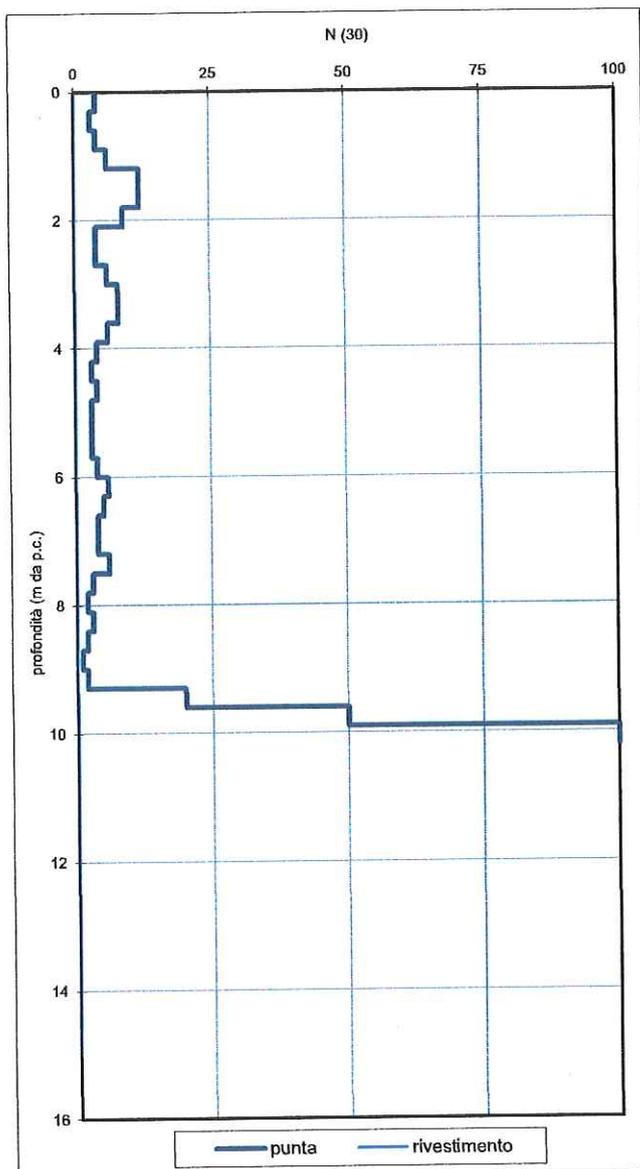
*Il tecnico incaricato: dott. geol. Cesare Resnati
Iscritto all'Ordine Geologi Lombardia n° 346*



ALLEGATO 1:
PROVE PENETROMETRICHE S.C.P.T.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA S.C.P.T.Numero prova: **1**Data esecuzione: **23.11.2017**Rapporto: **6885R17**Quota: **m da p.c.**Committente: **PA Imm. Fiorita**Cantiere: **Monza, Via Paganini 16**

m da p.c.	punta	rivestimento
0,00		
0,30	4	
0,60	3	
0,90	4	
1,20	6	
1,50	12	
1,80	12	
2,10	9	
2,40	4	
2,70	4	
3,00	6	
3,30	8	
3,60	8	
3,90	6	
4,20	4	
4,50	3	
4,80	4	
5,10	3	
5,40	3	
5,70	3	
6,00	4	
6,30	6	
6,60	5	
6,90	4	
7,20	4	
7,50	6	
7,80	3	
8,10	2	
8,40	3	
8,70	2	
9,00	1	
9,30	2	
9,60	20	
9,90	50	
10,20	100	
10,50		
10,80		
11,10		
11,40		
11,70		
12,00		
12,30		
12,60		
12,90		
13,20		
13,50		
13,80		
14,10		
14,40		
14,70		
15,00		

**CARATTERISTICHE TECNICHE DEL PENETROMETRO TIPO MEARDI A.G.I.**

Peso del maglio: 73 kg
 Altezza di caduta: 75 cm
 Angolo al vertice della punta : 60°
 Diametro del cono: 50.8 mm
 Peso delle aste: 4.6 kg/m
 Diametro est. del rivestimento: 48 mm
 Peso del rivestimento: 5.3 kg/m

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA S.C.P.T.

Numero prova: 2

Data esecuzione: 23.11.2017

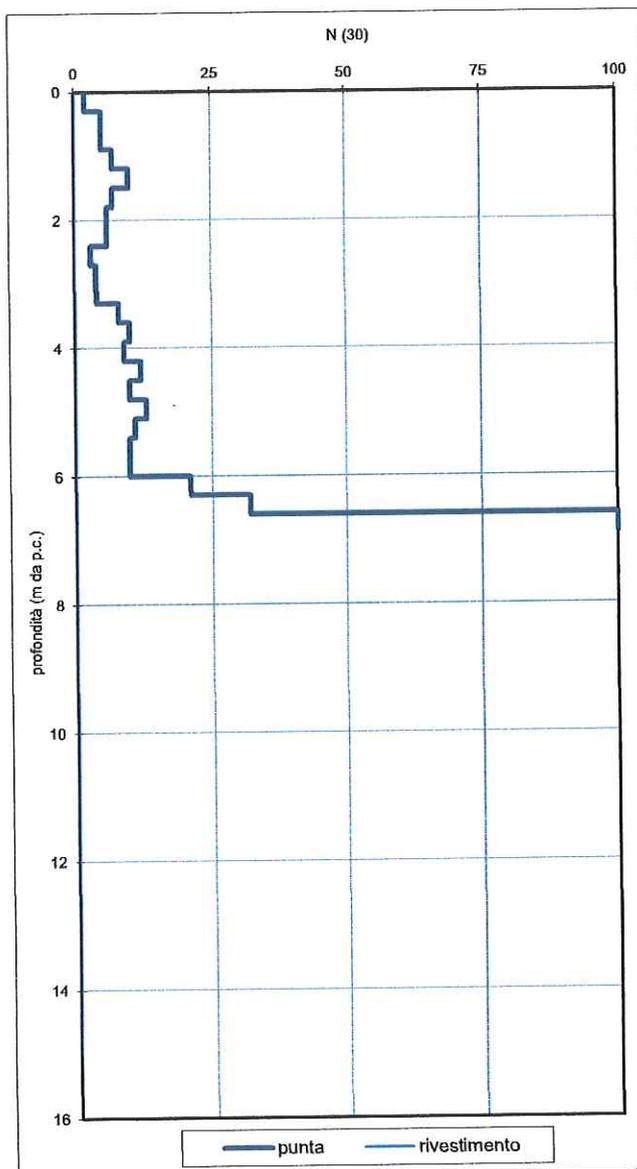
Rapporto: 6885R17

Quota: m da p.c.

Committente: PA Imm. Fiorita

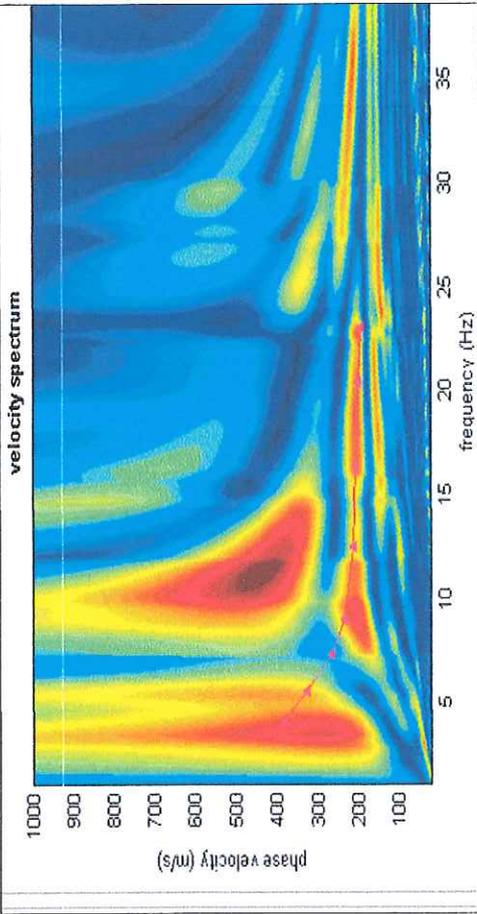
Cantiere: Monza, Via Paganini 16

m da p.c.	punta	rivestimento
0,00		
0,30	2	
0,60	5	
0,90	5	
1,20	7	
1,50	10	
1,80	7	
2,10	6	
2,40	6	
2,70	3	
3,00	4	
3,30	4	
3,60	8	
3,90	10	
4,20	9	
4,50	12	
4,80	10	
5,10	13	
5,40	11	
5,70	10	
6,00	10	
6,30	21	
6,60	32	
6,90	100	
7,20		
7,50		
7,80		
8,10		
8,40		
8,70		
9,00		
9,30		
9,60		
9,90		
10,20		
10,50		
10,80		
11,10		
11,40		
11,70		
12,00		
12,30		
12,60		
12,90		
13,20		
13,50		
13,80		
14,10		
14,40		
14,70		
15,00		

**CARATTERISTICHE TECNICHE DEL PENETROMETRO TIPO MEARDI A.G.I.**

Peso del maglio: 73 kg
 Altezza di caduta: 75 cm
 Angolo al vertice della punta : 60°
 Diametro del cono: 50.8 mm
 Peso delle aste: 4.6 kg/m
 Diametro est. del rivestimento: 48 mm
 Peso del rivestimento: 5.3 kg/m

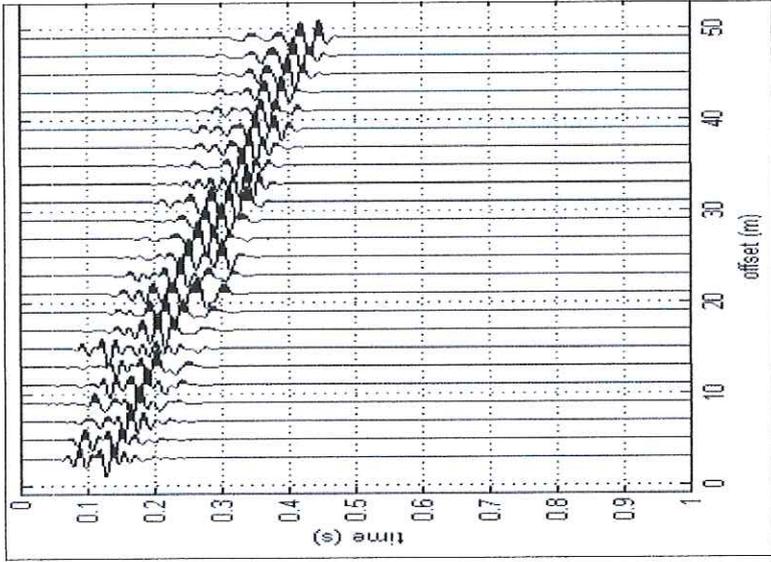
ALLEGATO 2:
VERIFICA SISMICA DI 2° LIVELLO



LEGENDA

- + Curva di dispersione misurata
- Curva di dispersione calcolata
- Velocità sismica delle onde S
- Modulo di taglio (Mpasca)
- VsX

Il valore approssimato del peso di volume per il calcolo del parametro G è dato dalla formula $D=1.5 + V_s/1000$



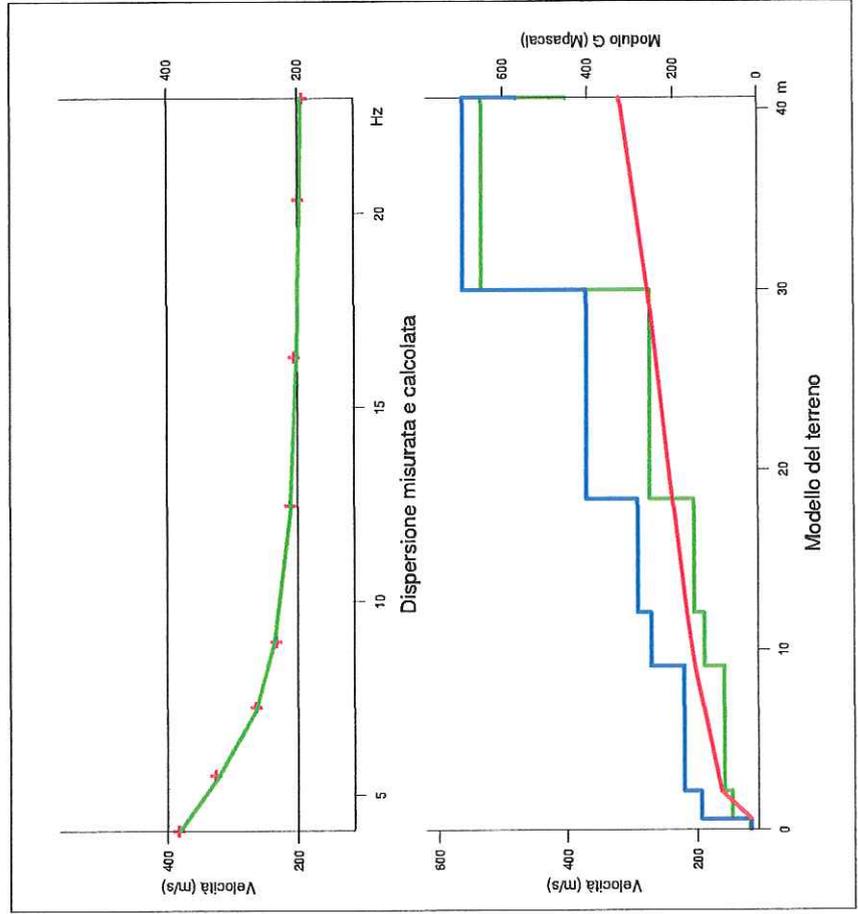
Sismogramma

TABELLA DI CALCOLO

Da Prof. a	Prof.	Vs	H/WI	VsX	G
0	.6	115	.0053	115	21
.6	2.2	194	.0079	162	64
2.2	9.1	220	.0315	203	89
9.1	12.1	271	.0109	216	130
12.1	18.4	292	.0216	237	153
18.4	30	370	.0313	276	256
30	40.6	562	.019	318	651

VALORE CALCOLATO VS30 = 276 m/s

PROVA SISMICA VS30	
Località: Monza	
Immob. FIORITA	
Metodologia MASW	
VELOCITA' DELLE ONDE S	
Novembre 2017	6885R.17

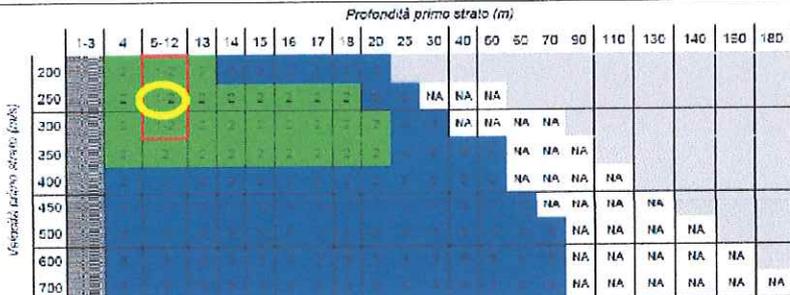
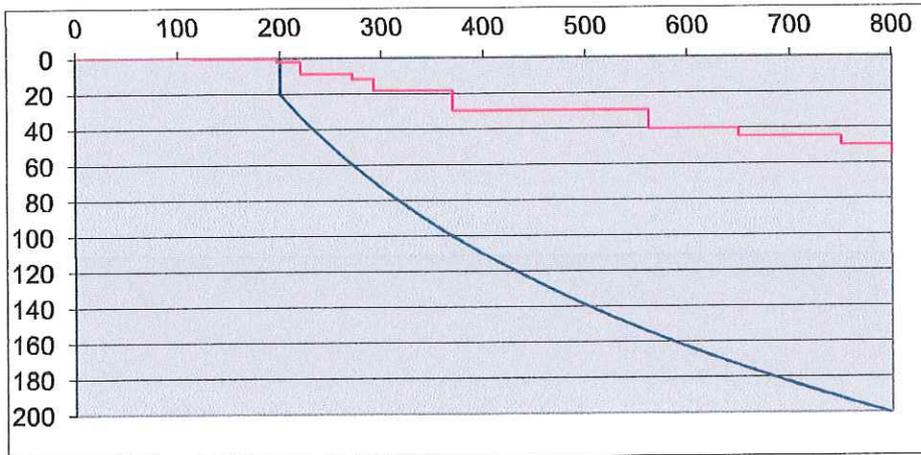


Analisi sismica di 2° livello

Rapporto: 6885R17
 Committente: Immobiliare Fiorita
 Cantiere: Via Clementi, Monza

Prova: M1

VERIFICA DELLA CURVA DI RIFERIMENTO (Litologia sabbiosa)



PERIODO PROPRIO DEL SITO

MASW

strato	V(s)	H(s)
1	115.0	0.6
2	197.0	1.6
3	220.0	6.9
4	271.0	3.0
5	292.0	6.3
6	370.0	11.6
7	562.0	10.6
8	650.0	4.4
9	750.0	5.0
10	800.0	5.0

T = 0.48 s

VERIFICA DI Fa

$Fa_{0,5+1,5} = 0,57T^3 - 2,18T^2 + 2,38T + 0,81$

Valore di riferimento: 2,4

Fa = 1.5

ALLEGATO 3:
CALCOLO LSPP ARPA LOMBARDIA

Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: Via Clementi, Monza

Coordinate: X: 1520184; Y: 5049396

Linea segnatrice

Tempo di ritorno (anni)

Parametri ricavati da: <http://idro.arpalombardia.it>

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 31.23

N - Coefficiente di scala 0.30590001

GEV - parametro alpha 0.2951

GEV - parametro kappa -0.0178

GEV - parametro epsilon 0.824

Evento pluviometrico

Durata dell'evento [ore]

Precipitazione cumulata [mm]

Formulazione analitica

$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

$$w_T = e + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

Bibliografia ARPA Lombardia:

<http://idro.arpalombardia.it/manual/lsp.pdf>

http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA_report.pdf

Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno

Tr	2	5	10	20	50	100	200	50
wT	0.93251	1.27259	1.50156	1.72409	2.01639	2.23863	2.46282	2.01639128
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 50 anni
1	29.1	39.7	46.9	53.8	63.0	69.9	76.9	62.9718996
2	36.0	49.1	58.0	66.6	77.8	86.4	95.1	77.8452061
3	40.8	55.6	65.6	75.3	88.1	97.8	107.6	88.1248094
4	44.5	60.7	71.7	82.3	96.2	106.8	117.5	96.2314327
5	47.6	65.0	76.7	88.1	103.0	114.4	125.8	103.029532
6	50.4	68.8	81.1	93.1	108.9	120.9	133.1	108.938971
7	52.8	72.1	85.0	97.6	114.2	126.8	139.5	114.198998
8	55.0	75.1	88.6	101.7	119.0	132.1	145.3	118.960294
9	57.0	77.8	91.8	105.4	123.3	136.9	150.6	123.324564
10	58.9	80.4	94.8	108.9	127.4	141.4	155.6	127.364033
11	60.6	82.8	97.7	112.1	131.1	145.6	160.2	131.132043
12	62.3	85.0	100.3	115.1	134.7	149.5	164.5	134.669221
13	63.8	87.1	102.8	118.0	138.0	153.2	168.6	138.007306
14	65.3	89.1	105.1	120.7	141.2	156.7	172.4	141.171611
15	66.7	91.0	107.4	123.3	144.2	160.1	176.1	144.182689
16	68.0	92.8	109.5	125.7	147.1	163.3	179.6	147.057476
17	69.3	94.5	111.6	128.1	149.8	166.3	183.0	149.810113
18	70.5	96.2	113.5	130.4	152.5	169.3	186.2	152.452541
19	71.7	97.8	115.4	132.5	155.0	172.1	189.3	154.994945
20	72.8	99.4	117.2	134.6	157.4	174.8	192.3	157.446091
21	73.9	100.9	119.0	136.6	159.8	177.4	195.2	159.813583
22	75.0	102.3	120.7	138.6	162.1	180.0	198.0	162.104065
23	76.0	103.7	122.4	140.5	164.3	182.4	200.7	164.323378
24	77.0	105.1	124.0	142.3	166.5	184.8	203.3	166.476688

Linee segnatrici di probabilità pluviometrica

