

GIT

Part I GIT	1
Part II NTC2018	1
1 Programmazione indagini	2
2 Volume significativo	2
3 Profondità indagine	4
Part III Eurocodice (EN 1997)	7
1 EN 1997 - 1	7
Geotechnical design	8
2 EN 1997 - 2	8
Content of Eurocode 7-2	9
General.....	9
Definitions	9
Objectives	10
Planning of ground investigations.....	11
Sequence of ground investigations.....	12
Design investigations.....	12
Annex B.3 Examples.....	13
Sampling	19
Soil and rock sampling.....	20
Field tests in soil and rock.....	20
Cone penetration tests	21
Annex D	22
Annex D.1	22
Laboratory tests.....	23
Strength testing of soil - Annex P.....	24
Annex Q	25
Annex S	25
Ground investigation report.....	26
Summary	27
Part IV Bibliografia	28
Part V Geoapp	28
1 Sezione Geoapp	29
Part VI Contatti	29
Index	0

1 GIT

Stima volume geotecnico significativo – GIT

GIT è un software che consente di effettuare la **stima del volume geotecnico significativo secondo**:

- [NTC 2018](#);
- Lancellotta e Calavera (2006),
- Sollecitazioni indotte;
- [Eurocodice 7 \(EN1997\)](#).

Il volume significativo da indagare è costituito dalla massa di terreno entro il quale si risentono gli **effetti dell'intervento**. Tra gli effetti è possibile considerare:

1. modifiche dello stato tensionale per aumenti di pressione (es. fondazioni) o scarichi tensionali (scavi);
2. variazioni nel regime delle acque sotterranee per drenaggi o impermeabilizzazioni indotti dalle opere;
3. inquinamento diretto o indotto dagli interventi;
4. modifiche delle condizioni di stabilità dei versanti per variazioni planoaltimetriche o modifiche del regime delle acque;
5. modifiche ambientali per apertura di cave di prestito o accumuli di materiali provenienti da scavi.

2 NTC2018

6.1.2. Prescrizioni generali

Le scelte progettuali devono tenere conto delle **prestazioni attese delle opere**, dei **caratteri geologici del sito** e delle **condizioni ambientali**. I risultati dello studio rivolto alla caratterizzazione e modellazione geologica, di cui al § 6.2.1 devono essere esposti in una specifica **relazione geologica**.

Le **analisi di progetto** devono essere basate su modelli geotecnici dedotti da specifiche indagini e prove definite dal progettista in base alla tipologia dell'opera o dell'intervento e alle previste modalità esecutive.

Le **scelte progettuali**, il **programma** e i **risultati delle indagini**, la **caratterizzazione** e la **modellazione geotecnica** di cui al § 6.2.2, unitamente alle analisi per il **dimensionamento geotecnico** delle opere e

alla descrizione delle fasi e modalità costruttive, devono essere illustrati in una specifica **relazione geotecnica**.

6.2. Articolazione del progetto

Il progetto delle opere e degli interventi si articola nelle seguenti fasi:

1. caratterizzazione e modellazione geologica del sito;
2. scelta del tipo di opera e di intervento e **programmazione delle indagini**^[2];
3. caratterizzazione fisico-meccanica dei materiali presenti nel volume significativo e definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo (cfr. § 3.2.2);
4. definizione delle fasi e delle modalità costruttive;
5. verifiche della sicurezza e delle prestazioni
6. programmazione delle attività di controllo e monitoraggio

2.1 Programmazione indagini

Programmare le indagini geologiche e geotecniche è un'operazione complessa ed estremamente delicata. Il programmatore delle indagini deve avere contezza da subito delle caratteristiche dell'**opera di progetto**, anche se in forma preliminare, degli **strumenti di indagine** da mettere in campo anche in relazione al **tipo di terreno** e dei **parametri** da ottenere per il **problema geotecnico specifico**.

Il programmatore delle indagini deve:

- scegliere i mezzi di indagine compatibili con il terreno interessato e con il tipo di opera;
- decidere l'estensione verticale delle indagini, il numero delle prove e la loro ubicazione.

2.2 Volume significativo

Cos'è il volume significativo?

Per volume significativo di terreno si intende la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso.

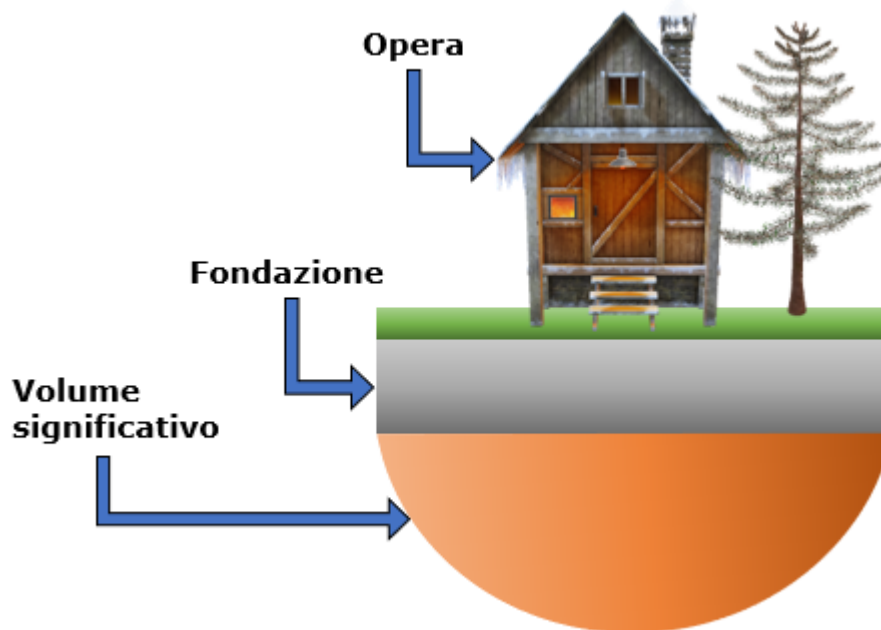


Fig.1 - Volume significativo. La sua estensione dipende dal tipo e dimensione dell'opera, dai carichi trasmessi e dalle caratteristiche del terreno.

Il volume significativo da indagare è costituito dalla massa di terreno entro il quale si risentono gli effetti dell'intervento. Essi possono essere:

1. modifiche dello stato tensionale per aumenti di pressione (es. fondazioni) o scarichi tensionali (scavi);
2. variazioni nel regime delle acque sotterranee per drenaggi o impermeabilizzazioni indotti dalle opere;
3. inquinamento diretto o indotto dagli interventi;
4. modifiche delle condizioni di stabilità dei versanti per variazioni planoaltimetriche o modifiche del regime delle acque;
5. modifiche ambientali per apertura di cave di prestito o accumuli di materiali provenienti da scavi.

6.2.2 Indagini, Caratterizzazione e Modellazione Geotecnica

Le indagini geotecniche devono essere programmate in funzione del tipo di opera e/o di intervento e devono riguardare il volume significativo, e in presenza di azioni sismiche, devono essere conformi a quanto

prescritto ai §§ 3.2.2 e 7.11.2. Le indagini devono permettere la definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo necessari alla progettazione. Della definizione del piano delle indagini, della caratterizzazione e della modellazione geotecnica è responsabile il progettista.

2.3 Profondità indagine

Il **volume significativo** si proietta in profondità fino al livello nel quale gli incrementi di sollecitazioni indotti dai carichi di superficie divengono trascurabili (**0,2 – 0,1 q**).

Secondo l'Eurocodice EC7 la **profondità di indagine** è indicata come segue (Tab.1):

Fondazione	Profondità
Plinti isolati	$(1 \div 3) \cdot B$
Travi rovesce	
Platea	$\geq B$
Palo	$\sim L + 5 \cdot d$
Gruppo di pali	$> L + B'$
Rilevati e rinterri	Alla profondità in cui $w \leq 10\% \cdot w$

Tab.1 - Profondità delle indagini. Con B è indicata la larghezza caratteristica della fondazione, con L la lunghezza del palo di diametro d , con B' la larghezza minore del rettangolo che circonda il gruppo di pali; con w il generico cedimento e con w_f il cedimento finale.

Una rappresentazione indicativa dei volumi interessati da normali opere è indicata nelle [Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche](#) edite dall'Associazione Geotecnica Italiana (**A.G.I., 1977**).

In dette raccomandazioni si suggerisce di investigare il terreno con almeno 3 verticali, 1 verticale ogni 600 mq oltre le prime tre, per normali edifici e 1 verticale ogni 50-100 m per opere sviluppate in lunghezza (muri, argini).

Nel caso di studi per fondazioni, di regola si trascurano gli effetti del terreno situato a profondità maggiore di quella per la quale gli incrementi di carico sono inferiori a 1/10, 1/15 della pressione litostatica efficace.

Estensione volume da indagare

Fondazioni

In Fig.1 è riportato uno schema dell'estensione del volume da indagare in riferimento alle fondazioni

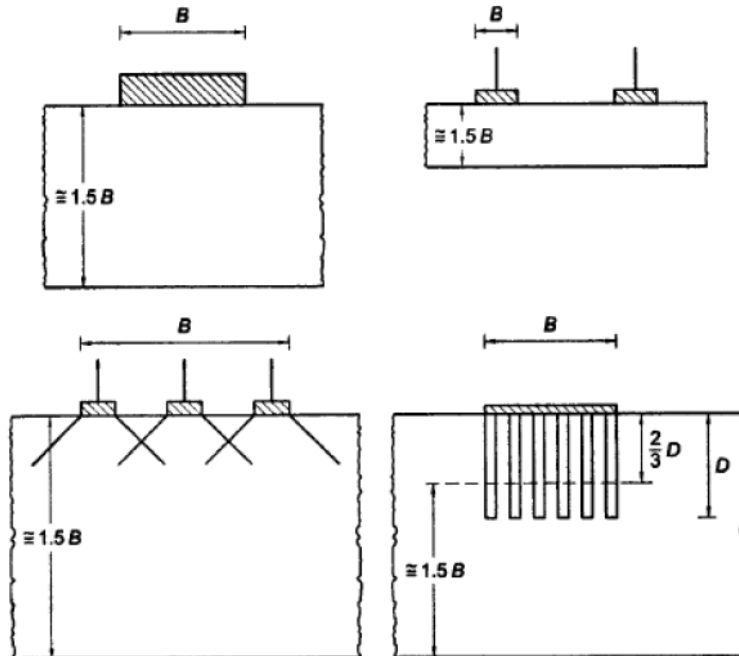


Fig.1 - Fondazioni. Da Lancellotta e Calavera, 1999.

Scavi e opere di sostegno (Fig.2)

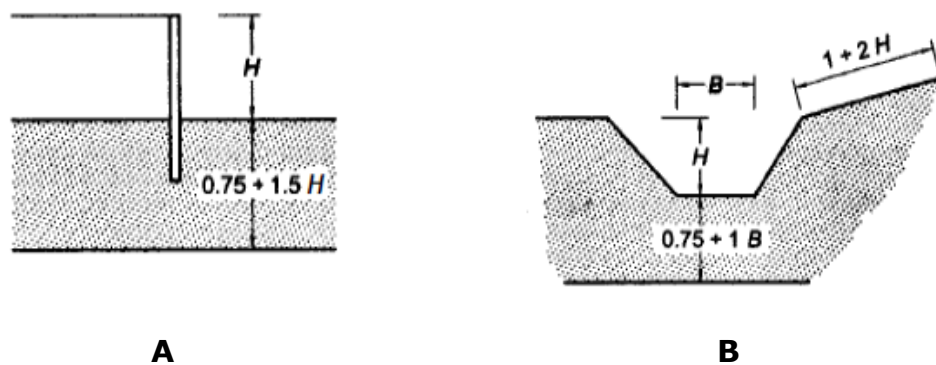


Fig.2 - A) opere di sostegno; B) scavo o trincea. Da Lancellotta e Calavera, 1999.

Rilevati e argini (Fig.3)

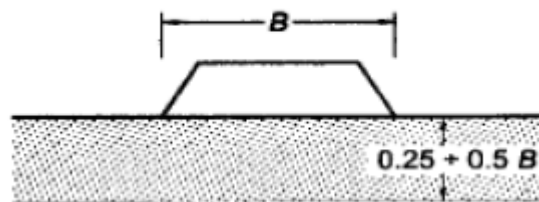


Fig.3 - Rilevati e argini. Da Lancellotta e Calavera, 1999.

Fondazioni indirette (Fig.4)

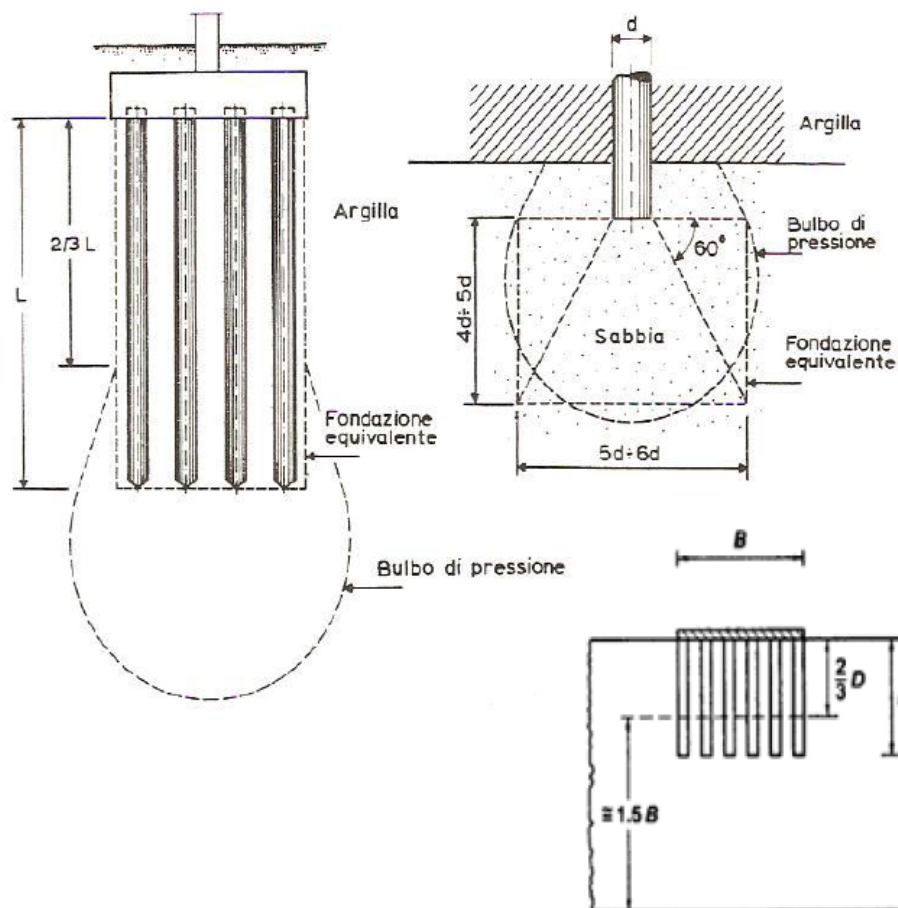


Fig.4 - Fondazioni indirette. Da Lancellotta e Calavera, 1999.

Facendo riferimento all'EC7, la distanza tra i punti di indagine e la profondità della stessa (volume significativo) devono essere definite sulla base di quanto emerso dall'analisi geologica dell'area, anche in relazione alle dimensioni del sito e del tipo di opera da realizzare.

3 Eurocodice (EN 1997)

Eurocodice 7 (EN 1997) - Progettazione geotecnica -

L'**Eurocodice EN 1997 7** (Eurocodice 7: Progettazione geotecnica) deve essere applicato agli aspetti geotecnici della progettazione di edifici e altre opere di ingegneria civile. Ha lo scopo di essere utilizzato con la [EN 1990:2002](#) che stabilisce i principi e i requisiti di sicurezza e manutenzione, descrive le basi della progettazione e della verifica e fornisce linee guida per gli aspetti correlati all'affidabilità strutturale.

L'Eurocodice 7 si compone delle seguenti parti:

- 1) EN 1997-1:2004, 2013 - Eurocode 7: Geotechnical design - **Part 1: General rules** (*Norme Generali*, dedicata alle regole generali della progettazione geotecnica, con riferimento sia ad i terreni che alle rocce.
- 2) EN 1997-2:2007 - Eurocode 7: Geotechnical design - **Part 2: Ground investigation and testing** (*Indagini Geotecniche in sito e in laboratorio*, che riguarda l'uso delle indagini in sito e delle prove di laboratorio nella progettazione geotecnica.)

I valori numerici delle azioni su edifici e altre opere di ingegneria civile da prendere in considerazione nella progettazione sono forniti nella **EN 1991** per i vari tipi di costruzione, mentre le azioni imposte dal suolo, come le pressioni della terra e dalle acque sotterranee, devono essere calcolate secondo alle norme della **EN 1997**.

Standard europei separati saranno usati per trattare le questioni di esecuzione e lavorazione. Nella norma **EN 1997** l'esecuzione è coperta nella misura necessaria per conformarsi alle ipotesi delle regole di progettazione. La **EN 1997** non copre i requisiti speciali della progettazione sismica. La **EN 1998** fornisce regole aggiuntive per la progettazione sismica geotecnica, che completano o adattano le regole della presente norma.

3.1 EN 1997 - 1

EN 1997-1:2004, 2013 - Eurocode 7: Geotechnical design - Part 1: General rules

Parte 1: Norme Generali - dedicata alle regole generali della progettazione geotecnica

L'Introduzione alla (norma) EN 1997-1 (1), Eurocodice 7: Progettazione Geotecnica, Parte 1: Regole Generali, si compone principalmente di paragrafi che sono comuni a tutte le parti di tutti gli Eurocodici, ovvero paragrafi relativi a:

- la preparazione al programma degli Eurocodici;
- il programma stesso degli Eurocodici;
- lo stato e il campo di applicazione degli Eurocodici;
- le normative nazionali che implementano gli Eurocodici;
- i collegamenti tra gli Eurocodici e le specifiche tecniche di armonizzazione (Norme Europee, EN, e Approvazioni Tecniche Europee, ETA) per i prodotti.

Tale Introduzione include, inoltre, due brevi paragrafi su:

- le informazioni aggiuntive specifiche dell'Eurocodice 7;
- l'Allegato Nazionale per la EN 1997-1.

3.1.1 Geotechnical design

2.4 Geotechnical design by calculation

2.4.1 General

(2) It should be considered that knowledge of the ground conditions depends on the extent and quality of the geotechnical investigations. Such knowledge and the control of workmanship are usually more significant to fulfilling the fundamental requirements than is precision in the calculation models and partial factors.

3.2 EN 1997 - 2

EN 1997-2:2007 - Eurocode 7: Geotechnical design - Part 2: Ground investigation and testing

Parte 2: Indagini Geotecniche in sito e in laboratorio - riguarda l'uso delle indagini in sito e delle prove di laboratorio nella progettazione geotecnica.

1.1.2 Scope of Eurocode 7-2

(1) EN 1997-2 is intended to be used in conjunction with EN 1997-1 and provides rules supplementary to EN 1997-1 related to:

- planning and reporting of ground investigations;
- general requirements for a number of commonly used laboratory and field tests;
- interpretation and evaluation of test results;
- derivation of values of geotechnical parameters and coefficients.

3.2.1 Content of Eurocode 7-2

1. [General](#)^[9]
2. [Planning of ground investigations](#)^[11]
3. [Soil and rock sampling](#)^[20] and groundwater measurements
4. [Field tests in soil and rock](#)^[20]
5. [Laboratory tests](#)^[23] on soil and rock
6. [Ground investigation report](#)^[26]

23. Annexes

3.2.1.1 General

Part 1: General rules

1.1.2 Scope of Eurocode 7-2

(1) EN 1997-2 is intended to be used in conjunction with EN 1997-1 and provides rules supplementary to EN 1997-1 related to:

- planning and reporting of ground investigations;
- general requirements for a number of commonly used laboratory and field tests;
- interpretation and evaluation of test results;
- derivation of values of geotechnical parameters and coefficients.

3.2.1.1.1 Definitions

1.5 Definitions

1.5.3 Specific definitions used in EN 1997 - 2

1.5.3.1 Derived value

Value of a geotechnical parameter obtained from test results by theory, correlation or empiricism.

2.1 Objectives

2.1.1 General

(1) P Geotechnical investigations shall be planned in such a way as to ensure that relevant geotechnical information and data are available at the various stages of the project.

(6) Before designing the investigation programme, the available information and documents should be evaluated in a desk study.

(7) Examples of information and documents that can be used are:

- geological maps and descriptions;
- previous investigations at the site and in the surroundings;
- aerial photos and previous photo interpretations;
- topographical maps;

2.1.2 Ground

(1) P Ground investigations shall provide a description of ground conditions relevant to the proposed works and establish a basis for the assessment of the geotechnical parameters relevant for all construction stages.

(2) The information obtained should **enable assessment** of the following aspects, if possible:

- the **suitability** of the site with respect to the proposed construction and the level of acceptable risks;
- the **deformation of the ground** caused by the structure or resulting from construction works, its spatial distribution and behaviour over time;

The information obtained should enable assessment of the following aspects, if possible (continued):

- the safety with respect to limit states (e.g. subsidence, ground heave, uplift, slippage of soil and rock masses, buckling of piles, etc.);
- the loads transmitted from the ground to the structure (e.g. lateral pressures on piles) and the extent to which they depend on its design and construction;

- the foundation methods (e.g. ground improvement, whether it is possible to excavate, driveability of piles, drainage);
- the sequence of foundation works;
- the effects of the structure and its use on the surroundings;

(2)The information obtained should enable assessment of the following aspects, if possible (continued):

- any additional structural measures required (e.g. support of excavation, anchorage, sleeving of bored piles, removal of obstructions); the effects of construction work on the surroundings;
- the type and extent of ground contamination on, and in the vicinity of, the site;
- the effectiveness of measures taken to contain or remedy contamination.

2.1.4 Ground water

(2)The information obtained should be sufficient to assess the following aspects, where relevant:

- the scope for and nature of groundwater-lowering work;
- possible harmful effects of the groundwater on excavations or on slopes
- any measures necessary to protect the structure;
- the effects of groundwater lowering, desiccation, impounding etc. on the surroundings;
- the capacity of the ground to absorb water injected during construction work;
- whether it is possible to use local groundwater, given its chemical constitution, for construction purposes.
-

3.2.1.2 Planning of ground investigations

2. Planning of ground investigations

2.1 Objectives^[10]

2.2 Sequence of ground investigations

2.3 Preliminary investigations

2.4 Design investigations^[12]

2.4.1 Field investigations

2.4.2 Laboratory tests

2.5 Controlling and monitoring

3.2.1.2.1 Sequence of ground investigations

2.2 Sequence of ground investigations

Desk studies
Preliminary investigations
Design investigations
Supervision of construction (EC 7-1)
Controlling and monitoring (EC 7-1)

3.2.1.2.2 Design investigations

2.4 Design investigations

2.4.1.3 Locations and depths of the investigation points

(2) When selecting the locations of investigation points, the following should be observed:

- the investigation points should be arranged in such a pattern that the **stratification** can be assessed across the site;
- the investigation points for a building or structure should be placed at **critical points** relative to the shape, structural behaviour and expected load distribution (e.g. at the corners of the foundation area);
- for linear structures, investigation points should be arranged at **adequate offsets** to the centre line, depending on the overall width of the structure, such as an embankment footprint or a cutting;

(2) When selecting the locations of investigation points, the following should be observed (continued):

- for structures on or near slopes and steps in the terrain (including excavations), investigation points should also be arranged outside the project area, these being located so that the **stability of the slope** or cut can be assessed.
- Where **anchorages** are installed, due consideration should be given to the likely stresses in their load transfer zone;
- the investigation points should be arranged so that they do **not present** a hazard to the structure, the construction work, or the surroundings (e.g. they may cause changes to the ground and groundwater conditions);

(2) When selecting the locations of investigation points, the following should be observed (continued):

- the area considered in the design investigations should extend into the neighbouring area to a distance where **no harmful influence on the neighbouring** area is expected;
- for **groundwater** measuring points, the possibility of using the equipment installed during the ground investigation for **continued monitoring** during and after the construction period should be considered.

(6) P The depth of investigations shall be extended to all strata that will affect the project or are affected by the construction.

- For dams, weirs and excavations below groundwater level, and where dewatering work is involved, the depth of investigation shall also be selected as a function of the hydro-geological conditions.
- Slopes and steps in the terrain shall be explored to depths below any potential slip surface.

NOTE: For the spacing of investigation points and investigation depths, the values given in Annex B.3 can be used as guidance.

3.2.1.2.3 Annex B.3 Examples

Annex B.3 Examples of recommendations for the spacing and depth of investigations

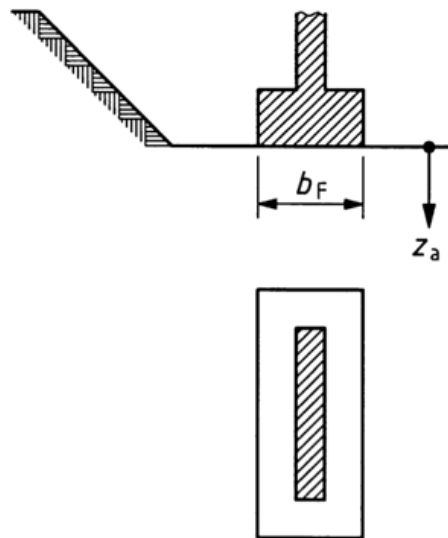
(1) The following spacing of investigation points should be used as guidance:

- for high-rise and industrial structures, a grid pattern with points at 15 m to 40 m distance;
- for large-area structures, a grid pattern with points at not more than 60 m distance;
- for linear structures (roads, railways, channels, pipelines, dikes, tunnels, retaining walls), a spacing of 20 m to 200 m;
- for special structures (e.g. bridges, stacks, machinery foundations), two to six investigation points per foundation;

- for dams and weirs, 25 m to 75 m distance, along vertical sections.

(2) For the investigation depth z_a the following values should be used as guidance. (The reference level for z_a is the lowest point of the foundation of the structure or structural element, or the excavation base.) Where more than one alternative is specified for establishing z_a , the one which yields the largest value should be applied.

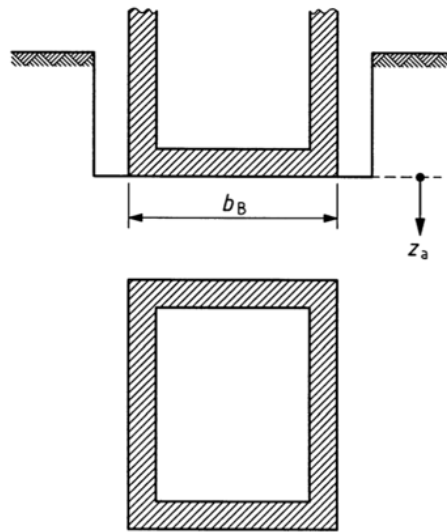
(5) For high-rise structures and civil engineering projects, the larger value of the following conditions should be applied:



$$z_a \geq 6 \text{ m};$$
$$z_a \geq 3,0 b_F.$$

where b_F is the smaller side length of the foundation.

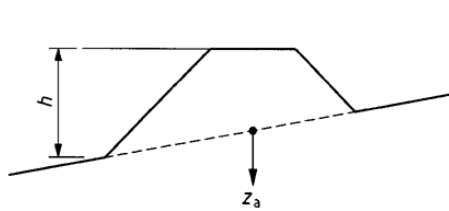
(6) For **raft foundations** and structures with several foundation elements whose effects in deeper strata are superimposed on each other:



$$z_a \geq 1,5 \cdot b_B$$

where b_B is the smaller side of the structure.

(5) Embankments and cuttings, the larger value of the following conditions should be met:

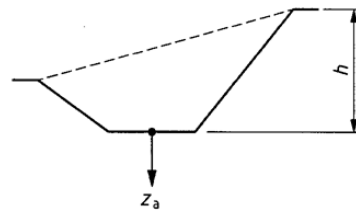


a) For **damns**

$$0,8h < z_a < 1,2h$$

$$z_a \geq 1,6 \text{ m}$$

where h is the embankment height.

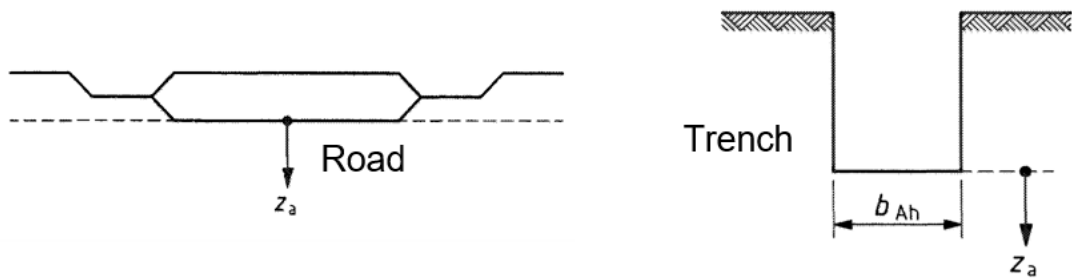


b) For **cuttings**

$$z_a \geq 2,0 \text{ m}$$

$$z_a \geq 0,4h$$

where h is the dam height or depth of cutting.



a) For **roads** and **airfields**

$z_a \geq 2$ m below the proposed formation level.

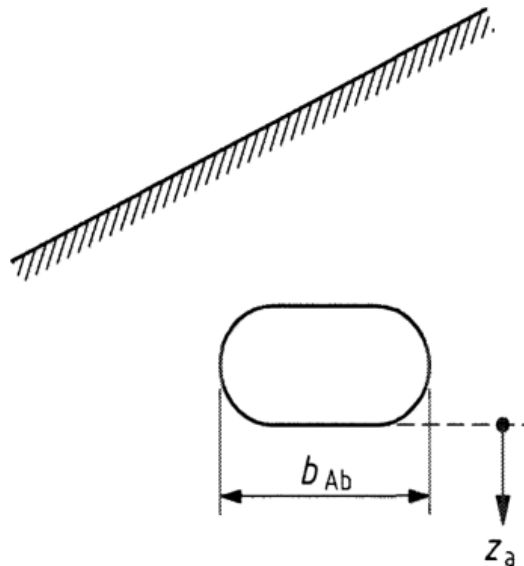
b) For **trenches** and pipelines, the larger value of:

$z_a \geq 2$ m below the invert level;

$$z_a \geq 1,5 b_{Ah}$$

where b_{Ah} is the width of excavation.

(9) For **small tunnels** and **caverns**:

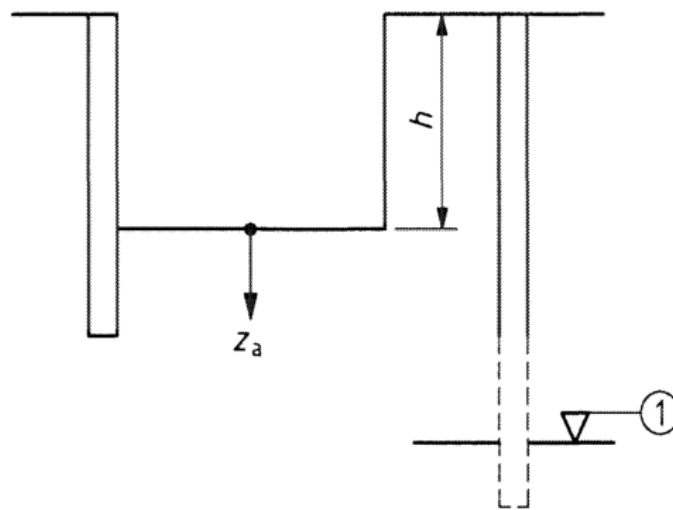


$$b_{Ab} < z_a < 2,0b_{Ab}$$

where b_{Ab} is the width of excavation.

The groundwater conditions described in (10) b) should also be taken into account.

(10) **Excavations** a) Where the piezometric surface and the groundwater tables are below the excavation base, the larger value of the following conditions should be met:

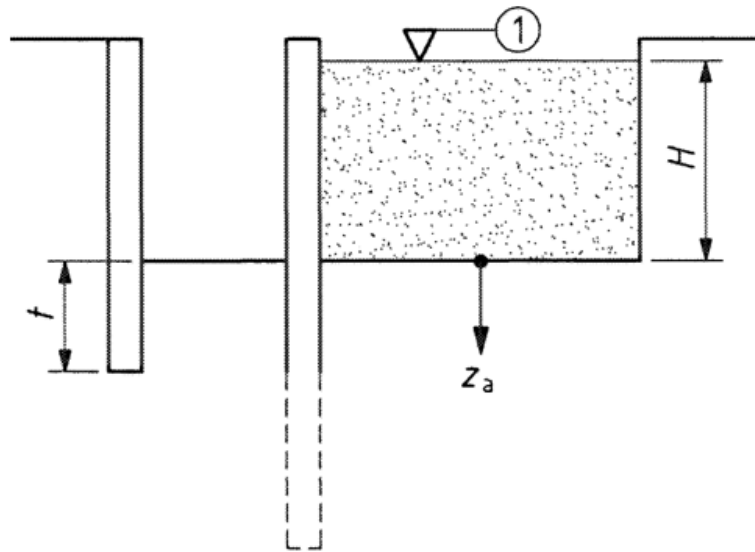


$$z_a \geq 0,4h$$

$$z_a \geq (t + 2,0) \text{ m}$$

where: t is the embedded length of the support; and h is the excavation depth.

Where the piezometric surface and the groundwater tables are above the excavation base, the larger value of the following conditions should be met:

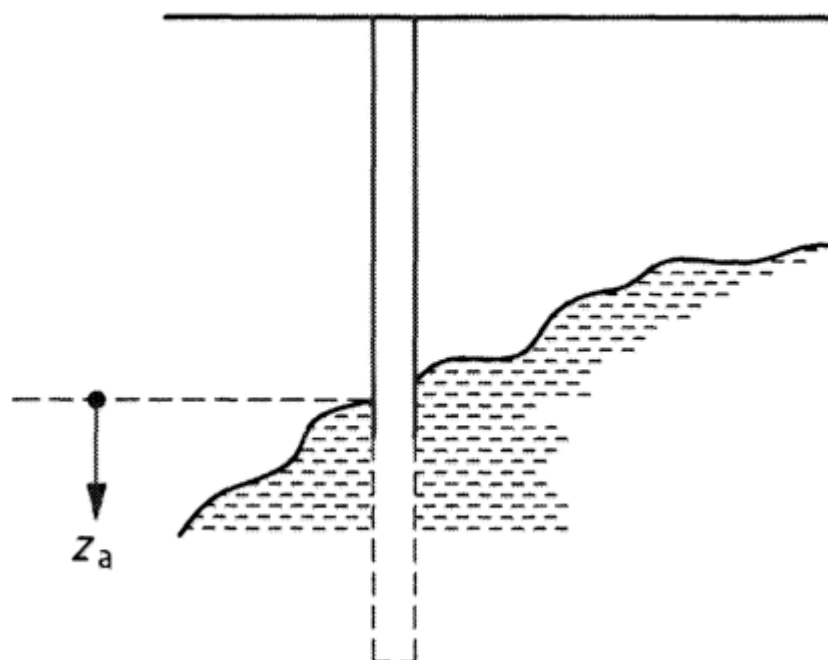


$$z_a \geq (1,0 \times H + 2,0) \text{ m}$$

$$z_a \geq (t + 2,0) \text{ m}$$

where H is the height of the groundwater level above the excavation base; and t is the embedded length of the support.

(12) For **cut-off walls**:



$$z_a \geq 2 \text{ m}$$

below the surface of the stratum impermeable to groundwater.

(13) For **piles** the following three conditions should be met:

$$z_a \geq 1,0b_g$$

$$z_a \geq 5,0 \text{ m}$$

$$z_a \geq 3D_F$$



where D_F is the pile base diameter; and b_g is the smaller side of the rectangle circumscribing the group of piles forming the foundation at the level of the pile base.

3.2.1.2.4 Sampling

2. Planning of ground investigations

2.4.1.4 Sampling

(2) P For identification and classification of the ground, at least **one borehole or trial** pit with sampling shall be available. Samples shall be obtained from **every separate ground layer influencing** the behaviour of the structure.

(3) **Sampling may be replaced by field tests** if there is enough local experience to correlate the field tests with the ground conditions to ensure unambiguous interpretation of the results.

(7) Samples should be taken **at any change of stratum** and at a specified spacing, usually not larger than 3 m. In inhomogeneous soil, or if a detailed definition of the ground conditions is required, continuous sampling by drilling should be carried out or samples recovered at very short intervals.

2. Planning of ground investigations

2.5 Controlling and monitoring

(1) P A number of checks and additional tests shall be made during the construction and execution of the project, when relevant, in order to check that the ground conditions agree with those determined in the design investigations and that the properties of the delivered construction materials and the construction works correspond to those presumed or specified.

(2) P The following control measures shall be applied:

- check of ground profile when excavating;
- inspection of the bottom of the excavation.

3.2.1.3 Soil and rock sampling

3. Soil and rock sampling and groundwater measurements

3.4 Soil sampling

(1) P Samples shall contain all the mineral constituents of the strata from which they have been taken. They shall not be contaminated by any material from other strata or from additives used during the sampling procedure.

(2) P Three sampling method categories shall be considered (EN ISO 22475-1), depending on the desired sample quality as follows:

- **category A** sampling methods: samples of quality class 1 to 5 can be obtained;
- **category B** sampling methods: samples of quality class 3 to 5 can be obtained;
- **category C** sampling methods: only samples of quality class 5 can be obtained.

(6) P Soil samples for laboratory tests are divided in **five quality classes** with respect to the soil properties that are assumed to **remain unchanged** during sampling and handling, transport and storage.

3.2.1.4 Field tests in soil and rock

4. Field tests in soil and rock

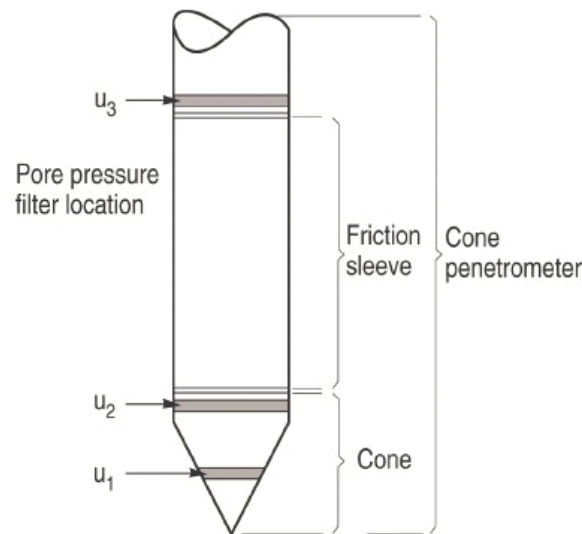
- 4.1 General
- 4.2 General requirements
- 4.3 [Cone penetration tests](#)^[21] and piezocone penetration tests (CPT, CPTU)
- 4.4 Pressuremeter tests (PMT)
- 4.5 Flexible dilatometer test (FDT)
- 4.6 Standard penetration test SPT
- 4.7 Dynamic probing tests (DP)
- 4.8 Weight sounding test (WST)
- 4.9 Field vane test (FVT)
- 4.10 Flat dilatometer test (DMT)
- 4.11 Plate loading test (PLT)

3.2.1.4.1 Cone penetration tests

4.3 Cone penetration and piezocone penetration tests (CPT, CPTU)

(1) The objective of the cone penetration test (CPT) is to determine the resistance of soil and soft rock to the penetration of a cone and the local friction on a sleeve.

(2) P The CPT consists of pushing a cone penetrometer vertically into the soil using a series of push rods. The cone penetrometer shall be pushed into the soil at a constant rate of penetration. The cone penetrometer comprises the cone and if appropriate a cylindrical shaft or friction sleeve. The penetration resistance of the cone q_c as well as, if appropriate, the local friction on the friction sleeve shall be measured.



Porewater pressure measurement:

- u1: on the cone face
- u2: at the cylindrical extension of the cone
- u3: directly behind the friction sleeve

3.2.1.4.2 Annex D

4.3 Cone penetration tests - Annex D

- D.1** Example for deriving values of the effective angle of shearing resistance and drained Young's modulus [Annex D.1](#) ^[22]
- D.2** Example of a correlation between the cone penetration resistance and the effective angle of shearing resistance
- D.3** Example of a method to determine the settlement for spread foundations
- D.4** Example of a correlation between the oedometer modulus and the cone penetration resistance
- D.5** Examples of establishing the stress-dependent oedometer modulus from CPT results
- D.6** Example of a correlation between compressive resistance of a single pile and cone penetration resistance
- D.7** Example of a method to determine the compressive resistance of a single pile.

3.2.1.4.3 Annex D.1

Annex D.1

Table D.1: Effective angle of shearing resistance (ϕ') and drained Young's modulus of elasticity (E') from cone penetration resistance (q_c)

Density index	Cone resistance (q_c) (from CPT)	Effective angle of shearing resistance ^a , ϕ [°]	Drained Young's modulus ^b , (E') [MPa]
Very loose	0.0 - 2.5	29 - 32	<10
Loose	2.5 - 5.0	32 - 35	10 - 20
Medium	5.0 - 10.0	35 - 37	20 - 30
dense	10.0 - 20.0	37 - 40	30 - 60
Dense	>20.0	40 - 42	60 - 90
Very dense			

^a Values given are valid for **sands**. For silty soil a reduction of 3° should be made. For gravels 2° should be added.

^b E' is an approximation to the stress and time dependent secant modulus. Values given for the drained modulus correspond to settlements for 10 years. They are obtained assuming that the vertical stress distribution follows the 2:1 approximation.

3.2.1.5 Laboratory tests

- 5.1 General
- 5.2 General requirements for laboratory tests
- 5.3 Preparation of soil specimens for testing
- 5.4 Preparation of rock specimens for testing
- 5.5 Tests for classification, identification and description of soil
- 5.6 Chemical testing of soil and groundwater
- 5.7 Strength index testing of soil
- 5.8 [Strength testing of soil - Annex P^{\[24\]}](#)
- 5.9 Compressibility and deformation testing of soil
- 5.10 Compaction testing of soil
- 5.11 Permeability testing of soil
- 5.12 Tests for classification of rocks
- 5.13 Swelling testing of rock material

5.14 Strength testing of rock material

3.2.1.5.1 Strength testing of soil - Annex P

5.8 Strength testing of soil - Annex P**Table P.1** – Triaxial compression tests. Recommended minimum number of tests for one soil stratum

Recommended number of tests to determine the effective angle of shearing resistance^a			
Variability in strength envelope Coefficient of correlation r on regression curve	Comparable experience		
	None	Medium	Extensive
$r \leq 0.95$	4	3	2
$0.95 << r \leq 0.98$	3	2	1
$r \geq 0.98$	2	1	1

Recommended number of tests to determine the undrained shear strength^a			
Variability in undrained shear strength (for same consolidation stress)	Comparable experience		
	None	Medium	Extensive
Ratio max/min value > 2	6	4	3
$1,25 < \text{Ratio max/min value} \leq 2$	4	3	2
Ratio max/min value $\leq 1,25$	3	2	1

Recommended number of tests to determine the undrained shear strength^a

^a One recommended test means a set of three individual specimens tested at different cell pressures.

3.2.1.5.2 Annex Q

5.9 Compressibility and deformation testing of soil - Annex Q

Table Q.1 — Incremental oedometer test. Recommended minimum number of tests for one soil stratum

Variability in oedometer modulus E_{oed}	Comparable experience		
	None	Medium	Extensive
(in the relevant stress range)	None	Medium	Extensive
Range of values of $E_{\text{oed}} \geq 50$ %	4	3	2
20 % < Range of values of $E_{\text{oed}} < 50$ %	3	2	2
Range of values of $E_{\text{oed}} \leq 20$ %	2	2	1 ^a
^a One oedometer test and classification tests to verify compatibility with comparable knowledge (see Q.1 (2)).			

3.2.1.5.3 Annex S

5.11 Permeability testing of soil - Annex S

Table S.1 - Permeability tests. Recommended minimum number of soil specimens to be tested for one soil stratum.

Variability in measured coefficient of permeability (k)	Comparable experience		
	None	Medium	Extensive
$k_{\max}/k_{\min} > 100$	5	4	3
$k_{\max}/k_{\min} < 10$			
$k_{\max}/k_{\min} \leq 100$	5	3	2
$k_{\max}/k_{\min} \leq 10$	3	2	1 ^a

^a A single test and classification tests to verify compatibility with existing knowledge.

3.2.1.6 Ground investigation report

6. Ground investigation report

6.1 General requirements

6.2 Presentation of geotechnical information

6.3 Evaluation of geotechnical information

6.4 Establishment of derived values

6.1 General requirements

(1) P The results of a geotechnical investigation shall be compiled in the Ground Investigation Report which shall form a part of the Geotechnical Design Report.

(1) P The Ground Investigation Report shall consist of, if appropriate:

- a presentation of all available geotechnical information including geological features and relevant data;

- a geotechnical evaluation of the information, stating the assumptions made in the interpretation of the test results.

6.2 Presentation of geotechnical information

(1) P The presentation of geotechnical information shall include a factual account of all field and laboratory investigations.

6.3 Presentation of geotechnical information

(1) P The evaluation of the geotechnical information shall be documented and include, if appropriate:

- the results and a review of the field investigations,
- laboratory tests and all other information;
- a description of the geometry of the strata;
- detailed descriptions of all strata including their physical properties and their deformation and strength characteristics;
- comments on irregularities such as cavities.

6.4 Establishment of derived values

(1) P If correlations have been used to derive geotechnical parameters or coefficients, the correlations and their applicability shall be documented.

3.2.1.6.1 Summary

Eurocode 7 part 2 Ground investigation and testing:

- gives guidance for the planning of ground investigation with respect to the location, the depth, the type and the number of investigations,
- gives the essential requirements for the sampling in soil and rock,
- the handling and processing of the samples in the laboratory and
- defines what a Ground Investigation Report must contain.

4 Bibliografia

- Associazione Geotecnica Italiana (A.G.I.), 1977. Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche.
- Lancellotta R. e Calavera J.. (2006). Fondazioni, chiaramente quanto segue: McGraw Hill.
- NTC2018. Ministero delle infrastrutture e dei trasporti. Decreto 17 gennaio 2018. Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».
- Schuppener B., 2008 - Eurocode7-Geotechnical design - Part 2 Ground investigation and testing. Federal Waterways Engineering and Research Institute, Karlsruhe, Germany. Dissemination of information workshop, Brussels.
- UNI EN 1997-1:2013. Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.
- UNI EN 1997-2:2007. Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo.

5 Geoapp

Geoapp: la più grande suite del web per calcoli online

Gli applicativi presenti in [Geostru Geoapp](#) sono stati realizzati a supporto del professionista per la soluzione di molteplici casi professionali. Geoapp comprende oltre 40 [applicazioni](#) per: Ingegneria, Geologia, Geofisica, Idrologia e Idraulica.

La maggior parte delle applicazioni sono **gratuite**, altre necessitano di una **sottoscrizione** (subscription) mensile o annuale.

Perchè si consiglia la subscription?

Perchè una subscription consente di:

- usare applicazioni professionali ovunque e su qualunque dispositivo;
- salvare i file in cloud e sul proprio PC;
- riaprire i file per elaborazioni successive;
- servizi di stampa delle relazioni ed elaborati grafici;
- notifica sull'uscita di nuove applicazioni ed inclusione automatica nel proprio abbonamento;

- disponibilità di versioni sempre aggiornate;
- servizio di assistenza tramite Ticket.

5.1 Sezione Geoapp

Generale ed Ingegneria, Geotecnica e Geologia

Tra le applicazioni presenti, una vasta gamma può essere utilizzata per **GIT**. A tale scopo si consigliano i seguenti applicativi:

- [Classificazione suoli NTC 2018](#)
- [Converter](#)
- [Geostru MAPS](#)

6 Contatti

Entra nell'area [Contattaci](#), per le tue richieste di supporto e ottenere maggiori informazioni sui nostri servizi.

T e l e f o n o : :	0690289085
W h a t s a p p : :	0040 737 28 38 54
E m a i l : :	info@geostru.eu office@geostru.eu

O r a r i : :	Lunedì – Venerdì Ore 9-17
S u p p o r t o : :	Assistenza: Per il servizio di assistenza usare preferibilmente l'area dedicata di supporto (Ticket). Da inizio 2016 l'assistenza per i clienti ITALIANI è affidata alla SOEG & C. Per informazioni si prega di visitare il sito www.soeg.it .