



***CONSORZIO di BONIFICA***  
***in DESTRA del FIUME SELE***

**MINICENTRALE  
TUSCIANO - BOSCARIELLO**

**PROGETTO DEFINITIVO**

ELABORATO	Relazione geotecnica e di calcolo delle fondazioni
F	

**PROGETTAZIONE**

**Dott. ing. Vincenzo Napoli**

**RESPONSABILE UNICO  
DEL PROCEDIMENTO**

**Dott. ing. Francesco Marotta**

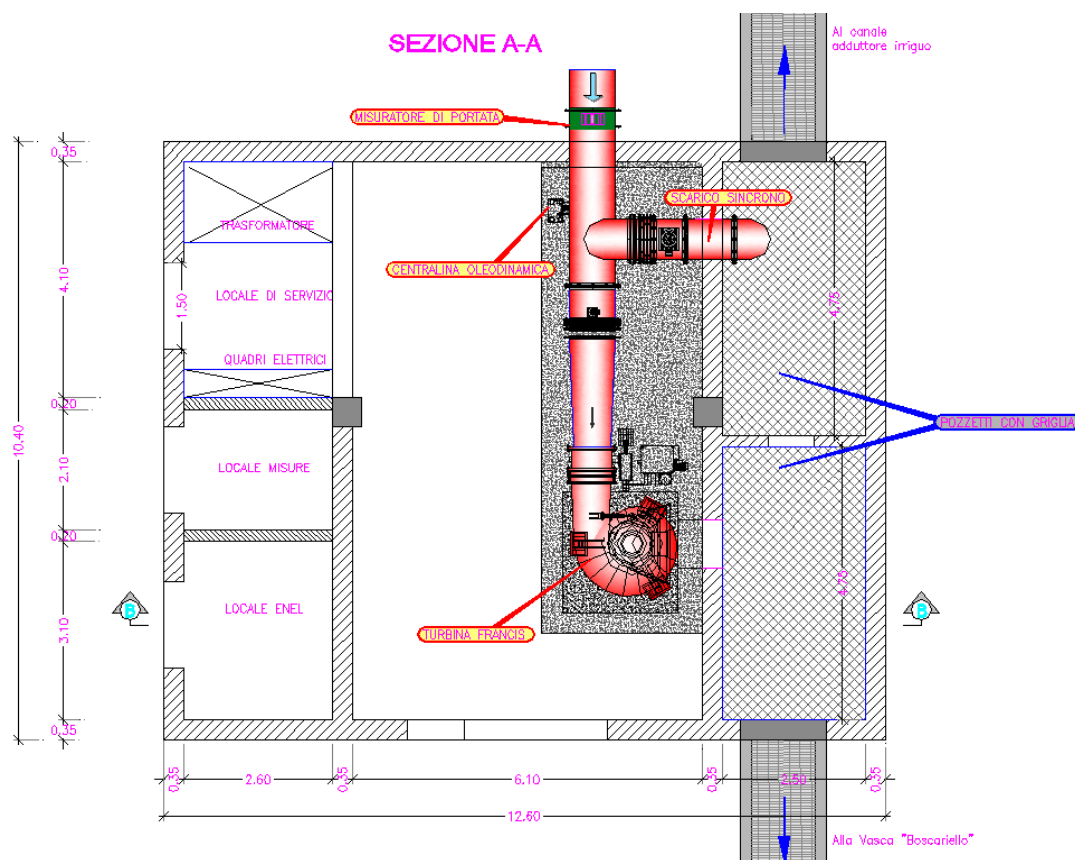
**Febbraio 2014**

# RELAZIONE GEOTECNICA E DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI

## 1. PREMESSE

**1.1** - Nella presente relazione si riportano le verifiche geotecniche (carico limite) della fondazione dell'edificio all'interno del quale sarà ubicata la centralina.

La struttura della minicentrale idroelettrica, posta a quota p.c. 2,50 m s.l.m., avrà forma rettangolare, dimensioni in pianta pari a 10,4 x 12,6 m, altezza massima fuori terra di 6,30 m e copertura realizzata con tetto a falda (v. Elaborato grafico 4).



La stessa è costituita da più ambienti, come appresso indicati:

- il *locale turbina*, ubicato sul lato est dell'edificio, la cui altezza è tale da consentire l'installazione di un carroponte per effettuare la posa in opera e la manutenzione delle apparecchiature installate;
- il *locale servizi*, adiacente al locale turbina e posto sul lato ovest dell'edificio, costituito dal locale ENEL, dal locale misure, dal trasformatore e dai quadri elettrici;
- il *manufatto di scarico*, adiacente al locale turbina, interrato e con quota fondo a -3,25 m rispetto al piano campagna.

**1.2** - La progettazione degli interventi sarà tale da rispettare le norme vigenti, ed in particolare:

- **D.M. Ministero LL.PP. 11 marzo 1988** - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- **Circolare Ministero LL.PP. 24 settembre 1988 n. 30483 - L 02-02-1974, n. 64 - art. 1 D.M. 11-03-1988** - Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- **Norme Tecniche per le Costruzioni** – G.U. n.29 del 04.02.2008.
- **EUROCODICE 7** - Progettazione geotecnica  
UNI ENV 1997-1 :1997 Parte 1: Regole generali
- **EUROCODICE 8** - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture  
UNI ENV 1998-1-1:1997 Parte 1-1: Regole generali - Azioni sismiche e requisiti generali per le strutture  
UNI ENV 1998-5:1998 - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

## 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO DELL'AREA D'IMPOSTA DELLE OPERE

L'area di interesse ricade all'interno del Foglio n° 198 "Eboli" della Carta Geologica d'Italia ed è costituita, in maniera pressoché esclusiva, da depositi sciolti recenti di colmatazione relativi a processi morfodinamici connessi o con la dinamica fluviale dei principali corsi d'acqua che dissecano la Piana del Sele o con i processi di origine continentale che hanno, in egual misura, apportato grandi quantitativi di sedimenti sino all'attuale configurazione del territorio. Unicamente in corrispondenza dei rilievi "Telegrafo" e "I Serroni", rispettivamente in sinistra ed in destra del F. Tusciano, e localizzati in corrispondenza circa dell'esistente traversa idraulica, affiorano le brecce plio-pleistoceniche costituite da ciottoli e pietrisco di natura calcareo-dolomitica, più o meno stratificate e da scarsamente a debolmente cementate.

Più in particolare, procedendo dalle aree interne verso le zone costiere si assiste ad un progressivo passaggio da termini francamente fluviali a sedimenti palustri e di colmata, ovvero, da un punto di vista granulometrico da terreni prevalentemente sabbioso-ciottolosi a sabbie, fino ad argille palustri e depositi torbosi di colmata di acque stagnanti.

Ai fini della individuazione dei principali parametri di caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni presenti nell'area di interesse, si è fatto riferimento a quanto riportato nella Relazione geologica del Progetto *"Ristrutturazione della rete irrigua del Tusciano – Interconnessione Bacino del Sele"* – ammesso a finanziamento nel PSR Campania 2007 – 2013- Misura 1.25 – Sottomisura 1 – con Decreto Dirigenziale Giunta Regionale Comparto n. 786 del 17.12.2013 (Dpto 52 – Dir. Gen. 6), che riporta i valori medi di seguito elencati:

- $\gamma_n = 17 \div 19 \text{ kN/m}^3$
- $c' = 10 \div 20 \text{ kPa}$
- $\Phi' = 20^\circ \div 25^\circ$  (valore riferito ai terreni a grana fine).

### 3. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO E DI VERIFICA GEOTECNICI

#### 3.1 – Premessa

L'opera di progetto presenta dimensioni esterne 10,40 x 10,50 m ed è costituita, sostanzialmente, da n° 2 “corpi” tra loro connessi:

- edificio centralina, di dimensioni in pianta pari a 10,40 x 9,75 m, fondante su una piastra di base di spessore pari a 0,50 m e realizzato secondo uno schema a travi e pilastri;
- pozzetti laterali, ubicati sul lato est dell'edificio ed aventi dimensione complessiva in pianta pari a 10,40 x 3,20 m, con quota di estradosso della platea di base posta a -3,25 m al di sotto del piano campagna e setti laterali di spessore pari a 0,35 m.

Di seguito si riporta la verifica a carico limite della platea di fondazione della centralina.

#### 3.2 – Verifica a carico limite delle fondazioni

1. Per il dimensionamento delle strutture in oggetto sono stati adottati i seguenti parametri geotecnici caratteristici per il terreno:

$$\gamma_k = 18 \text{ kN/m}^3 \quad \varphi_k' = 25^\circ \quad c_k' = 0 \text{ kPa}$$

Di seguito viene determinato il valore del carico limite della fondazione, con riferimento sia all'**Approccio 1** che **2** di normativa.

I coefficienti parziali da applicare alle azioni e alle resistenze dell'Approccio 1 – Combinazione 2 (A2 + M2 + R2), e dell'Approccio 2 (A1 + M1 + R3), sono ricavabili dalle tabelle di seguito riportate (vedi tabelle 6.2.I e 6.2.II e 6.5.I delle NTC).

**Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.**

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

**Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi_k'$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c_k'$	$\gamma_c'$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_t$	1,0	1,0

Il coefficiente globale “ $\gamma_r$ ” da applicare resistenze (fattore riduttivo) vale “1,8” applicando l’Approccio 1 – Combinazione 2 e “2,3” applicando l’ Approccio 2.

2. Il valore del carico limite della fondazione è calcolato in funzione delle caratteristiche delle fondazioni e delle proprietà fisico-meccaniche del terreno.

La teoria della plasticità consente il calcolo rigoroso per il caso di fondazione superficiale di forma rettangolare allungata su un mezzo ideale in condizioni ideali (carico uniforme a risultante verticale e centrata, piano di posa e piano di campagna orizzontali, terreno omogeneo).

Nel caso in oggetto si possono ritenere accettabili le ipotesi di carico uniforme, di risultante verticale e centrata, di piano di posa e piano di campagna orizzontale.

Le ipotesi non verificate si porteranno in conto attraverso dei coefficienti d’influenza i quali sono funzione ciascuno di una delle condizioni suddette.

In base a quanto detto, la valutazione del carico limite del sistema terreno-fondazione è effettuata mediante l’applicazione della formula trinomia di Terzaghi, la cui espressione base nelle ipotesi note è la seguente:

$$q_{lim} = N_q \gamma D + N_c c + N_\gamma \gamma B/2$$

Applicando i coefficienti parziali i parametri di resistenza del terreno nei due approcci considerati risultano:

<i>Terreni</i>	$\gamma_n$	$c'$	$\varphi'$	
	kN/m <sup>3</sup>	kPa	°	
<i>Terreni in sito</i>	18.0	0	25	Parametri caratteristici
<i>Terreni in sito</i>	<b>18.0</b>	<b>0</b>	<b>20.4</b>	Approccio 1 – Comb.2
<i>Terreni in sito</i>	<b>18.0</b>	<b>0</b>	<b>25</b>	Approccio 2

La pressione massima sul terreno (v. Allegato 1 della Relazione di calcolo statico) risulta pari a circa 0,4 kg/cm<sup>2</sup>; come si evince la stessa è inferiore al carico ammissibile valutato con entrambi gli approcci di normativa.

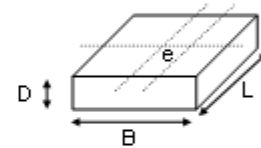
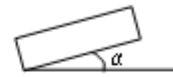
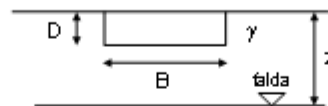
# CALCOLO DEL CARICO LIMITE DELLE TRAVI DELLA CENTRALINA

## VERIFICA INTERVENTO APPROCCIO 1 – COMBINAZIONE 2

### Calcolo della Capacità Portante di una fondazione superficiale

#### 1 - Caratteristiche e tipologia fondale:

B =	9,75	[ m ]
L =	10,40	[ m ]
D =	0,40	[ m ]
R =	0,00	[ m ]
e =	0,00	[ m ]
$\alpha$ =	0,00	[ ° ]



#### 2 - Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione:

$\gamma$ =	1800,00	[ kg / m <sup>3</sup> ]
$\phi$ =	20,4	[ ° ]
$\delta$ =	14	[ ° ]
c =	0,00	[ kg / cm <sup>2</sup> ]
Kp =	2,070	
ca =	0,00	[ kg / cm <sup>2</sup> ]

Presenza della falda: SI

Z = 30 [ m ]

Fattore di sicurezza = 1,8

#### 3 - Metodo di calcolo proposto da **Terzaghi** ( 1943 ):

Tipo di Fondazione: **Nastriforme**

Fattori di forma: sc = 1 sq = 1 sy = 1

Nq =	7,439		Q =	6.009.055,77	[ kg ]	→ capacità portante
Nc =	17,69		Qult =	5,93	[ kg / cm <sup>2</sup> ]	
N $\gamma$ =	6,143		Qamm =	3,29	[ kg / cm <sup>2</sup> ]	

#### 4 - Metodo di calcolo proposto da **Meyerhof** ( 1963 ):

Fattori di forma sc = 1,388 sq = 1,194 sy = 1,194  
 Fattori di profondità dc = 1,012 dq = 1,006 dy = 1,006  
 Fattori di inclinazione ic = 1,000 iq = 1,000 iy = 1,000

Nq =	6,659		Q =	3.876.017,37	[ kg ]	→ capacità portante
Nc =	15,217		Qult =	3,82	[ kg / cm <sup>2</sup> ]	
N $\gamma$ =	3,080		Qamm =	2,12	[ kg / cm <sup>2</sup> ]	

#### LEGENDA:

B = Larghezza della fondazione  
 L = Lunghezza della fondazione  
 D = Profondità piano di posa fondazione  
 R = Raggio della fondazione  
 Z = Quota falda dal p.c.  
 e = Eccentricità in B  
 $\alpha$  = Angolo d'inclinazione fondazione

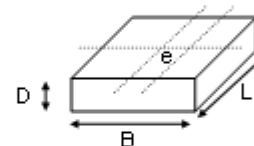
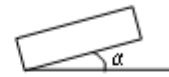
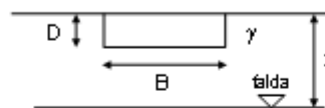
N = Sforzo normale  
 T = Sforzo di taglio  
 $\gamma$  = Peso di volume del terreno  
 $\phi$  = Angolo di attrito  
 $\delta$  = Angolo di attrito terreno - fondazione  
 c = Coesione  
 Kp = Coeff. Spinta passiva  
 ca = adesione lungo la base fondale

## VERIFICA INTERVENTO APPROCCIO 2

### Calcolo della Capacità Portante di una fondazione superficiale

#### 1 - Caratteristiche e tipologia fondale:

B =	9,75	[ m ]
L =	10,40	[ m ]
D =	0,40	[ m ]
R =	0,00	[ m ]
e =	0,00	[ m ]
$\alpha$ =	0,00	[ ° ]



#### 2 - Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione:

$\gamma$ =	1800,00	[ kg / m <sup>3</sup> ]
$\phi$ =	25	[ ° ]
$\delta$ =	17	[ ° ]
c =	0,00	[ kg / cm <sup>2</sup> ]
Kp =	2,464	
ca =	0,00	[ kg / cm <sup>2</sup> ]

Presenza della falda: SI

Z = 30 [ m ]

Fattore di sicurezza = 2,3

#### 3 - Metodo di calcolo proposto da **Terzaghi** ( 1943 ):

Tipo di Fondazione: **Nastriforme**

Fattori di forma:	sc = 1	sq = 1	sy = 1
Nq = 12,72	Q = 12.314.350,62 [ kg ]	→ capacità portante	
Nc = 25,135	Qu <sub>ult</sub> = 12,14 [ kg / cm <sup>2</sup> ]		
N $\gamma$ = 12,796	Q <sub>amm</sub> = 5,28 [ kg / cm <sup>2</sup> ]		

#### 4 - Metodo di calcolo proposto da **Meyerhof** ( 1963 ):

Fattori di forma	sc = 1,462	sq = 1,231	sy = 1,231
Fattori di profondità	dc = 1,013	dq = 1,006	dy = 1,006
Fattori di inclinazione	ic = 1,000	iq = 1,000	iy = 1,000
Nq = 10,662	Q = 8.422.502,13 [ kg ]	→ capacità portante	
Nc = 20,721	Qu <sub>ult</sub> = 8,31 [ kg / cm <sup>2</sup> ]		
N $\gamma$ = 6,766	Q <sub>amm</sub> = 3,61 [ kg / cm <sup>2</sup> ]		

#### LEGENDA:

B = Larghezza della fondazione  
 L = Lunghezza della fondazione  
 D = Profondità piano di posa fondazione  
 R = Raggio della fondazione  
 Z = Quota falda dal p.c.  
 e = Eccentricità in B  
 $\alpha$  = Angolo d'inclinazione fondazione

N = Sforzo normale  
 T = Sforzo di taglio  
 $\gamma$  = Peso di volume del terreno  
 $\phi$  = Angolo di attrito  
 $\delta$  = Angolo di attrito terreno - fondazione  
 c = Coesione  
 Kp = Coeff. Spinta passiva  
 ca = adesione lungo la base fondale