

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO

### NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA

#### U.O. GALLERIE

#### PROGETTO DEFINITIVO

#### TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – NUOVA ENNA (LOTTO 4A)

#### INTERFERENZE

Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

RS3U 40 D 07 CL GN0000 001 C

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	Emissione Esecutiva	ROCKSOIL	Gennaio 2020	S. Vagnozzi	Gennaio 2020	A.Barreca	Gennaio 2020	ITALFERR S.P.A. U.O. GALLERIE Dott. Ing. Absissara Scicchitano Ing. Linea e gli Ingegneri di Roma n° 19846
B	Emissione Esecutiva	ROCKSOIL	Febbraio 2020	S. Vagnozzi	Febbraio 2020	A.Barreca	Febbraio 2020	
C	Emissione Esecutiva	ROCKSOIL <i>Gomani</i>	Giugno 2021	S. Vagnozzi <i>SV</i>	Giugno 2021	A.Barreca <i>A</i>	Giugno 2021	

File: RS3U40D07CLGN0000001C

n. Elab.: 07\_136

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b>  <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  <b>TRATTA NUOVA ENNA - DITTAINO (LOTTO 4A)</b></p>					
	<p>Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie</p>	<p>COMMESSA RS3U</p>	<p>LOTTO 40D07</p>	<p>CODIFICA CL</p>	<p>DOCUMENTO GN 00 00 001</p>	<p>REV. C</p>

1	PREMESSA.....	3
2	SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO .....	3
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	4
3.1	LEGGI E NORMATIVE COGENTI .....	4
3.2	PRESCRIZIONI E SPECIFICHE TECNICHE.....	4
4	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	4
4.1	DOCUMENTI REFERENZIATI .....	4
5	ALLEGATI.....	5
6	DOCUMENTI PRODOTTI A SUPPORTO.....	5
7	STUDIO DELLA SUBSIDENZA .....	6
7.1	CEDIMENTI DEL TERRENO IN CONDIZIONI GREEN FIELD .....	6
7.2	SCHEMATIZZAZIONE DEI FABBRICATI INTERFERENTI .....	10
7.2.1	<i>Deformazioni indotte sui fabbricati interferiti.....</i>	<i>10</i>
7.3	COMMENTI.....	19
8	STUDIO DEL POTENZIALE DANNEGGIAMENTO DEGLI EDIFICI.....	20
8.1	DATI DI BASE PER L'ANALISI.....	20
8.1.1	<i>Galleria Trinacria.....</i>	<i>20</i>
8.2	METODO DI ANALISI DEI CEDIMENTI INDOTTI E DEL DANNEGGIAMENTO.....	22
9	RISULTATI DELL'ANALISI DI RISCHIO SULLE PRE-ESISTENZE IN SUPERFICIE .....	23
9.1	RISULTATI DELLO STUDIO SUL DANNEGGIAMENTO DEGLI EDIFICI INTERFERENTI (SENZA CONSIDERARE LA RIGIDEZZA DELL'EDIFICIO).....	23
9.2	RISULTATI DELLO STUDIO SUL DANNEGGIAMENTO DEGLI EDIFICI INTERFERENTI (CONSIDERANDO LA RIGIDEZZA DELL'EDIFICIO) .....	24
10	CONCLUSIONI .....	25
11	ALLEGATO 1 – RISULTATI DELLE ANALISI DI DANNO. GALLERIA TRINACRIA .....	26
11.1	ANALISI IN ASSENZA DI RIGIDEZZA DEGLI EDIFICI.....	26

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TRATTA NUOVA ENNA - DITTAINO (LOTTO 4A)</b>					
	Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie	COMMESSA RS3U	LOTTO 40D07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN 00 00 001	REV. C

## 1 PREMESSA

La presente relazione tecnica è parte integrante del progetto definitivo del nuovo Itinerario Palermo Catania. La tratta in esame è la Caltanissetta Xirbi - Enna, Lotti 4a, la cui estensione è di 27522.85 km, compresa tra le stazioni di Caltanissetta Xirbi, sita al km 0+000 (coincidente con la pk 157+130 della linea storica Palermo Catania), e Enna, sita al km 27+522.853 (coincidente con la pk 173+530 della linea storica Palermo Catania).

Nei paragrafi che seguono si illustrano i principali risultati dello studio sugli effetti indotti dagli scavi nei confronti delle preesistenze individuate lungo la linea.

La galleria Montestretto è costituita da un tratto in naturale di 2257.70 m e da due tratti in artificiale in corrispondenza dei due imbocchi (lato Palermo e lato Catania) di lunghezza complessiva pari a 79.40 m per l'imbocco lato Palermo e pari a 23.40 m per l'imbocco lato Catania.

La galleria Salso è costituita da un tratto in naturale di 3735.70 m e da due tratti in artificiale in corrispondenza dei due imbocchi (lato Palermo e lato Catania) di lunghezza complessiva pari a 39.58 m per l'imbocco lato Palermo e pari a 71.40 m per l'imbocco lato Catania.

La galleria Trinacria è costituita da un tratto in naturale di 13399.60 m e da un tratto in artificiale in corrispondenza dell'imbocco lato Palermo di lunghezza complessiva pari a 49.4 m. L'opera interessa pertanto un tratto di lunghezza complessiva pari a 13449 m, dal km 13+427.00 al km 28+876.00.

## 2 SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO


Nella presente relazione si affrontano le problematiche relative allo studio degli effetti sulle opere in superficie della subsidenza prodotta dallo scavo delle tre opere sopra citate. Per l'inquadramento generale delle opere in sotterraneo si rimanda al documento "Relazione tecnica delle opere in sotterraneo" (Rif. [9]).

Il lavoro è basato essenzialmente sui dati ottenuti da:

- caratterizzazione geotecnica e geomeccanica dei terreni attraversati dall'opera in progetto;
- rilievo topografico del terreno aggiornato alla presente fase progettuale;
- sopralluogo nelle aree oggetto della futura costruzione dell'opera;
- planimetrie e profili di tracciato;
- individuazione degli edifici interferenti

Nello specifico, l'individuazione degli edifici interferenti con le opere in progetto è stata sviluppata considerando l'ubicazione degli edifici, in termini di distanza planimetrica e copertura, rispetto alle opere in progetto.

Tale analisi ha consentito di individuare una serie di edifici che possono subire dei risentimenti a seguito dello scavo delle gallerie.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TRATTA NUOVA ENNA - DITTAINO (LOTTO 4A)</b>					
	Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie	COMMESSA RS3U	LOTTO 40D07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN 00 00 001	REV. C

La metodologia di lavoro si è sviluppata seguendo i seguenti passi:

- Studio della subsidenza: analisi dei cedimenti provocati sulle opere in superficie dagli scavi in sotterraneo (curve di subsidenza) della zona oggetto di analisi attraverso procedimento semiempirico (Attewell et al. 1986);
- Studio del danneggiamento degli edifici: valutazione dei danni provocati sulle opere in superficie dagli scavi in sotterraneo in seguito ai cedimenti del terreno utilizzando un procedimento semiempirico (Burland, 1995; Mair, Taylor, Burland, 1996) che trascura conservativamente la rigidità degli edifici
- Studio del danneggiamento degli edifici: valutazione dei danni provocati sulle opere in superficie dagli scavi in sotterraneo in seguito ai cedimenti del terreno utilizzando un procedimento semiempirico (Franzius, 2003) che considera in modo semplificato l’interazione terreno-struttura.

### 3 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

#### 3.1 **Leggi e normative cogenti**

- Rif. [1] Decreto Ministero delle Infrastrutture e Trasporti 17/01/2018, “Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»”;
- Rif. [2] C.S.LL.PP., Circolare n°7 del 21/01/2019, “Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»»” di cui al DM 17/01/2018.

#### 3.2 **Prescrizioni e specifiche tecniche**

- Rif. [3] SIG, “Linee guida per la progettazione, l’appalto e la costruzione di opere in sotterraneo”, 1997;
- Rif. [4] ITA, “Guidelines for the design of tunnels”, 1988;
- Rif. [5] AGI, “Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche”, 1977.
- Rif. [6] RFI, doc RFI DTC SI SP IFS 001 C “Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili” (21/12/2018);
- Rif. [7] RFI, doc RFI DTC SI MA IFS 001 C “Manuale di Progettazione delle opere civili” (21/12/2018);
- Rif. [8] ITALFERR, Specifica Tecnica PPA.0002403 “Linee guida per la progettazione geotecnica delle gallerie naturali” (Dicembre 2015).

### 4 **DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

#### 4.1 **Documenti Referenziati**

Sono stati utilizzati come input per il presente documento i seguenti elaborati:

- Rif. [9] U.O. Gallerie, doc. RS3U30D07RHGN0000001D “Relazione tecnica delle opere in sotterraneo”;

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TRATTA NUOVA ENNA - DITTAINO (LOTTO 4A)</b>					
	Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie	COMMESSA RS3U	LOTTO 40D07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN 00 00 001	REV. C

Rif. [10] U.O. Gallerie, doc RS3U30D07F5GN0400001D “Profilo geotecnico – Galleria Uscita Montestretto”;

Rif. [11] U.O. Gallerie, doc RS3U30D07F5GN0300001D “Profilo geotecnico ½ – RS3U30D07F5GN0300002D “Profilo geotecnico ½ Galleria Trinacria”;

## 5 ALLEGATI

Il documento è corredato dai seguenti allegati:

- All. [1] [Risultati delle analisi di danno. Galleria Trinacria]  
 All. [2] [Risultati delle analisi di danno. Uscita Montestretto]

## 6 DOCUMENTI PRODOTTI A SUPPORTO

I contenuti della presente relazione sono utilmente completati e arricchiti dai seguenti elaborati di progetto:

- Rif. [12] U.O. Gallerie, documento n.° RS3U40D07P7GN0000001A “Planimetria opere interferenti con livello di danno”;  
 Rif. [13] U.O. Gallerie, documento n.° RS3U40D07P7GN0000002A “Planimetria opere interferenti con livello di danno”;

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TRATTA NUOVA ENNA - DITTAINO (LOTTO 4A)</b>					
	Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie	COMMESSA RS3U	LOTTO 40D07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN 00 00 001	REV. C

## 7 STUDIO DELLA SUBSIDENZA

Lo studio si articola nella determinazione della conca di subsidenza in condizioni “green field” (assenza di edifici).

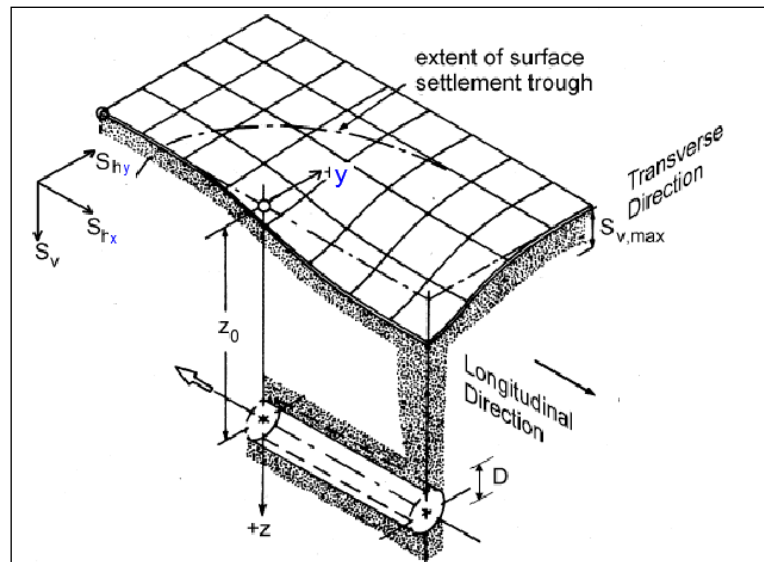
### 7.1 Cedimenti del terreno in condizioni green field

La curva dei cedimenti indotti a breve termine in senso trasversale all'asse della galleria in condizioni “green field” (superficie libera), è schematizzabile con buona approssimazione con una curva di probabilità normale ricavabile dalla seguente equazione (Attewell et al. 1986):

$$S_v = \frac{0.313 \cdot V_p \cdot \phi^2}{(k \cdot z_0)} \cdot e^{\left(\frac{-y^2}{2i^2}\right)}$$

dove:

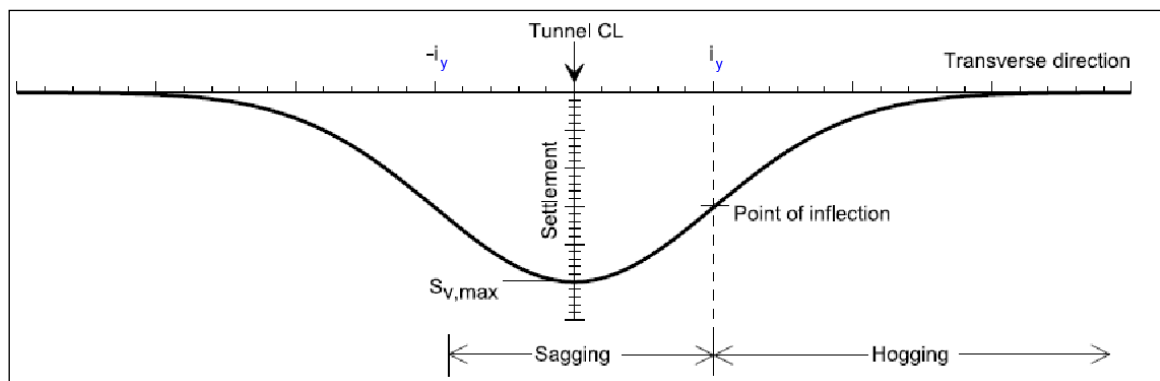
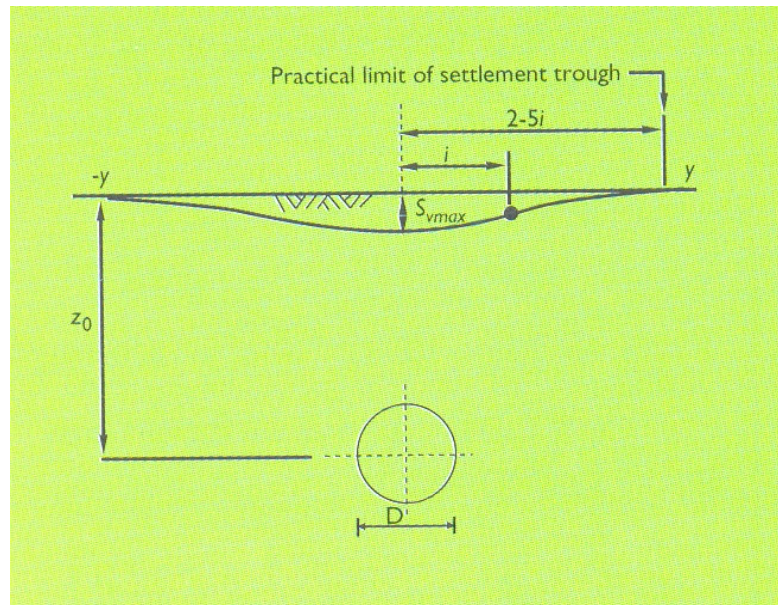
- $S_v$  = cedimento verticale nel punto posto alla distanza  $y$  dall'asse della galleria;
- $V_p$  = volume perso in superficie, durante lo scavo, per unità di lunghezza;
- $\phi$  = diametro della galleria;
- $k$  = coefficiente adimensionale dipendente dalla natura dei terreni interessati;
- $z_0$  = profondità dell'asse longitudinale della galleria dal p.c.;
- $y$  = coordinata del punto (di cui si vuole definire il cedimento) misurata rispetto all'asse della galleria;
- $i = k \cdot z_0$  = distanza fra il punto di flesso della curva e l'asse della galleria.



**Fig. 1 – Movimenti indotti in superficie dall'avanzamento di uno scavo sotterraneo (dopo Attewell et Al., 1986, Mair, Taylor 1997)**

La curva dei cedimenti indotti a lungo termine in senso longitudinale all'asse della galleria in condizioni “green field” (superficie libera), è schematizzabile con buona approssimazione con la curva integrale della funzione di Gaussiana utilizzata per la definizione dei cedimenti trasversali. La curva è caratterizzata da un parametro  $i$  uguale a quello adottato per la sezione trasversale e con valore di cedimento in corrispondenza del fronte della galleria pari al 50% del valore massimo di subsidenza trasversale (Attewell et al. 1986).

Per individuare i limiti del bacino di subsidenza, oltre i quali gli spostamenti verticali sono nulli, in letteratura è riportata la convenzione di considerare nulli gli spostamenti verticali quando questi sono inferiori ad una frazione dello spostamento massimo, ossia, se  $S_v \leq 0.044 S_{max}$ , allora  $S_v = 0$ . Il limite del bacino di subsidenza si ottiene quindi laddove  $S_v = 0.044 S_{max}$  (Mair, Taylor, Burland, 1996). Per le proprietà della curva Gaussiana, questa condizione si realizza in  $y = \pm 2.5 i$ .



**Fig. 2 – Profilo trasversale di subsidenza (Mair, Taylor 1997)**

Per la caratterizzazione delle distribuzioni dei cedimenti superficiali è necessaria la definizione del parametro  $V_p$  (%) e del coefficiente  $k$  (-).

Le gallerie in esame scavate in tradizionale si differenziano in:

- Galleria Xirbi
- Uscita Xirbi;

Di seguito si sono indicati le assunzioni di progetto implementate nell'analisi di subsidenza:




 <p><b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA          PROGETTO DEFINITIVO          TRATTA NUOVA ENNA - DITTAINO (LOTTO 4A)</p>					
	Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie	COMMESSA RS3U	LOTTO 40D07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN 00 00 001	REV. C

Vp (%)	Condizione
1.0	Condizione limite di normale esercizio associata allo scavo in tradizionale.
1.5	Raggiungimento della soglia di attenzione. Analisi cautelativa i cui risultati permettono di avere un quadro dei possibili effetti indotti da imprevisti locali per il funzionamento dello scavo e per il contesto geologico.
2.0	Raggiungimento della soglia di allarme. Analisi estremamente cautelativa i cui risultati permettono di evidenziare il livello di rischio in caso di conduzione dello scavo in modalità non corretta e/o fenomeni non prevedibili.
k (-)	Terreno
0.40	Terreni coesivi con intercalazioni sabbiose.
0.50	Terreni a comportamento prevalentemente coesivi.

**Tabella 1 – Assunzioni progettuali per l'analisi di Rischio valida per le gallerie Nuova Enna e Dittaino**

Vp (%)	Condizione
0.5	Condizione limite di normale esercizio associata allo scavo in meccanizzato.
1.0	Raggiungimento della soglia di attenzione. Analisi cautelativa i cui risultati permettono di avere un quadro dei possibili effetti indotti da imprevisti locali per il funzionamento dello scavo e per il contesto geologico.
1.5	Raggiungimento della soglia di allarme. Analisi estremamente cautelativa i cui risultati permettono di evidenziare il livello di rischio in caso di conduzione dello scavo in modalità non corretta e/o fenomeni non prevedibili.
k (-)	Terreno
0..40	Terreni coesivi con intercalazioni sabbiose.
0.50	Terreni a comportamento prevalentemente coesivi.

**Tabella 2 – Assunzioni progettuali per l'analisi di Richio**

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TRATTA NUOVA ENNA - DITTAINO (LOTTO 4A)</b>					
	Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie	COMMESSA RS3U	LOTTO 40D07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN 00 00 001	REV. C

L'influenza di  $V_p$  e  $k$  sull'andamento della curva dei cedimenti è schematicamente riassunta nella tabella seguente.

Parametro	Condizione	Influenza
$V_p$	Crescente	Aumento proporzionale dei cedimenti.
$k$	Crescente	Graduale abbassamento ed allargamento della distribuzione dei cedimenti.

Tabella 3 – Descrizione sintetica dell'effetto dei parametri di riferimento sulla curva di deformazione indotta

## 7.2 Schematizzazione dei fabbricati interferenti

I fabbricati interferiti vengono schematizzati come semplici travi elastiche e prive di peso aventi altezza  $H$  e lunghezza  $L$  pari a quelle della sezione dell'edificio analizzato (Burland, 1997).

La dimensione  $L$  (lunghezza) viene considerata secondo lo schema riportato di seguito (si veda la figura seguente).

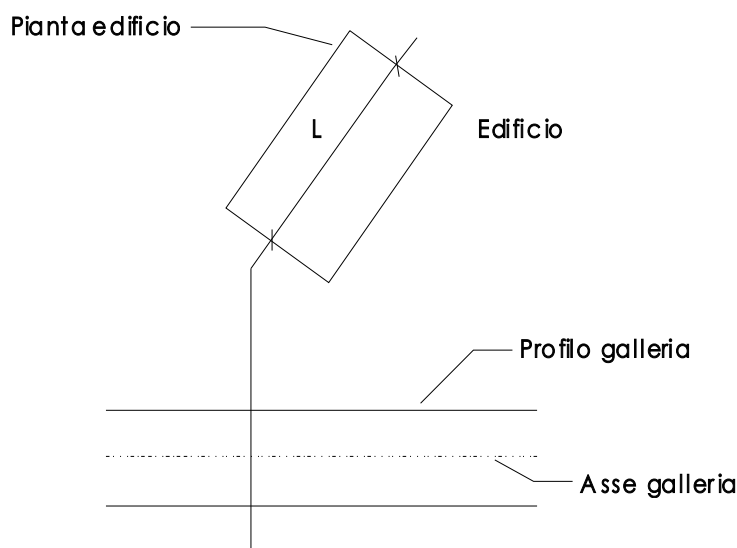


Fig. 3 – Schema di riferimento per la determinazione della lunghezza dell'edificio

### 7.2.1 Deformazioni indotte sui fabbricati interferiti

Prendendo in considerazione i movimenti del terreno sul piano trasversale alla galleria, la curva dei cedimenti si suddivide in tre zone:

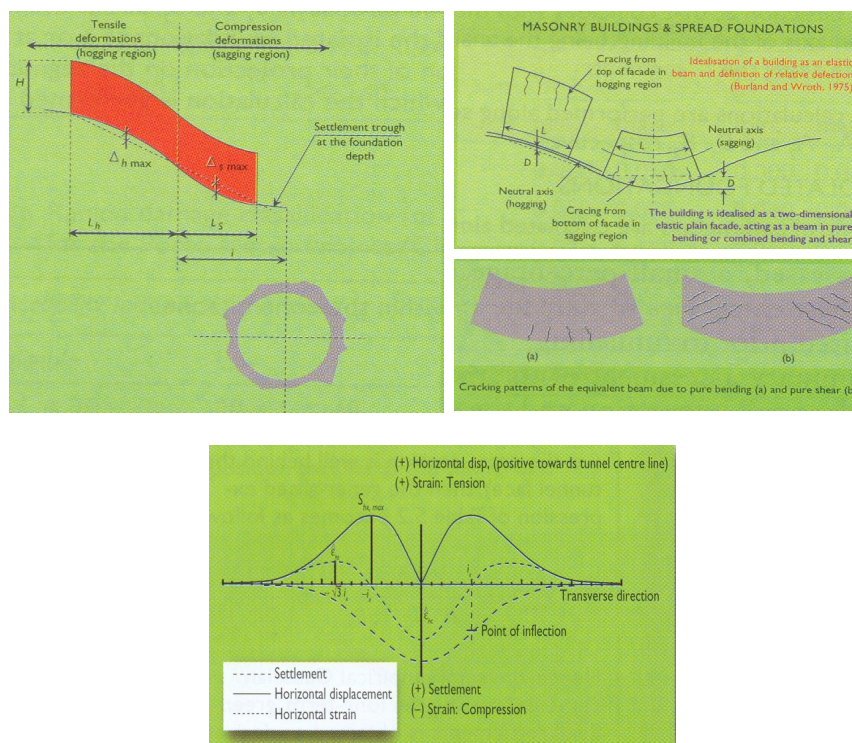
 <p><b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b>  <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  <b>TRATTA NUOVA ENNA - DITTAINO (LOTTO 4A)</b></p>					
	<p>Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie</p>	<p>COMMESSA RS3U</p>	<p>LOTTO 40D07</p>	<p>CODIFICA CL</p>	<p>DOCUMENTO GN 00 00 001</p>	<p>REV. C</p>

- due zone con concavità verso il basso – zone “hogging”, dove le strutture che poggiano sul p.c. sono sottoposte a trazione, per la presenza di deformazioni superficiali di estensione e per il contributo della curvatura del p.c. Questa zona è compresa nell’intervallo:

$$y > +i \text{ e } y < -i$$

- una zona con concavità verso l’alto – zona “sagging”, dove le strutture che poggiano sul p.c. sono sottoposte a compressione, per la presenza di deformazioni superficiali di compressione oltre che per il contributo della curvatura del p.c. Questa zona è compresa nell’intervallo:

$$y > -i \text{ e } y < +i$$



**Fig. 4 – Suddivisione della curva di subsidenza nelle componenti “hogging” e “sagging”**

Per la definizione delle deformazioni indotte si considera di imprimere alla trave equivalente all’edificio la stessa deformata “green field”. Il bacino di subsidenza viene limitato ad una fascia compresa tra  $+2.5i$  e  $-2.5i$  ( $i$  = distanza fra il punto di flesso della curva e l’asse della galleria) posta a cavallo dell’asse della galleria ne derivano le seguenti assunzioni:

- gli spostamenti orizzontali e verticali di punti esterni ai limiti del bacino sono nulli,
- la porzione di edificio interessata dalle deformazioni è quella compresa tra i suddetti estremi.

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TRATTA NUOVA ENNA - DITTAINO (LOTTO 4A)</b>					
	Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie	COMMESSA RS3U	LOTTO 40D07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN 00 00 001	REV. C

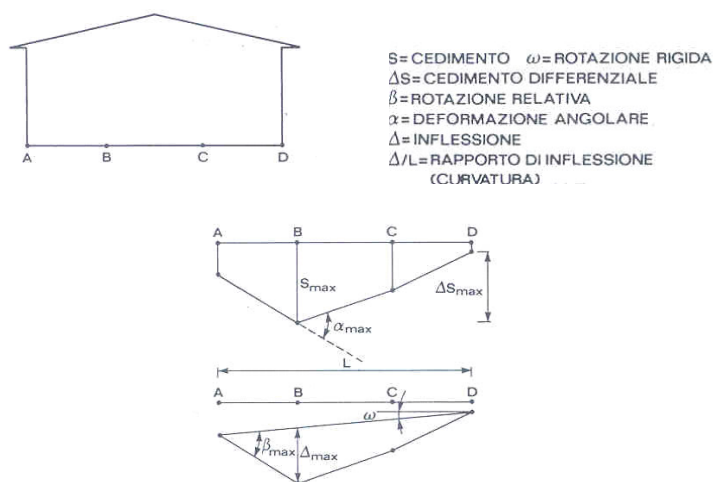
- la nuova configurazione della trave (equivalente all’edificio) implica la mobilitazione di sollecitazioni flessionali e di taglio e corrispondenti deformazioni. Le deformazioni indotte si calcolano mediante le seguenti equazioni:

$$\varepsilon_f = \frac{\Delta/L_i}{\left[ \frac{L_i}{12t} + \frac{3IE}{2tL_iHG} \right]}$$


$$\varepsilon_t = \frac{\Delta/L_i}{\left[ 1 + \frac{HL_i^2G}{18IE} \right]}$$

dove:

- $\varepsilon_f$  = deformazione flessionale;
- $\varepsilon_t$  = deformazione di taglio;
- $\Delta/L_i$  = rapporto di inflessione;
- $L_i$  = porzione ( $\leq L$  = lunghezza edificio) di edificio ricadente nella zona analizzata;
- $I$  = modulo di inerzia ( $H^3/12$  in zona sagging;  $H^3/3$  in zona hogging);
- $E/G$  = rapporto tra il modulo di elasticità longitudinale e tangenziale (12.5 per fabbricati in c.a. e 2.6 per fabbricati in muratura);
- $t$  = distanza dell’asse neutro dal bordo teso della trave ( $H/2$  in zona sagging;  $H$  in zona di hogging).



**Fig. 5 – Principali parametri per la definizione del danneggiamento degli edifici per fondazioni a plinti**

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TRATTA NUOVA ENNA - DITTAINO (LOTTO 4A)</b>					
	Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie	COMMESSA RS3U	LOTTO 40D07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN 00 00 001	REV. C

Oltre a queste deformazioni, si deve tenere conto degli effetti delle deformazioni orizzontali  $\varepsilon_y$  del terreno. Il valore di  $\varepsilon_y$  è ricavabile dalla seguente equazione:

$$\varepsilon_y = \frac{\Delta S_h}{L_t}$$

dove:

- $S_h = (y/z_0) \times S_v$  = spostamento orizzontale nel punto posto alla distanza  $y$  dall'asse della galleria;
- $S_v$  = cedimento verticale nel punto posto alla distanza  $y$  dall'asse della galleria;
- $\Delta S_h$  = si vedano gli schemi seguenti.

Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40D07	CL	GN 00 00 001	C	14 di 43

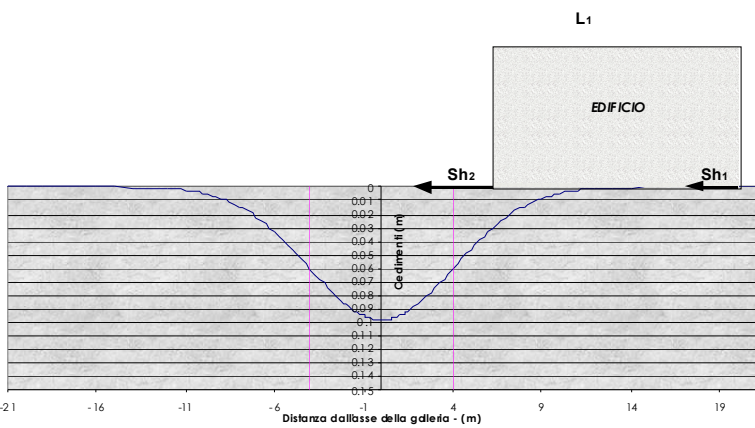
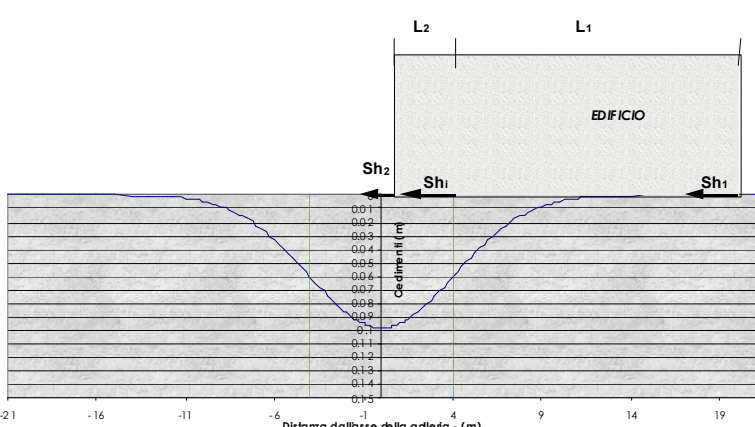
CONDIZIONE	STATO	$\Delta Sh$	$L^*$
	hogging a dx estensione $\epsilon_y > 0$	$ S_{h2}  -  S_{h1} $	$L^*_1$
	sagging compressione $\epsilon_y < 0$	0	0
	hogging a sx estensione $\epsilon_y > 0$	0	0
	hogging a dx estensione $\epsilon_y > 0$	$ S_{hi}  -  S_{h1} $	$L^*_1$
	sagging compressione $\epsilon_y < 0$	$ S_{hi}  -  S_{h2} $	$L_2$
	hogging a sx estensione $\epsilon_y > 0$	0	0

Fig. 6 – Schemi di riferimento per la definizione del parametro  $\Delta Sh$  (1/3)

Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40D07	CL	GN 00 00 001	C	15 di 43

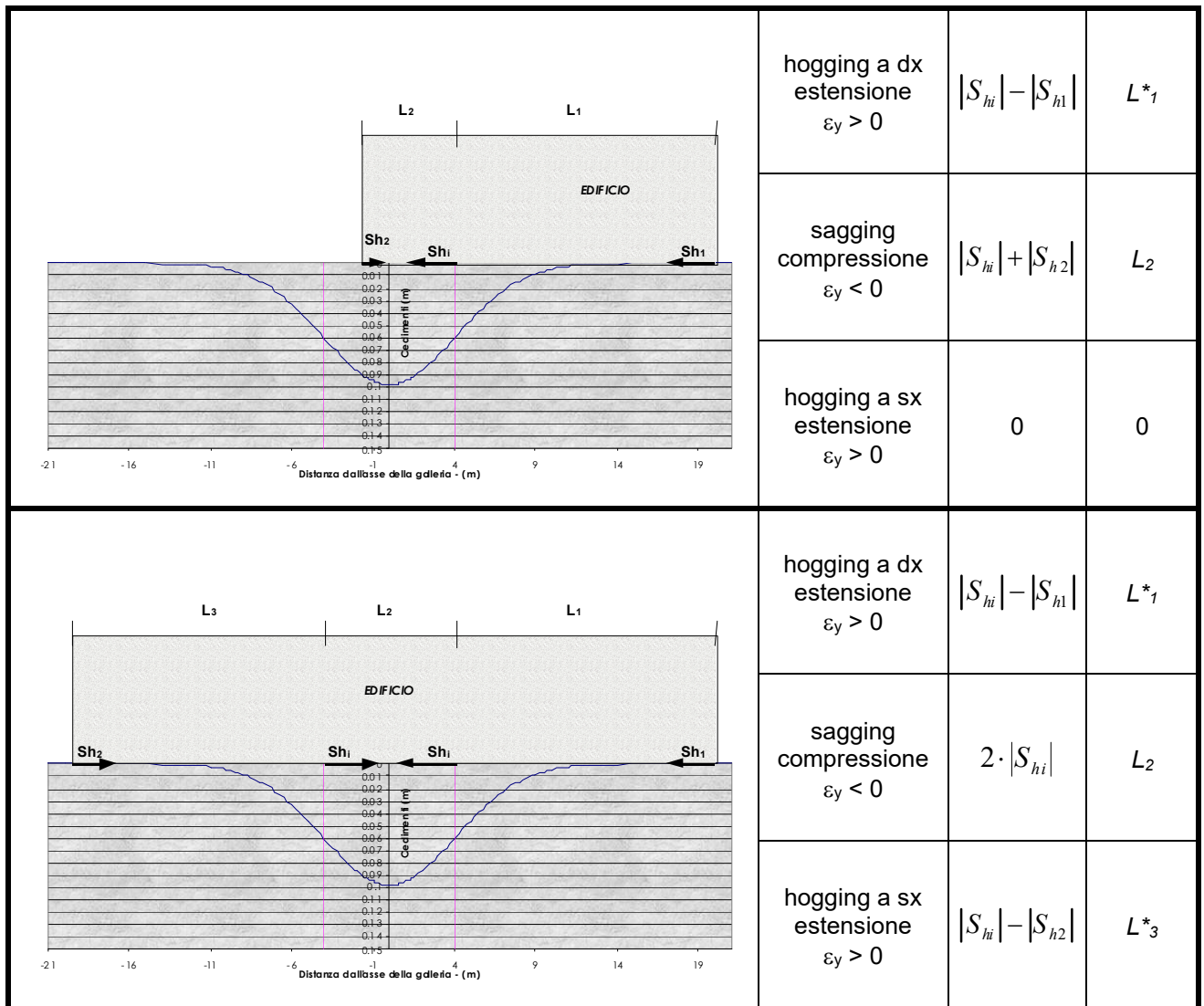


Fig. 7 – Schemi di riferimento per la definizione del parametro  $\Delta Sh$  (2/3)

Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40D07	CL	GN 00 00 001	C	16 di 43

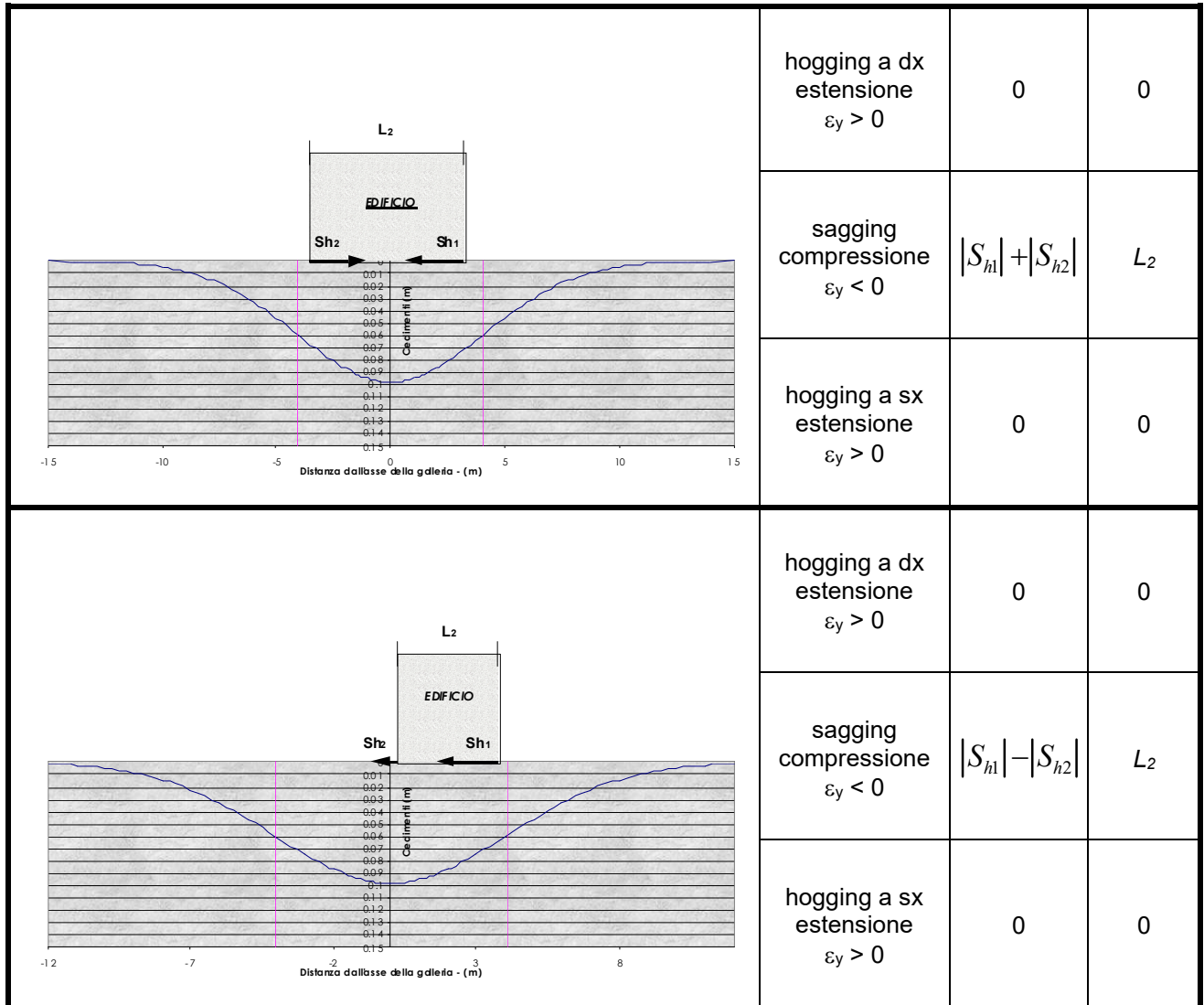



Fig. 8 – Schemi di riferimento per la definizione del parametro  $\Delta Sh$  (3/3)

I campi di deformazione vengono composti, per ogni campo deformativo (hogging a dx – sagging – hogging a sx), secondo le seguenti equazioni:

$$\varepsilon_{totale} = \varepsilon_y + \varepsilon_f \quad (\text{condizione di flessione})$$

$$\varepsilon_{totale} = 0.35 \cdot \varepsilon_y + \left[ (0.65 \cdot \varepsilon_y)^2 + \varepsilon_r^2 \right]^{0.5} \quad (\text{condizione di taglio, } n = 0.3)$$



	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TRATTA NUOVA ENNA - DITTAINO (LOTTO 4A)</b>					
	Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie	COMMESSA RS3U	LOTTO 40D07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN 00 00 001	REV. C

In zona di “hogging” le deformazioni indotte dai cedimenti verticali (deformazioni in estensione) si sommano alle deformazioni indotte dagli spostamenti orizzontali (deformazioni in estensione), mentre in zona di “sagging” alle deformazioni indotte dai cedimenti verticali (deformazioni in estensione) si sottraggono le deformazioni indotte dagli spostamenti orizzontali (deformazioni in compressione).

Il sistema di classificazione del danno indotto sulle strutture è basato sulla “facilità di riparazione”, prendendo in considerazione alcuni aspetti quali l’apertura delle fessure, l’inclinazione, i danni ai servizi.

A tale sistema di classificazione, composto da sei classi di danno (da 0 a 5), Boscardin e Cording (1989) fanno corrispondere dei valori limite di deformazione a trazione, riportati e descritti nelle seguenti tabelle.

<b>Categoria di danno e corrispondenti deformazioni limite</b> <b>(M.D. Boscardin &amp; E.G. Cording, 1989)</b>		
<b>Categoria di danno</b>	<b>Intensità del danno*</b>	<b>Deformazione limite di allungamento <math>\epsilon_{lim}</math> (%)</b>
0	Trascurabile	0.00 ÷ 0.05
1	Molto lieve	0.05 ÷ 0.075
2	Lieve	0.075 ÷ 0.15
3	Moderata	0.15 ÷ 0.30
4 a 5	Da severa a molto severa	> 0.30

**Tabella 4 – Tabella riepilogativa parametri indica per la definizione delle categorie di danno**


	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TRATTA NUOVA ENNA - DITTAINO (LOTTO 4A)</b>					
	Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie	COMMESSA RS3U	LOTTO 40D07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN 00 00 001	REV. C

<b>Categoria di danno e gli effetti associati</b>	
<b>Categoria di danno</b>	<b>Descrizione</b>
0	Fessure capillari con apertura $\leq 0.1$ mm
1	Fessure sottili cui si rimedia facilmente con lavori di tinteggiatura. Il danno in genere è limitato agli intonaci delle pareti interne. Fessure alle pareti esterne rilevabili con attento esame. Tipica apertura delle lesioni $\leq 1$ mm
2	Fessure facilmente stuccabili, tinteggiatura necessaria. Le fessure ricorrenti possono essere mascherate con opportuni rivestimenti. Fessure visibili anche all'esterno: può essere necessaria qualche ripresa della stillatura per garantire l'impermeabilità. Possibili difficoltà nell'apertura di porte e finestre. Tipica apertura delle lesioni $\leq 5$ mm
3	Le fessure richiedono cucì e scuci della muratura. Anche all'esterno sono necessari interventi sulla muratura. Possibile blocco di porte e finestre. Rottura di tubazioni. Spesso l'impermeabilità non è garantita. Tipica apertura delle lesioni $5 \div 15$ mm oppure numero elevato di lesioni con apertura $\leq 3$ mm
4	Necessarie importanti riparazioni, compresa demolizione e ricostruzione di parti di muri, specie al di sopra di porte e di finestre. I telai di porte e di finestre si distorcono: percepibile pendenza dei pavimenti. Muri inclinati o spanciati; qualche perdita d'appoggio di travi. Tubazioni distrutte. Tipica apertura delle lesioni $15 \div 25$ mm, dipendente anche dal numero delle lesioni
5	Richiesti importanti lavori con parziale o totale demolizione e ricostruzione. Le travi perdono l'appoggio, i muri si inclinano fortemente e richiedono puntellatura. Pericolo di instabilità. Tipica apertura delle lesioni $\leq 25$ mm, dipendente anche dal numero delle lesioni

**Tabella 5 – Descrizione della tipologia di danni potenziali in funzione della categoria di danno**

Il metodo di calcolo sopra descritto è basato sulle seguenti ipotesi:

- gli spostamenti e le deformazioni indotte sugli edifici sono assunte pari a quelle corrispondenti alla condizione “green field”;
- la rigidità degli edifici analizzati è considerata nulla, mentre in realtà le opere di fondazioni interagiscono con il terreno riducendo il rapporto di inflessione e le deformazioni orizzontali ottenute nella condizione “green field”;

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TRATTA NUOVA ENNA - DITTAINO (LOTTO 4A)</b>					
	Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie	COMMESSA RS3U	LOTTO 40D07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN 00 00 001	REV. C

- nessuna distinzione tra fondazioni su plinti, su trave e su platea che presentano chiaramente comportamenti differenti soprattutto nei confronti degli spostamenti orizzontali;
- tutti gli edifici vengono considerati come disposti perpendicolarmente all’asse della galleria scavata (configurazione che determina per uno stesso edificio le condizioni peggiori in termini di entità di deformazione).


Tenendo conto delle suddette ipotesi si può affermare che tale approccio risulta molto conservativo ed i risultati ottenuti si riferiscono alla peggiore configurazione di danno possibile.

### 7.3 Commenti

La procedura sopra esposta consente di ottenere una analisi in merito alla categoria di danno con un approccio semplificato e conservativo.

Per gli edifici caratterizzati da una categoria di danno  $\leq 2$  a cui corrispondono danni lievi si ritiene che tale approccio di calcolo conservativo determini la peggiore configurazione di danno possibile sull’edificio e pertanto si ritiene di non approfondire ulteriormente il grado di dettaglio delle analisi.

Per gli edifici che ricadono in categoria di danno  $\geq 3$  a cui corrispondono invece danni moderati si approfondiscono le analisi precedentemente eseguite utilizzando un metodo di calcolo che consente di tenere in conto nelle analisi la rigidità dell’edificio.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TRATTA NUOVA ENNA - DITTAINO (LOTTO 4A)</b>					
	Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie	COMMESSA RS3U	LOTTO 40D07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN 00 00 001	REV. C

## 8 STUDIO DEL POTENZIALE DANNEGGIAMENTO DEGLI EDIFICI

Costruite le curve di subsidenza, si passa quindi allo studio relativo al danneggiamento degli edifici.

### 8.1 Dati di base per l'analisi

Gli edifici riportati sono stati sottoposti all'analisi di rischio danneggiamento in seguito allo scavo della galleria, utilizzando come dati di input le informazioni ricavate sulla base delle schede fabbricato redatte a seguito di un sopralluogo in sito: Lungo il tracciato della linea sono stati individuati circa 5 edifici presenti sull'area di impronta delle future gallerie con coperture minori di 100m (vedi Tabella 6).

Nella tabella riportata di seguito sono evidenziati gli edifici oggetto di specifico studio di interferenza.

In merito alla valutazione delle caratteristiche geometriche e/o meccaniche degli edifici si rappresenta che in caso di informazioni carenti e/o incertezza dei dati si è ipotizzato, a favore di sicurezza, una struttura in muratura. Per ciascun edificio si è ipotizzata, altresì, la presenza di un piano interrato. Questo ha effetto sia sull'altezza totale del fabbricato sia sulla posizione dell'intradosso delle fondazioni rispetto all'asse della galleria.

Inoltre è stata considerata una distribuzione cautelativa della curva di Gauss.

**Tabella 6 – Edifici interferenti**

Galleria	Edificio n°	Z <sub>0</sub> (m)	Distanza edificio dall'asse tracciato (m)	Estensione della conca di subsidenza dall'asse tracciato (m)
Trinacria	ED.01	60	24	75
	ED.02	51	26	64
	ED.03	51	48	64

Dove  $z_0$  rappresenta la profondità del piano dei centri della galleria rispetto al piano campagna.

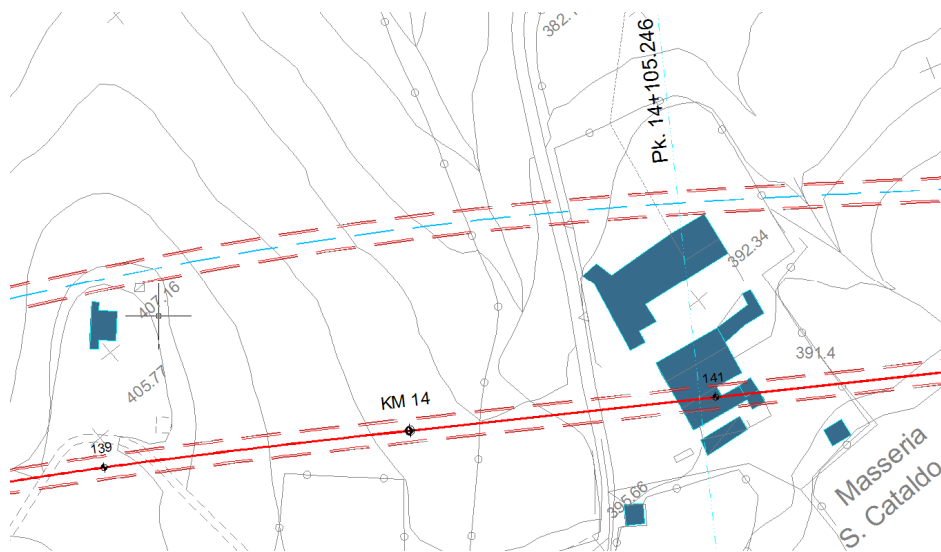
Sono di seguito riassunte le zone indagate per l'analisi delle subsidenze.

#### 8.1.1 Galleria Trinacria

I corpi di fabbrica identificati lungo il tracciato sono 3. In dettaglio, nel tratto compreso tra le pk 13+900 e pk 14+105, sono presenti un gruppo di edifici ricadenti entro il bacino di subsidenza indotto dallo scavo della

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TRATTA NUOVA ENNA - DITTAINO (LOTTO 4A)</b>					
	Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie	COMMESSA RS3U	LOTTO 40D07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN 00 00 001	REV. C

galleria aventi una distanza rispetto all'asse galleria di linea compresa tra 0m e 48m circa. Nella zona di sottoattraversamento dei suddetti corpi di fabbrica, lo scavo del tunnel interessa la formazione di Terravecchia (TRV) con coperture, dall'asse della calotta, variabili tra 47m e 51m circa.



**Figura 1. Planimetria posizione edifici**

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TRATTA NUOVA ENNA - DITTAINO (LOTTO 4A)</b></p>												
<p>Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3U</td> <td>40D07</td> <td>CL</td> <td>GN 00 00 001</td> <td>C</td> <td>22 di 43</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3U	40D07	CL	GN 00 00 001	C	22 di 43
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3U	40D07	CL	GN 00 00 001	C	22 di 43								

## 8.2 Metodo di analisi dei cedimenti indotti e del danneggiamento

Le analisi degli edifici sono state condotte considerando gli effetti combinati dovuti ai cedimenti verticali ed orizzontali. Per tutti gli edifici è stata svolta l'analisi nel piano trasversale alle gallerie. Per tutti gli edifici le analisi sono state svolte con lo schema della trave equivalente.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TRATTA NUOVA ENNA - DITTAINO (LOTTO 4A)</b>					
	Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie	COMMESSA RS3U	LOTTO 40D07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN 00 00 001	REV. C

## 9 RISULTATI DELL'ANALISI DI RISCHIO SULLE PRE-ESISTENZE IN SUPERFICIE

### 9.1 Risultati dello studio sul danneggiamento degli edifici interferenti (senza considerare la rigidità dell'edificio)

Per ogni edificio analizzato sono state individuate le relative categorie di danneggiamento, con riferimento ai rispettivi casi di studio considerati. L'ultima colonna riporta la categoria di danno massima dell'edificio considerando tutti i casi di studio.

Codice edificio	K = 0.4			K = 0.50			Categoria di danno
	Vp=0.5%	Vp=1.0%	Vp=1.5%	Vp=0.5%	Vp=1.0%	Vp=1.5%	
Ed-01	0	0	0	0	0	0	0
Ed-02	0	0	0	0	0	0	0
Ed-03	0	0	0	0	0	0	0

**Tabella 7 – Galleria Trinacria - Categoria di danno potenziale per gli edifici indagati.**

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TRATTA NUOVA ENNA - DITTAINO (LOTTO 4A)</b>					
	Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie	COMMESSA RS3U	LOTTO 40D07	CODIFICA CL	DOCUMENTO GN 00 00 001	REV. C

## 9.2 Risultati dello studio sul danneggiamento degli edifici interferenti (considerando la rigidità dell'edificio)

Dai risultati scaturiti si evince che tutti gli edifici analizzati ricadono in categoria di danno 0/1 a cui corrispondono effetti di danno di fatto trascurabili sugli edifici interferenti.

Si sottolinea, in ogni caso, come il metodo di analisi utilizzato sia caratterizzato da ipotesi cautelative. Tenuto quindi conto delle suddette ipotesi si può affermare che l'approccio progettuale proposto risulta conservativo ed i risultati ottenuti si riferiscono alla peggiore configurazione di danno possibile.

Per tale ragione non risulta necessario effettuare ulteriori approfondimenti relativamente al comportamento degli edifici.



 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>TRATTA NUOVA ENNA - DITTAINO (LOTTO 4A)</b></p>												
<p>Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3U</td> <td>40D07</td> <td>CL</td> <td>GN 00 00 001</td> <td>C</td> <td>25 di 43</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3U	40D07	CL	GN 00 00 001	C	25 di 43
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3U	40D07	CL	GN 00 00 001	C	25 di 43								

## 10 CONCLUSIONI

In tale documento sono stati analizzati gli effetti indotti dallo scavo delle gallerie previste nel progetto definitivo del nuovo Itinerario Palermo – Catania, del nuovo Itinerario Palermo – Catania. La tratta in esame è la Caltanissetta Xirbi - Enna, Lotti 4a, la cui estensione è di 27522.85 km, compresa tra le stazioni di Caltanissetta Xirbi, sita al km 0+000 (coincidente con la pk 157+130 della linea storica Palermo Catania), e Enna, sita al km 27+522.853 (coincidente con la pk 173+530 della linea storica Palermo Catania).

Le analisi progettuali elaborate nella presente fase di progetto, hanno consentito di determinare il bacino di subsidenza prodotto dallo scavo della galleria ed i relativi effetti indotti sugli edifici. I risultati ottenuti si riferiscono configurazione di danno possibile. L'analisi, eseguita con metodi ampiamente convalidati, ha evidenziato che per tutti gli edifici considerati sono attese deformazioni a cui corrispondono effetti di danno di fatto trascurabili sugli edifici interferenti.

Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40D07	CL	GN 00 00 001	C	26 di 43

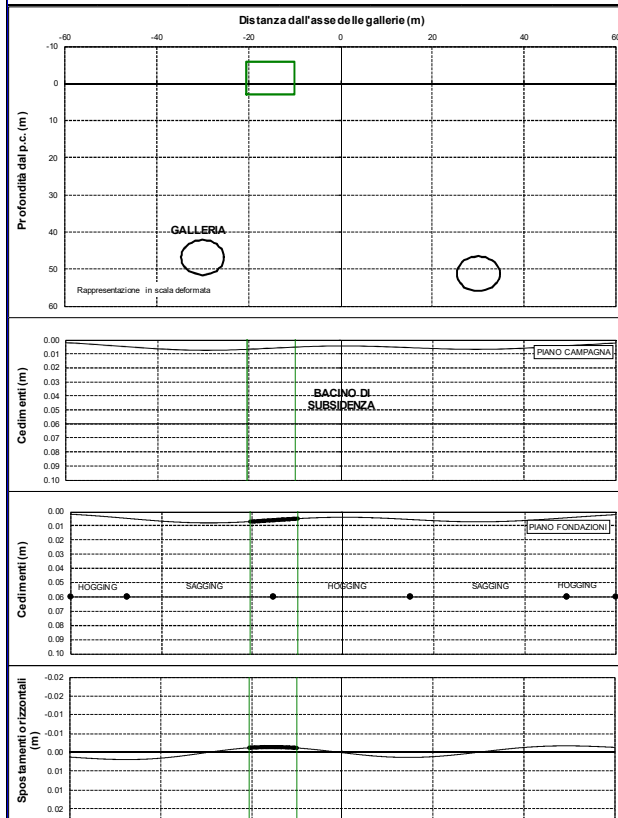
## 11 ALLEGATO 1 – RISULTATI DELLE ANALISI DI DANNO. GALLERIA TRINACRIA

### 11.1 Analisi in assenza di rigidità degli edifici

#### VALUTAZIONE DEL DANNO INDOTTO SUI MANUFATTI DAGLI SCAVI IN SOTTERRANEO

##### EDIFICIO 1

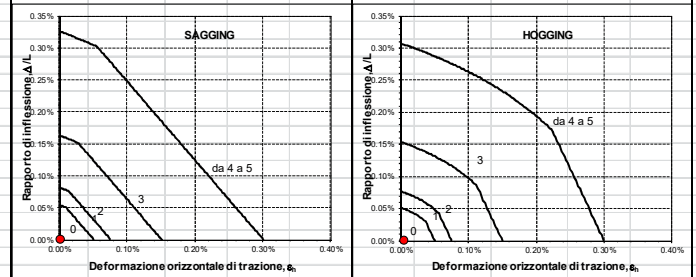
##### Analisi di rischio - Sezione trasversale - Galleria Trinacria



DATI DI INPUT						
GALLERIE			MANUFATTO			
Diametro (m)	SX	DX	Altezza fuori terra (m)	6	Lunghezza pali (m)	-
9.400	9.400	9.400	Altezza totale (m)	9	Profondità cedimenti (m)	3
Copertura in calotta (m)	42.20	46.60	Lunghezza (m)	10.5	Struttura portante	Muratura
Perdita di volume al fronte	0.50%	0.50%	Profondità fondazioni (m)	3	E/G	2.6
Parametro k	0.40	0.40	Tipologia fondazioni	Dirette	Categoria	A

RISULTATI E VERIFICHE					
GRANDEZZE CINEMATICHE E CATEGORIA DI DANNO (Boscardin & Cording, 1989)					
	Valore massimo	Valore ammissibile		Valore massimo	Valore ammissibile
Cedimento, w (mm)	7.05	-	Rotazione, $\theta$	2.09E-04	14783
Cedimento differenziale, $\delta$ (mm)	2.08	-	Distorsione angolare, $\beta$	2.09E-05	14740

ZONA DI SAGGING		ZONA DI HOGGING			
	Valore massimo	Valore ammissibile			
Rapporto di inflessione, $\Delta/L$	0.000%	-	Rapporto di inflessione, $\Delta/L$	0.000%	-
Deformazione orizzontale, $\epsilon_x$	0.000%	-	Deformazione orizzontale, $\epsilon_x$	0.005%	-
Deformazione di allungamento, $\epsilon_{tapp}$	0.000%	-	Deformazione di allungamento, $\epsilon_{tapp}$	0.005%	-
Categoria di danno	0	-	Categoria di danno	0	-



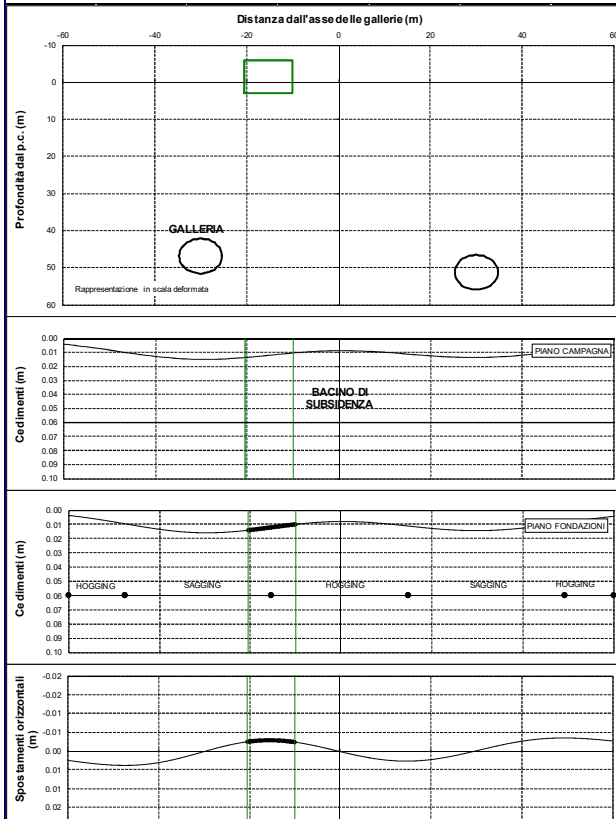
Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
RS3U 40D07 CL GN 00 00 001 C 27 di 43

**VALUTAZIONE DEL DANNO INDOTTO SUI MANUFATTI DAGLI SCAVI IN SOTTERRANEO**

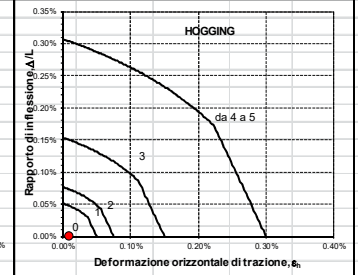
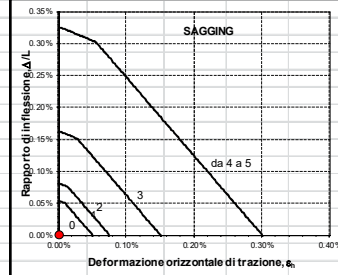
**EDIFICIO 1**

**Analisi di rischio - Sezione trasversale - Galleria Trinacria**



DATI DI INPUT						
GALLERIE			MANUFATTO			
SX	DX	Altezza fuori terra (m)	6	Lunghezza pali (m)	-	
Diametro (m)	9.400	9.400	Altezza totale (m)	9	Profondità cedimenti (m)	3
Copertura in calotta (m)	42.20	46.60	Lunghezza (m)	10.5	Struttura portante	Muratura
Perdita di volume al fronte	100%	100%	Profondità fondazioni (m)	3	E/G	2.6
Parametro k	0.40	0.40	Tipologia fondazioni	Dirette	Categoria	A

RISULTATI E VERIFICHE					
GRANDEZZE CINEMATICHE E CATEGORIA DI DANNO (Boscardin & Cording, 1989)					
	Valore massimo	Valore ammissibile		Valore massimo	Valore ammissibile
Cedimento, w (mm)	11.09	-	Rotazione, $\theta$	4.82E-04	12391
Cedimento differenziale, $\delta$ (mm)	4.17	-	Distorsione angolare, $\beta$	4.29E-05	123705
ZONA DI SAGGING			ZONA DI HOGGING		
	Valore massimo	Valore ammissibile		Valore massimo	Valore ammissibile
Rapporto di inflessione, $\Delta/L$	0.00%	-	Rapporto di inflessione, $\Delta/L$	0.00%	-
Deformazione orizzontale, $\epsilon_x$	0.000%	-	Deformazione orizzontale, $\epsilon_x$	0.000%	-
Deformazione di allungamento, $\epsilon_{all}$	0.00%	-	Deformazione di allungamento, $\epsilon_{all}$	0.010%	-
Categoria di danno	0	-	Categoria di danno	0	-



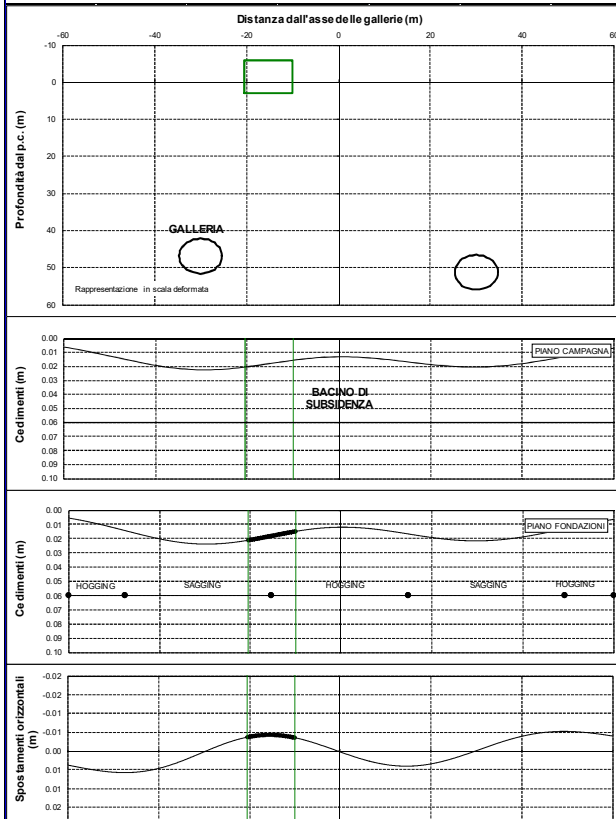
Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
RS3U 40D07 CL GN 00 00 001 C 28 di 43

**VALUTAZIONE DEL DANNO INDOTTO SUI MANUFATTI DAGLI SCAVI IN SOTTERRANEO**

**EDIFICIO 1**

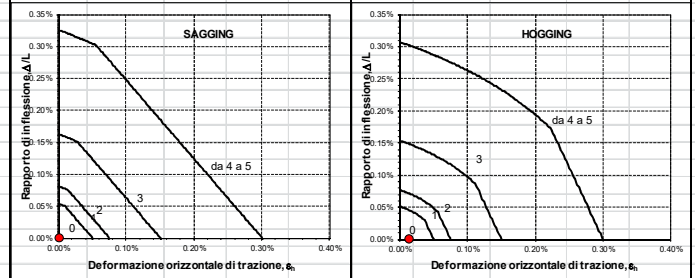
**Analisi di rischio - Sezione trasversale - Galleria Trinacria**



DATI DI INPUT						
GALLERIE			MANUFATTO			
SX	DX	Altezza fuori terra (m)	6	Lunghezza pali (m)	-	
Diametro (m)	9.400	9.400	Altezza totale (m)	9	Profondità cedimenti (m)	3
Copertura in calotta (m)	42.20	46.60	Lunghezza (m)	10.5	Struttura portante	Muratura
Perdita di volume al fronte	150%	150%	Profondità fondazioni (m)	3	E/G	2.6
Parametro k	0.40	0.40	Tipologia fondazioni	Dirette	Categoria	A

RISULTATI E VERIFICHE					
GRANDEZZE CINEMATICHE E CATEGORIA DI DANNO (Boscardin & Cording, 1989)					
	Valore massimo	Valore ammissibile		Valore massimo	Valore ammissibile
Cedimento, w (mm)	214	-	Rotazione, $\theta$	6.272E-04	1.594
Cedimento differenziale, $\delta$ (mm)	6.25	-	Distorsione angolare, $\beta$	6.328E-05	1.6803

ZONA DI SAGGING			ZONA DI HOGGING		
	Valore massimo	Valore ammissibile		Valore massimo	Valore ammissibile
Rapporto di inflessione, $\Delta/L$	0.00%	-	Rapporto di inflessione, $\Delta/L$	0.00%	-
Deformazione orizzontale, $\epsilon_x$	0.000%	-	Deformazione orizzontale, $\epsilon_x$	0.01%	-
Deformazione di allungamento, $\epsilon_{all}$	0.00%	-	Deformazione di allungamento, $\epsilon_{all}$	0.014%	-
Categoria di danno	0	-	Categoria di danno	0	-



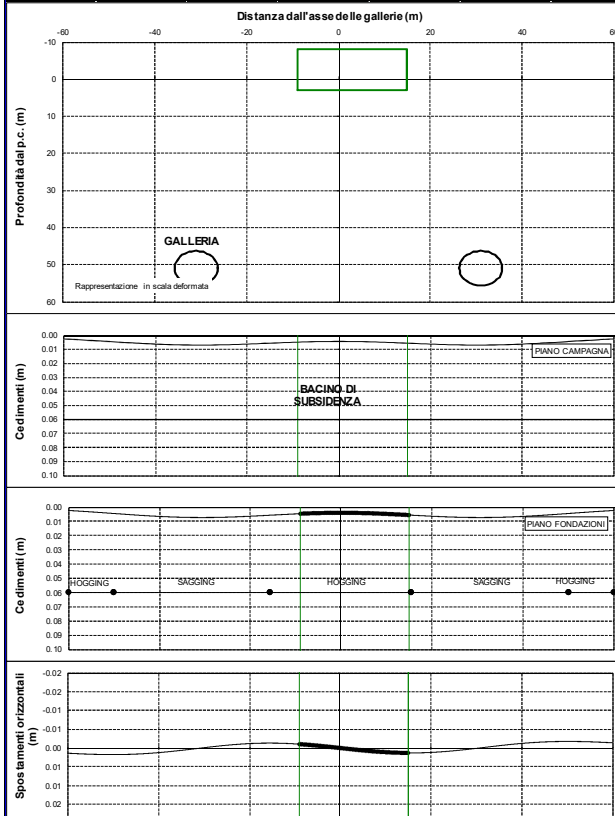
Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
RS3U 40D07 CL GN 00 00 001 C 29 di 43

**VALUTAZIONE DEL DANNO INDOTTO SUI MANUFATTI DAGLI SCAVI IN SOTTERRANEO**

**EDIFICIO 2**

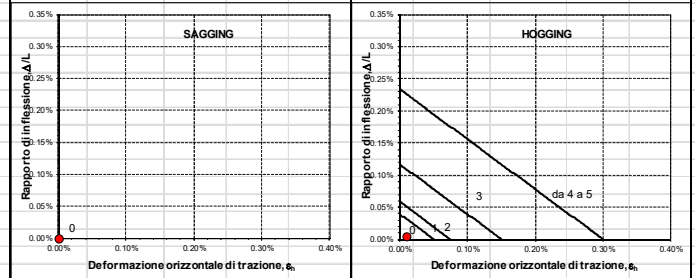
**Analisi di rischio - Sezione trasversale - Galleria Trinacria**



DATI DI INPUT						
GALLERIE			MANUFATTO			
Diámetro (m)	SX	DX	Altezza fuori terra (m)	8	Lunghezza pali (m)	-
Copertura in calotta (m)	46.30	46.30	Altezza totale (m)	11	Profondità cedimenti (m)	3
Perdita di volume al fronte	0.50%	0.50%	Lunghezza (m)	24	Struttura portante	Muratura
Parametro k	0.40	0.40	Profondità fondazioni (m)	3	E/G	2.6
			Tipologia fondazioni	Dirette	Categoria	A

RISULTATI E VERIFICHE					
GRANDEZZE CINEMATICHE E CATEGORIA DI DANNO (Boscardin & Cording, 1989)					
	Valore massimo	Valore ammissibile		Valore massimo	Valore ammissibile
Cedimento, w (mm)	5.50	-	Rotazione, $\theta$	170E-04	15879
Cedimento differenziale, $\delta$ (mm)	159	-	Distorsione angolare, $\beta$	1728E-04	15787

ZONA DI SAGGING		ZONA DI HOGGING	
	Valore massimo	Valore ammissibile	Valore ammissibile
Rapporto di inflessione, $\Delta/L$	0.000%	-	0.004%
Deformazione orizzontale, $\epsilon_x$	0.000%	-	0.010%
Deformazione di allungamento, $\epsilon_{all}$	0.000%	-	0.015%
Categoria di danno	0	-	0



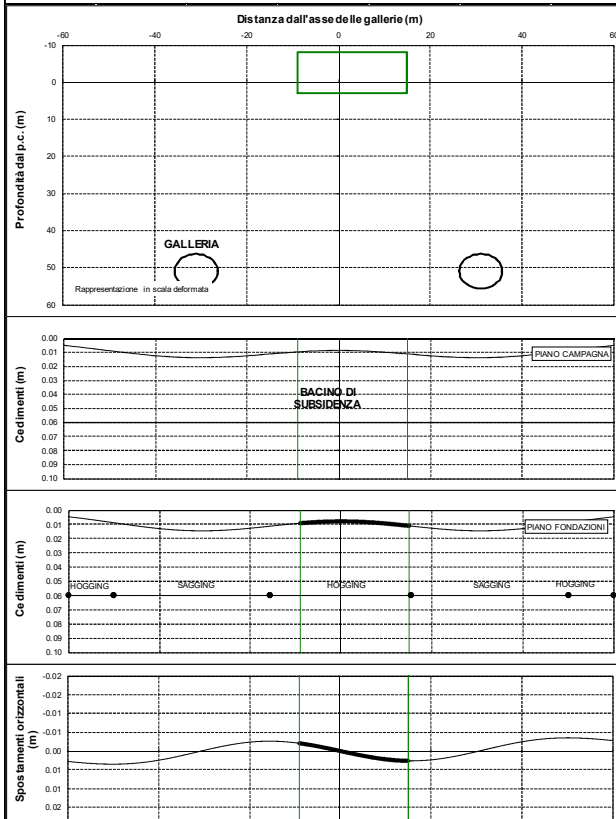
Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
RS3U 40D07 CL GN 00 00 001 C 30 di 43

**VALUTAZIONE DEL DANNO INDOTTO SUI MANUFATTI DAGLI SCAVI IN SOTTERRANEO**

**EDIFICIO 2**

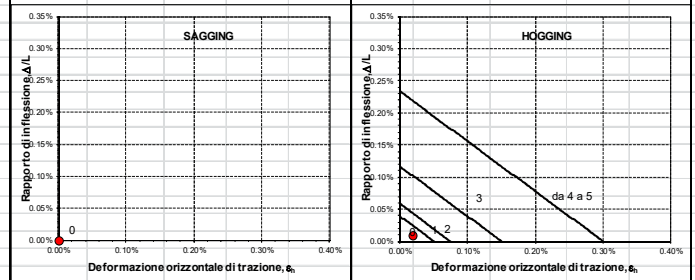
**Analisi di rischio - Sezione trasversale - Galleria Trinacria**



DATI DI INPUT						
GALLERIE			MANUFATTO			
SX	DX	Altezza fuori terra (m)	8	Lunghezza pali (m)	-	
Diametro (m)	9.400	9.400	Altezza totale (m)	11	Profondità cedimenti (m)	3
Copertura in calotta (m)	46.30	46.30	Lunghezza (m)	24	Struttura portante	Muratura
Perdita di volume al fronte	100%	100%	Profondità fondazioni (m)	3	E/G	2.6
Parametro k	0.40	0.40	Tipologia fondazioni	Dirette	Categoria	A

RISULTATI E VERIFICHE					
GRANDEZZE CINEMATICHE E CATEGORIA DI DANNO (Boscardin & Cording, 1989)					
	Valore massimo	Valore ammissibile		Valore massimo	Valore ammissibile
Cedimento, w (mm)	1101	-	Rotazione, $\theta$	3.402E-04	12940
Cedimento differenziale, $\delta$ (mm)	3.17	-	Distorsione angolare, $\beta$	3.456E-04	12893

ZONA DI SAGGING			ZONA DI HOGGING		
	Valore massimo	Valore ammissibile		Valore massimo	Valore ammissibile
Rapporto di inflessione, $\Delta/L$	0.000%	-	Rapporto di inflessione, $\Delta/L$	0.009%	-
Deformazione orizzontale, $\epsilon_x$	0.000%	-	Deformazione orizzontale, $\epsilon_x$	0.020%	-
Deformazione di allungamento, $\epsilon_{all}$	0.000%	-	Deformazione di allungamento, $\epsilon_{all}$	0.031%	-
Categoria di danno	0	-	Categoria di danno	0	-



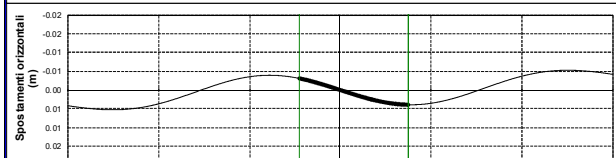
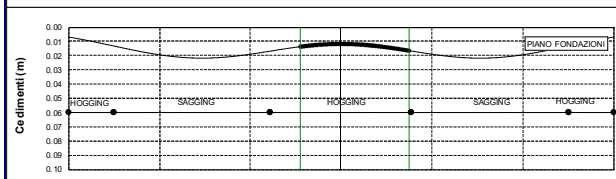
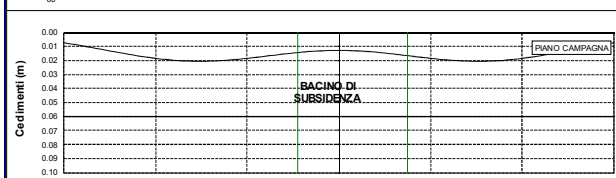
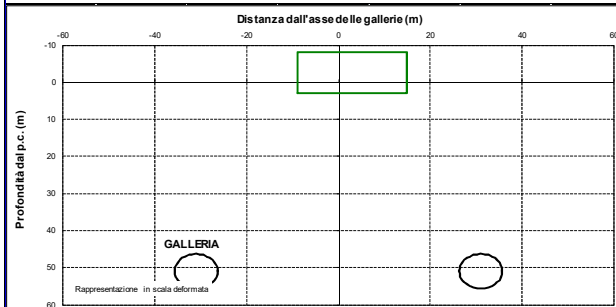
Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
RS3U 40D07 CL GN 00 00 001 C 31 di 43

**VALUTAZIONE DEL DANNO INDOTTO SUI MANUFATTI DAGLI SCAVI IN SOTTERRANEO**

**EDIFICIO 2**

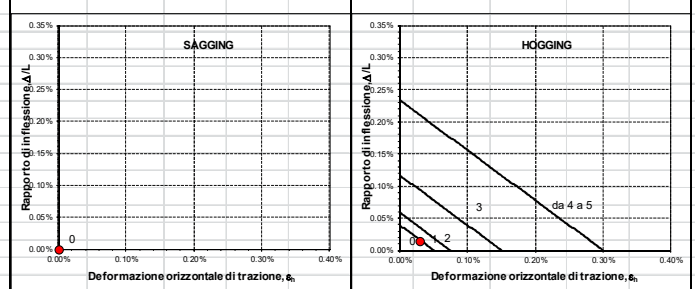
**Analisi di rischio - Sezione trasversale - Galleria Trinacria**



DATI DI INPUT						
GALLERIE			MANUFATTO			
SX	DX	Altezza fuori terra (m)	8	Lunghezza pali (m)	-	
Diametro (m)	9.400	9.400	Altezza totale (m)	11	Profondità cedimenti (m)	3
Copertura in calotta (m)	46.30	46.30	Lunghezza (m)	24	Struttura portante	Muratura
Perdita di volume al fronte	150%	150%	Profondità fondazioni (m)	3	E/G	2.6
Parametro k	0.40	0.40	Tipologia fondazioni	Dirette	Categoria	A

RISULTATI E VERIFICHE					
GRANDEZZE CINEMATICHE E CATEGORIA DI DANNO (Boscardin & Cording, 1989)					
	Valore massimo	Valore ammissibile		Valore massimo	Valore ammissibile
Cedimento, w (mm)	6.51	-	Rotazione, $\theta$	5.03E-04	1.960
Cedimento differenziale, $\delta$ (mm)	4.76	-	Distorsione angolare, $\beta$	5.84E-04	1.929

ZONA DI SAGGING		ZONA DI HOGGING	
	Valore massimo	Valore ammissibile	Valore ammissibile
Rapporto di inflessione, $\Delta/L$	0.000%	-	0.015%
Deformazione orizzontale, $\epsilon_x$	0.000%	-	0.029%
Deformazione di allungamento, $\epsilon_{all}$	0.000%	-	0.046%
Categoria di danno	0	-	0



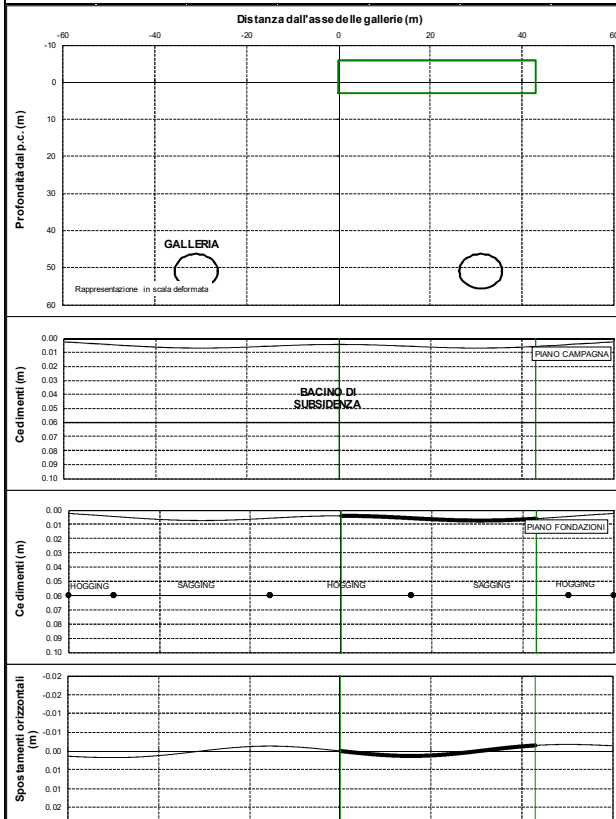
Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
RS3U 40D07 CL GN 00 00 001 C 32 di 43

**VALUTAZIONE DEL DANNO INDOTTO SUI MANUFATTI DAGLI SCAVI IN SOTTERRANEO**

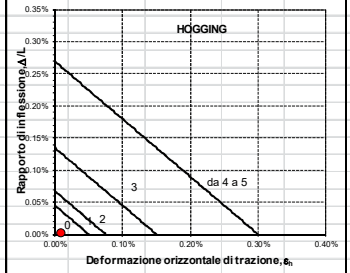
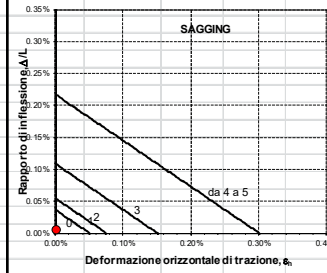
**EDIFICIO 3**

**Analisi di rischio - Sezione trasversale - Galleria Trinacria**



DATI DI INPUT						
GALLERIE			MANUFATTO			
SX	DX	Altezza fuori terra (m)	6	Lunghezza pali (m)	-	
9.400	9.400	Altezza totale (m)	9	Profondità cedimenti (m)	3	
Diametro (m)	46.30	46.30	Lunghezza (m)	43	Struttura portante	Muratura
Copertura in calotta (m)	0.50%	0.50%	Profondità fondazioni (m)	3	E/G	2.6
Parametro k	0.40	0.40	Tipologia fondazioni	Dirette	Categoria	A

RISULTATI E VERIFICHE					
GRANDEZZE CINEMATICHE E CATEGORIA DI DANNO (Boscardin & Cording, 1989)					
	Valore massimo	Valore ammissibile		Valore massimo	Valore ammissibile
Cedimento, w (mm)	7.25	-	Rotazione, $\theta$	1935E-04	15168
Cedimento differenziale, $\delta$ (mm)	3.33	-	Distorsione angolare, $\beta$	2.404E-04	14159
ZONA DI SAGGING			ZONA DI HOGGING		
	Valore massimo	Valore ammissibile		Valore massimo	Valore ammissibile
Rapporto di inflessione, $\Delta/L$	0.0025%	-	Rapporto di inflessione, $\Delta/L$	0.002%	-
Deformazione orizzontale, $\epsilon_x$	0.000%	-	Deformazione orizzontale, $\epsilon_x$	0.008%	-
Deformazione di allungamento, $\epsilon_{tall}$	<b>0.007%</b>	-	Deformazione di allungamento, $\epsilon_{tall}$	<b>0.011%</b>	-
Categoria di danno	0	-	Categoria di danno	0	-





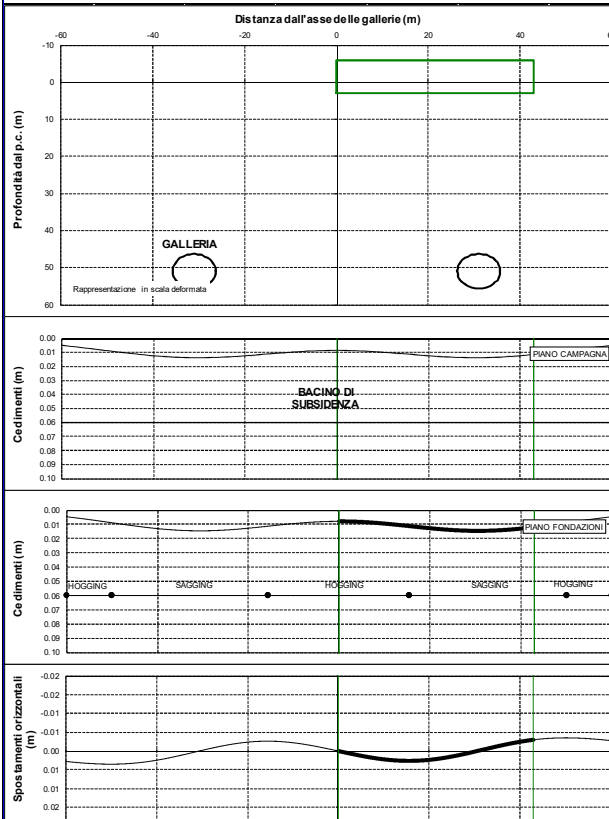
Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
RS3U 40D07 CL GN 00 00 001 C 33 di 43

**VALUTAZIONE DEL DANNO INDOTTO SUI MANUFATTI DAGLI SCAVI IN SOTTERRANEO**

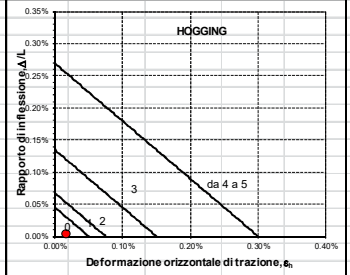
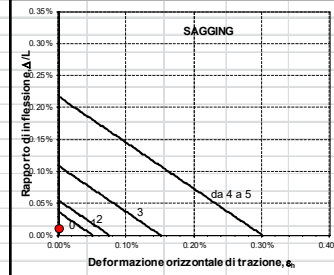
**EDIFICIO 3**

**Analisi di rischio - Sezione trasversale - Galleria Trinacria**



DATI DI INPUT						
GALLERIE			MANUFATTO			
SX	DX	Altezza fuori terra (m)	6	Lunghezza pali (m)	-	
9.400	9.400	Altezza totale (m)	9	Profondità cedimenti (m)	3	
Diametro (m)	46.30	46.30	Lunghezza (m)	43	Struttura portante	Muratura
Copertura in calotta (m)	100%	100%	Profondità fondazioni (m)	3	E/G	2.6
Perdita di volume al fronte	0.40	0.40	Tipologia fondazioni	Dirette	Categoria	A

RISULTATI E VERIFICHE					
GRANDEZZE CINEMATICHE E CATEGORIA DI DANNO (Boscardin & Cording, 1989)					
	Valore massimo	Valore ammissibile		Valore massimo	Valore ammissibile
Cedimento, w (mm)	11.50	-	Rotazione, $\theta$	3.870E-04	12584
Cedimento differenziale, $\delta$ (mm)	6.67	-	Distorsione angolare, $\beta$	4.809E-04	12079
ZONA DI SAGGING			ZONA DI HOGGING		
	Valore massimo	Valore ammissibile		Valore massimo	Valore ammissibile
Rapporto di inflessione, $\Delta/L$	0.011%	-	Rapporto di inflessione, $\Delta/L$	0.005%	-
Deformazione orizzontale, $\epsilon_x$	0.000%	-	Deformazione orizzontale, $\epsilon_x$	0.017%	-
Deformazione di allungamento, $\epsilon_{all}$	0.015%	-	Deformazione di allungamento, $\epsilon_{all}$	0.022%	-
Categoria di danno	0	-	Categoria di danno	0	-



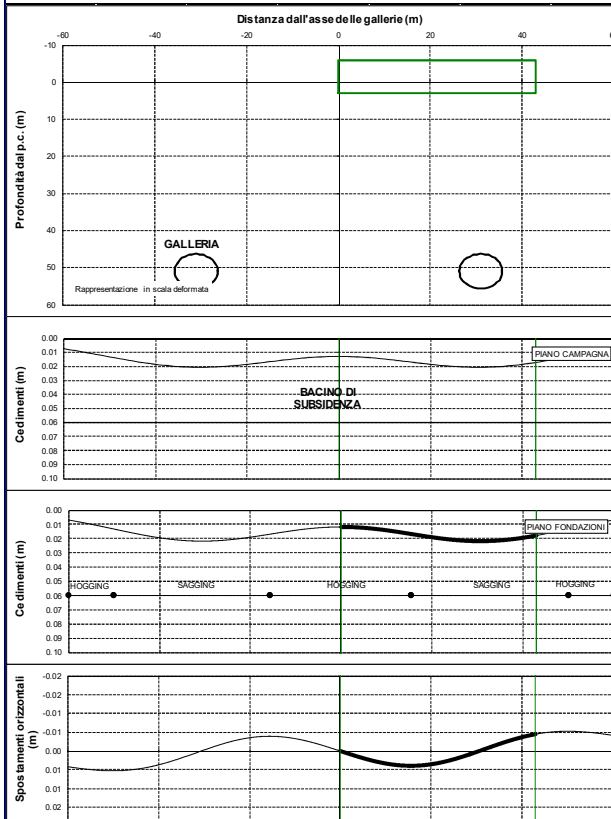
Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
RS3U 40D07 CL GN 00 00 001 C 34 di 43

**VALUTAZIONE DEL DANNO INDOTTO SUI MANUFATTI DAGLI SCAVI IN SOTTERRANEO**

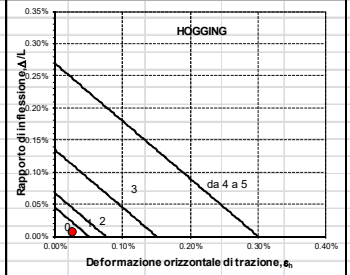
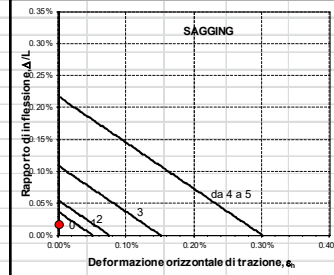
**EDIFICIO 3**

**Analisi di rischio - Sezione trasversale - Galleria Trinacria**



DATI DI INPUT						
GALLERIE			MANUFATTO			
SX	DX	Altezza fuori terra (m)	6	Lunghezza pali (m)	-	
9.400	9.400	Altezza totale (m)	9	Profondità cedimenti (m)	3	
Copertura in calotta (m)	46.30	46.30	Lunghezza (m)	43	Struttura portante	Muratura
Perdita di volume al fronte	150%	150%	Profondità fondazioni (m)	3	E/G	2.6
Parametro k	0.40	0.40	Tipologia fondazioni	Dirette	Categoria	A

RISULTATI E VERIFICHE					
GRANDEZZE CINEMATICHE E CATEGORIA DI DANNO (Boscardin & Cording, 1989)					
	Valore massimo	Valore ammissibile		Valore massimo	Valore ammissibile
Cedimento, w (mm)	2175	-	Rotazione, $\theta$	5.805E-04	1.923
Cedimento differenziale, $\delta$ (mm)	0.00	-	Distorsione angolare, $\beta$	7.213E-04	1.986
ZONA DI SAGGING			ZONA DI HOGGING		
	Valore massimo	Valore ammissibile		Valore massimo	Valore ammissibile
Rapporto di inflessione, $\Delta/L$	0.018%	-	Rapporto di inflessione, $\Delta/L$	0.007%	-
Deformazione orizzontale, $\epsilon_x$	0.000%	-	Deformazione orizzontale, $\epsilon_x$	0.025%	-
Deformazione di allungamento, $\epsilon_{all}$	0.022%	-	Deformazione di allungamento, $\epsilon_{all}$	0.033%	-
Categoria di danno	0	-	Categoria di danno	0	-



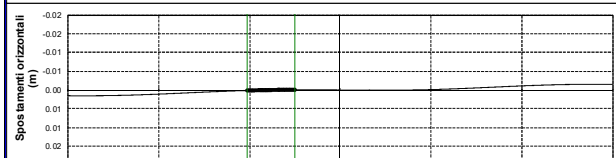
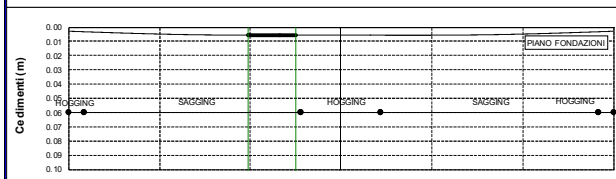
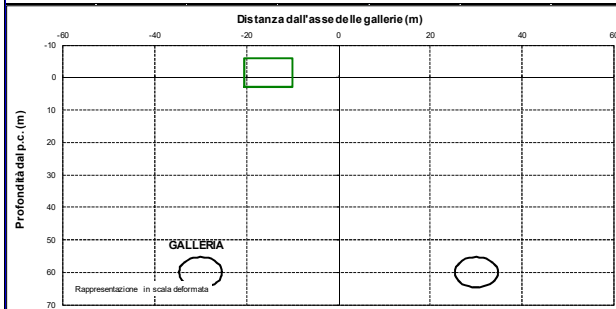
Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
RS3U 40D07 CL GN 00 00 001 C 35 di 43

**VALUTAZIONE DEL DANNO INDOTTO SUI MANUFATTI DAGLI SCAVI IN SOTTERRANEO**

**EDIFICIO 1**

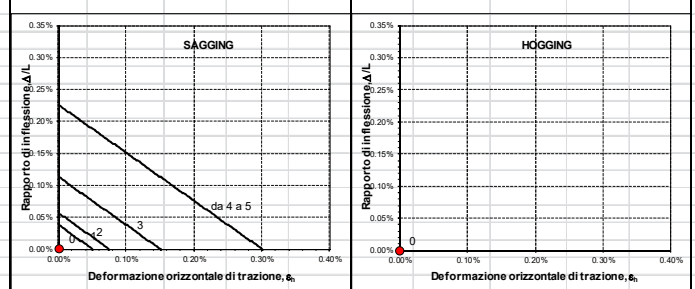
**Analisi di rischio - Sezione trasversale - Galleria Trinacria**



DATI DI INPUT						
GALLERIE			MANUFATTO			
	SX	DX	Altezza fuori terra (m)	6	Lunghezza pali (m)	-
Diametro (m)	9.400	9.400	Altezza totale (m)	9	Profondità cedimenti (m)	3
Copertura in calotta (m)	55.30	55.30	Lunghezza (m)	10.5	Struttura portante	Muratura
Perdita di volume al fronte	0.50%	0.50%	Profondità fondazioni (m)	3	E/G	2.6
Parametro k	0.50	0.50	Tipologia fondazioni	Dirette	Categoria	A

RISULTATI E VERIFICHE					
GRANDEZZE CINEMATICHE E CATEGORIA DI DANNO (Boscardin & Cording, 1989)					
	Valore massimo	Valore ammissibile		Valore massimo	Valore ammissibile
Cedimento, w (mm)	5.63	-	Rotazione, $\theta$	9.07E-06	1'10243
Cedimento differenziale, $\delta$ (mm)	0.02	-	Distorsione angolare, $\beta$	8.525E-06	1'117303

ZONA DI SAGGING		ZONA DI HOGGING	
	Valore massimo	Valore ammissibile	Valore ammissibile
Rapporto di inflessione, $\Delta/L$	0.000%	-	0.000%
Deformazione orizzontale, $\epsilon_x$	0.000%	-	0.000%
Deformazione di allungamento, $\epsilon_{all}$	0.000%	-	0.000%
Categoria di danno	0	-	0



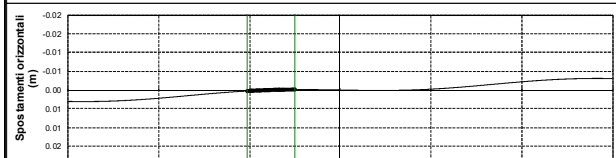
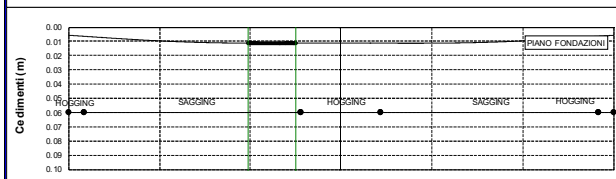
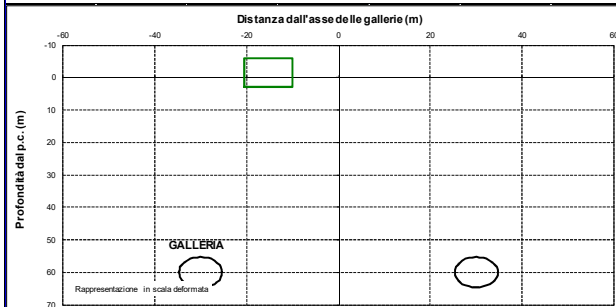
Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
RS3U 40D07 CL GN 00 00 001 C 36 di 43

**VALUTAZIONE DEL DANNO INDOTTO SUI MANUFATTI DAGLI SCAVI IN SOTTERRANEO**

**EDIFICIO 1**

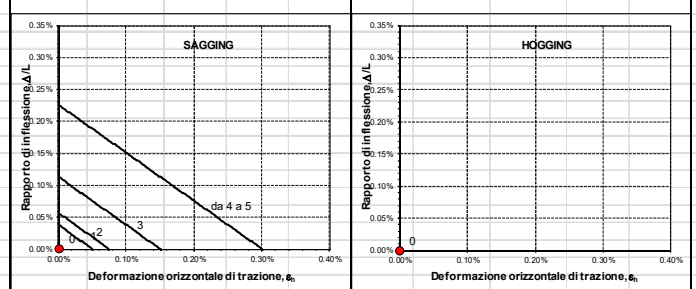
**Analisi di rischio - Sezione trasversale - Galleria Trinacria**



DATI DI INPUT						
GALLERIE			MANUFATTO			
	SX	DX	Altezza fuori terra (m)		6	Lunghezza pali (m)
Diametro (m)	9.400	9.400	Altezza totale (m)		9	Profondità cedimenti (m)
Copertura in calotta (m)	55.30	55.30	Lunghezza (m)		10.5	Struttura portante
Perdita di volume al fronte	100%	100%	Profondità fondazioni (m)		3	E/G
Parametro k	0.50	0.50	Tipologia fondazioni		Dirette	Categoria
						A

RISULTATI E VERIFICHE					
GRANDEZZE CINEMATICHE E CATEGORIA DI DANNO (Boscardin & Cording, 1989)					
	Valore massimo	Valore ammissibile		Valore massimo	Valore ammissibile
Cedimento, w (mm)	1125	-	Rotazione, $\theta$	18'NE-05	155'N1
Cedimento differenziale, $\delta$ (mm)	0.04	-	Distorsione angolare, $\beta$	1705E-05	158851

ZONA DI SAGGING		ZONA DI HOGGING	
	Valore massimo	Valore ammissibile	Valore ammissibile
Rapporto di inflessione, $\Delta/L$	0.000%	-	0.000%
Deformazione orizzontale, $\epsilon_x$	0.000%	-	0.000%
Deformazione di allungamento, $\epsilon_{all}$	0.000%	-	0.000%
Categoria di danno	0	-	0



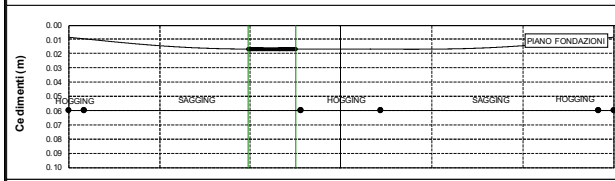
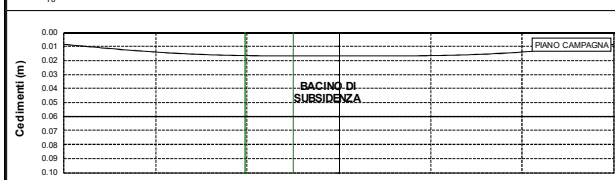
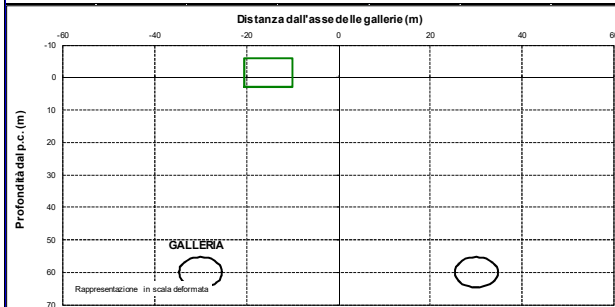
Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
RS3U 40D07 CL GN 00 00 001 C 37 di 43

**VALUTAZIONE DEL DANNO INDOTTO SUI MANUFATTI DAGLI SCAVI IN SOTTERRANEO**

**EDIFICIO 1**

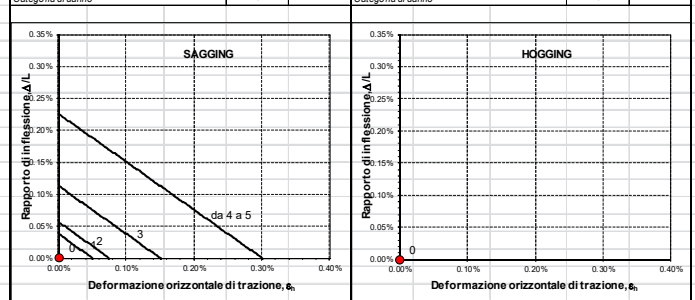
**Analisi di rischio - Sezione trasversale - Galleria Trinacria**



DATI DI INPUT						
GALLERIE			MANUFATTO			
	SX	DX	Altezza fuori terra (m)		6	Lunghezza pali (m)
Diametro (m)	9.400	9.400	Altezza totale (m)		9	Profondità cedimenti (m)
Copertura in calotta (m)	55.30	55.30	Lunghezza (m)		10.5	Struttura portante
Perdita di volume al fronte	150%	150%	Profondità fondazioni (m)		3	E/G
Parametro k	0.50	0.50	Tipologia fondazioni		Dirette	Categoria
						A

RISULTATI E VERIFICHE					
GRANDEZZE CINEMATICHE E CATEGORIA DI DANNO (Boscardin & Cording, 1989)					
	Valore massimo	Valore ammissibile		Valore massimo	Valore ammissibile
Cedimento, w (mm)	6.88	-	Rotazione, $\theta$	2.72E-05	1.36748
Cedimento differenziale, $\delta$ (mm)	0.06	-	Distorsione angolare, $\beta$	2.557E-05	1.3911

ZONA DI SAGGING			ZONA DI HOGGING		
	Valore massimo	Valore ammissibile		Valore massimo	Valore ammissibile
Rapporto di inflessione, $\Delta/L$	0.00%	-	Rapporto di inflessione, $\Delta/L$	0.000%	-
Deformazione orizzontale, $\epsilon_{\pm}$	0.000%	-	Deformazione orizzontale, $\epsilon_{\pm}$	0.000%	-
Deformazione di allungamento, $\epsilon_{\text{max}}$	0.00%	-	Deformazione di allungamento, $\epsilon_{\text{max}}$	0.000%	-
Categoria di danno	0	-	Categoria di danno	0	-



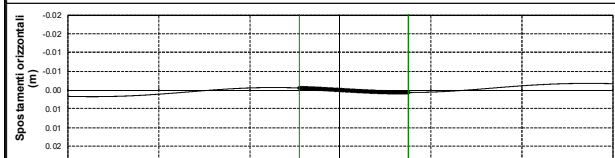
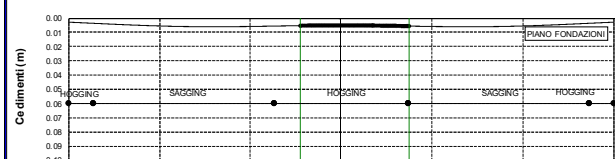
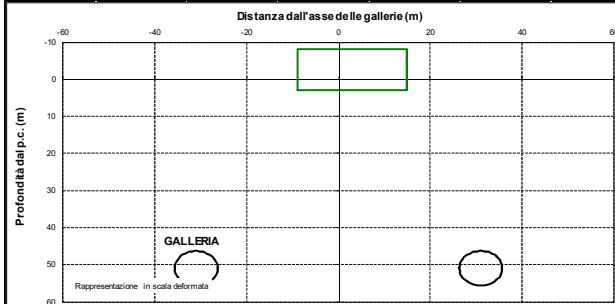
Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
RS3U 40D07 CL GN 00 00 001 C 38 di 43

**VALUTAZIONE DEL DANNO INDOTTO SUI MANUFATTI DAGLI SCAVI IN SOTTERRANEO**

**EDIFICIO 2**

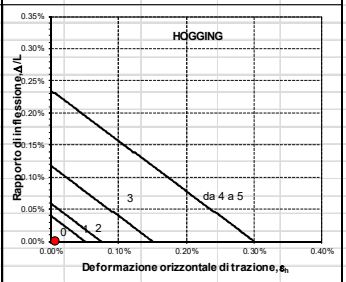
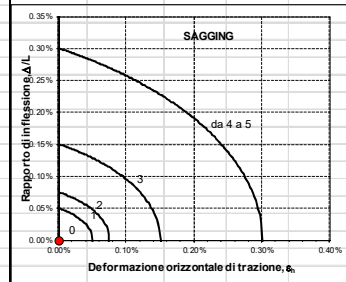
**Analisi di rischio - Sezione trasversale - Galleria Trinacria**



DATI DI INPUT						
GALLERIE			MANUFATTO			
SX	DX	Altezza fuori terra (m)	8	Lunghezza pali (m)	-	
Diametro (m)	9.400	9.400	Altezza totale (m)	11	Profondità cedimenti (m)	3
Copertura in calotta (m)	46.30	46.30	Lunghezza (m)	24	Struttura portante	Muratura
Perdita di volume al fronte	0.50%	0.50%	Profondità fondazioni (m)	3	E/G	2.6
Parametro k	0.50	0.50	Tipologia fondazioni	Dirette	Categoria	A

RISULTATI E VERIFICHE					
GRANDEZZE CINEMATICHE E CATEGORIA DI DANNO (Boscardin & Cording, 1989)					
	Valore massimo	Valore ammissibile		Valore massimo	Valore ammissibile
Cedimento, w (mm)	5.54	-	Rotazione, $\theta$	5.493E-05	1.6205
Cedimento differenziale, $\delta$ (mm)	0.53	-	Distorsione angolare, $\beta$	5.769E-05	1.0335

ZONA DI SAGGING		ZONA DI HOGGING	
	Valore massimo	Valore ammissibile	Valore ammissibile
Rapporto di inflessione, $\Delta/L$	0.000%	-	0.00%
Deformazione orizzontale, $\epsilon_x$	0.000%	-	0.005%
Deformazione di allungamento, $\epsilon_{all}$	0.000%	-	0.007%
Categoria di danno	0	-	0



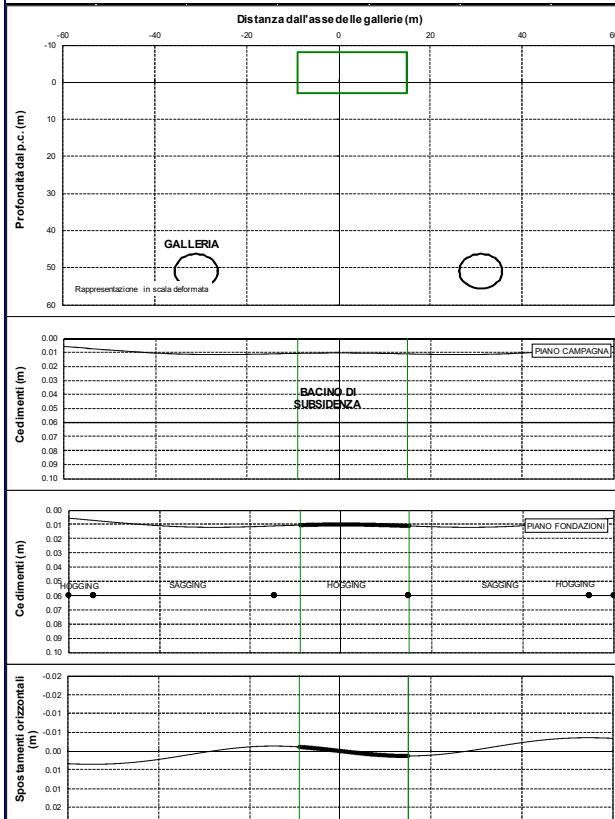
Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
RS3U 40D07 CL GN 00 00 001 C 39 di 43

**VALUTAZIONE DEL DANNO INDOTTO SUI MANUFATTI DAGLI SCAVI IN SOTTERRANEO**

**EDIFICIO 2**

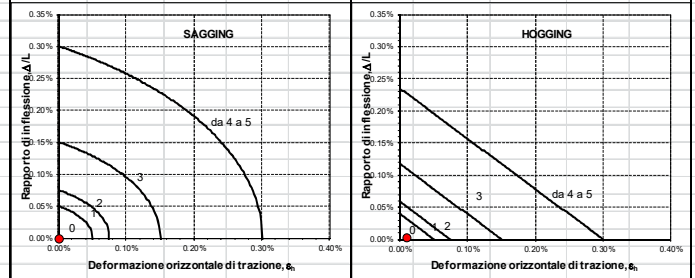
**Analisi di rischio - Sezione trasversale - Galleria Trinacria**



DATI DI INPUT						
GALLERIE			MANUFATTO			
	SX	DX	Altezza fuori terra (m)		8	Lunghezza pali (m)
Diametro (m)	9.400	9.400	Altezza totale (m)		11	Profondità cedimenti (m)
Copertura in calotta (m)	46.30	46.30	Lunghezza (m)		24	Struttura portante
Perdita di volume al fronte	100%	100%	Profondità fondazioni (m)		3	E/G
Parametro k	0.50	0.50	Tipologia fondazioni		Dirette	Categoria
						A

RISULTATI E VERIFICHE					
GRANDEZZE CINEMATICHE E CATEGORIA DI DANNO (Boscardin & Cording, 1989)					
	Valore massimo	Valore ammissibile		Valore massimo	Valore ammissibile
Cedimento, w (mm)	1108	-	Rotazione, $\theta$	1099E-04	19102
Cedimento differenziale, $\delta$ (mm)	106	-	Distorsione angolare, $\beta$	154E-04	18667

ZONA DI SAGGING			ZONA DI HOGGING		
	Valore massimo	Valore ammissibile		Valore massimo	Valore ammissibile
Rapporto di inflessione, $\Delta/L$	0.000%	-	Rapporto di inflessione, $\Delta/L$	0.003%	-
Deformazione orizzontale, $\epsilon_x$	0.000%	-	Deformazione orizzontale, $\epsilon_x$	0.010%	-
Deformazione di allungamento, $\epsilon_{all}$	0.000%	-	Deformazione di allungamento, $\epsilon_{all}$	0.014%	-
Categoria di danno	0	-	Categoria di danno	0	-



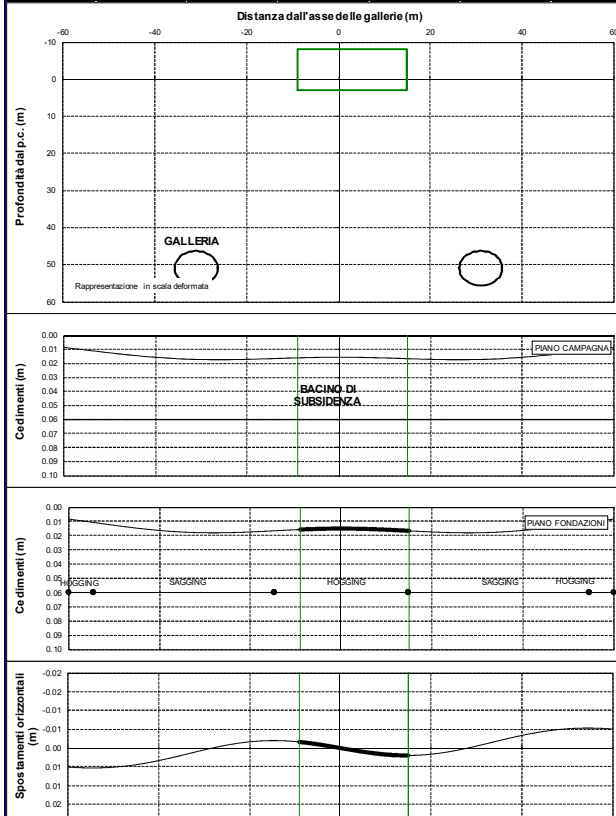
Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
RS3U 40D07 CL GN 00 00 001 C 40 di 43

**VALUTAZIONE DEL DANNO INDOTTO SUI MANUFATTI DAGLI SCAVI IN SOTTERRANEO**

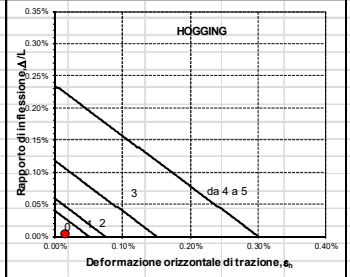
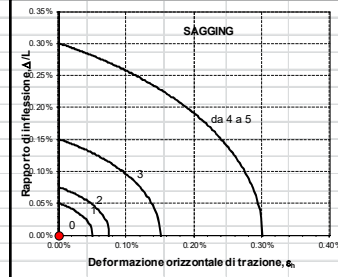
**EDIFICIO 2**

**Analisi di rischio - Sezione trasversale - Galleria Trinacria**



DATI DI INPUT						
GALLERIE			MANUFATTO			
SX	DX	Altezza fuori terra (m)	8	Lunghezza pali (m)	-	
Diametro (m)	9.400	9.400	Altezza totale (m)	11	Profondità cedimenti (m)	3
Copertura in calotta (m)	46.30	46.30	Lunghezza (m)	24	Struttura portante	Muratura
Perdita di volume al fronte	150%	150%	Profondità fondazioni (m)	3	E/G	2.6
Parametro k	0.50	0.50	Tipologia fondazioni	Dirette	Categoria	A

RISULTATI E VERIFICHE					
GRANDEZZE CINEMATICHE E CATEGORIA DI DANNO (Boscardin & Cording, 1989)					
	Valore massimo	Valore ammissibile		Valore massimo	Valore ammissibile
Cedimento, w (mm)	6.61	-	Rotazione, $\theta$	1648E-04	16068
Cedimento differenziale, $\delta$ (mm)	159	-	Distorsione angolare, $\beta$	173E-04	15778
ZONA DI SAGGING			ZONA DI HOGGING		
	Valore massimo	Valore ammissibile		Valore massimo	Valore ammissibile
Rapporto di inflessione, $\Delta/L$	0.000%	-	Rapporto di inflessione, $\Delta/L$	0.004%	-
Deformazione orizzontale, $\epsilon_x$	0.000%	-	Deformazione orizzontale, $\epsilon_x$	0.015%	-
Deformazione di allungamento, $\epsilon_{all}$	0.000%	-	Deformazione di allungamento, $\epsilon_{all}$	0.021%	-
Categoria di danno	0	-	Categoria di danno	0	-





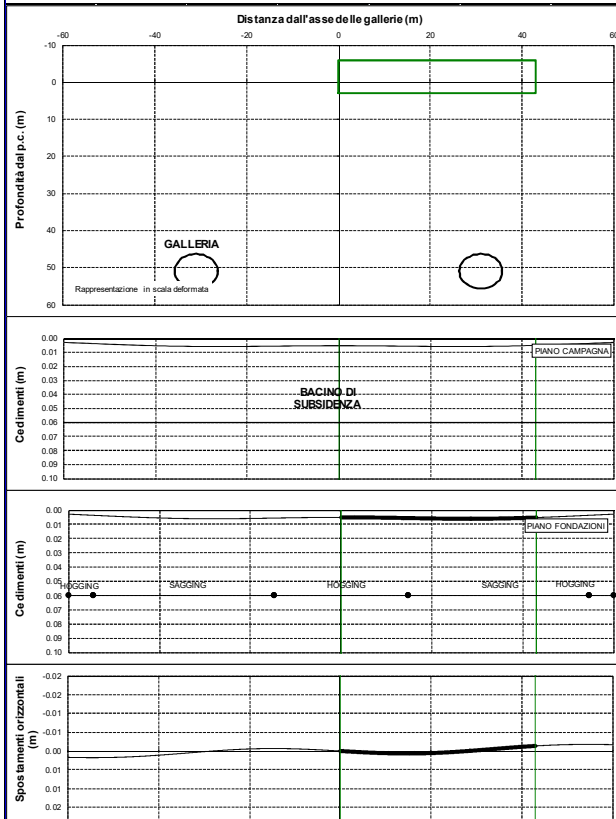
Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
RS3U 40D07 CL GN 00 00 001 C 41 di 43

**VALUTAZIONE DEL DANNO INDOTTO SUI MANUFATTI DAGLI SCAVI IN SOTTERRANEO**

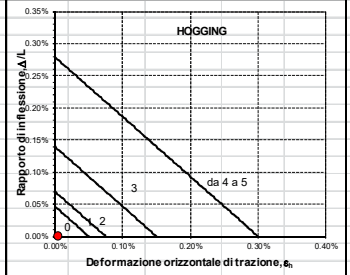
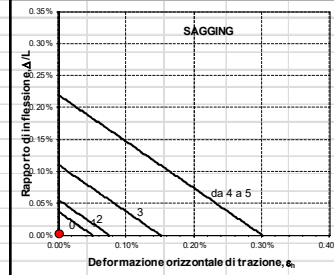
**EDIFICIO 3**

**Analisi di rischio - Sezione trasversale - Galleria Trinacria**



DATI DI INPUT						
GALLERIE			MANUFATTO			
SX	DX	Altezza fuori terra (m)	6	Lunghezza pali (m)	-	
Diametro (m)	9.400	9.400	Altezza totale (m)	9	Profondità cedimenti (m)	3
Copertura in calotta (m)	46.30	46.30	Lunghezza (m)	43	Struttura portante	Muratura
Perdita di volume al fronte	0.50%	0.50%	Profondità fondazioni (m)	3	E/G	2.6
Parametro k	0.50	0.50	Tipologia fondazioni	Dirette	Categoria	A

RISULTATI E VERIFICHE					
GRANDEZZE CINEMATICHE E CATEGORIA DI DANNO (Boscardin & Cording, 1989)					
	Valore massimo	Valore ammissibile		Valore massimo	Valore ammissibile
Cedimento, w (mm)	6.00	-	Rotazione, $\theta$	1.02E-04	1.89%
Cedimento differenziale, $\delta$ (mm)	0.99	-	Distorsione angolare, $\beta$	1.52E-04	1.867%
ZONA DI SAGGING			ZONA DI HOGGING		
	Valore massimo	Valore ammissibile		Valore massimo	Valore ammissibile
Rapporto di inflessione, $\Delta/L$	0.002%	-	Rapporto di inflessione, $\Delta/L$	0.00%	-
Deformazione orizzontale, $\epsilon_x$	0.000%	-	Deformazione orizzontale, $\epsilon_x$	0.004%	-
Deformazione di allungamento, $\epsilon_{all}$	0.003%	-	Deformazione di allungamento, $\epsilon_{all}$	0.005%	-
Categoria di danno	0	-	Categoria di danno	0	-



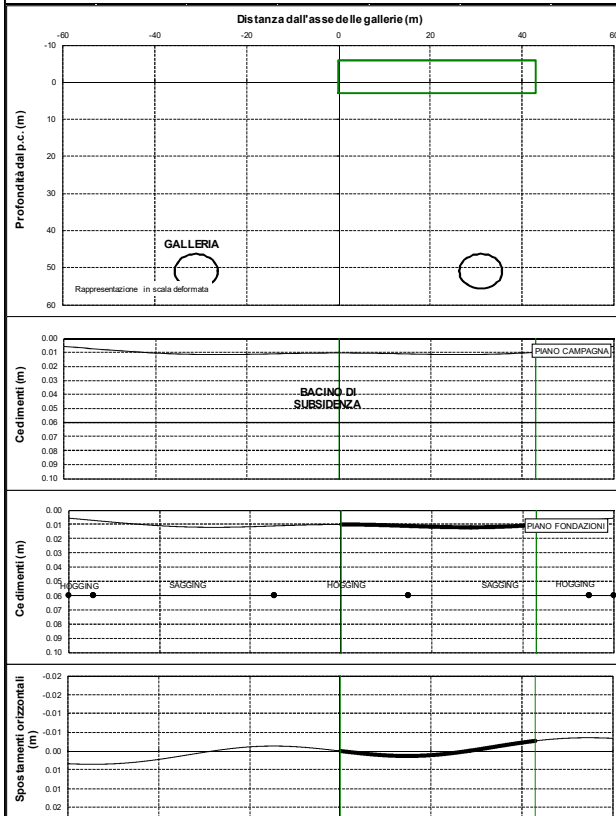
Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
RS3U 40D07 CL GN 00 00 001 C 42 di 43

**VALUTAZIONE DEL DANNO INDOTTO SUI MANUFATTI DAGLI SCAVI IN SOTTERRANEO**

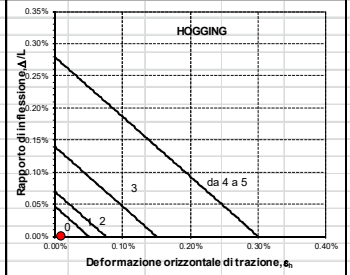
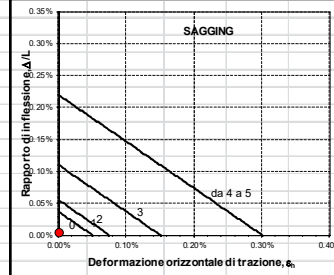
**EDIFICIO 3**

**Analisi di rischio - Sezione trasversale - Galleria Trinacria**



DATI DI INPUT						
GALLERIE			MANUFATTO			
SX	DX	Altezza fuori terra (m)	6	Lunghezza pali (m)	-	
9.400	9.400	Altezza totale (m)	9	Profondità cedimenti (m)	3	
Copertura in calotta (m)	46.30	46.30	Lunghezza (m)	43	Struttura portante	Muratura
Perdita di volume al fronte	100%	100%	Profondità fondazioni (m)	3	E/G	2.6
Parametro k	0.50	0.50	Tipologia fondazioni	Dirette	Categoria	A

RISULTATI E VERIFICHE					
GRANDEZZE CINEMATICHE E CATEGORIA DI DANNO (Boscardin & Cording, 1989)					
	Valore massimo	Valore ammissibile		Valore massimo	Valore ammissibile
Cedimento, w (mm)	12.01	-	Rotazione, $\theta$	2.244E-04	14457
Cedimento differenziale, $\delta$ (mm)	199	-	Distorsione angolare, $\beta$	2.304E-04	14340
ZONA DI SAGGING			ZONA DI HOGGING		
	Valore massimo	Valore ammissibile		Valore massimo	Valore ammissibile
Rapporto di inflessione, $\Delta/L$	0.0025%	-	Rapporto di inflessione, $\Delta/L$	0.00%	-
Deformazione orizzontale, $\epsilon_x$	0.000%	-	Deformazione orizzontale, $\epsilon_x$	0.000%	-
Deformazione di allungamento, $\epsilon_{all}$	<b>0.007%</b>	-	Deformazione di allungamento, $\epsilon_{all}$	<b>0.01%</b>	-
Categoria di danno	0	-	Categoria di danno	0	-



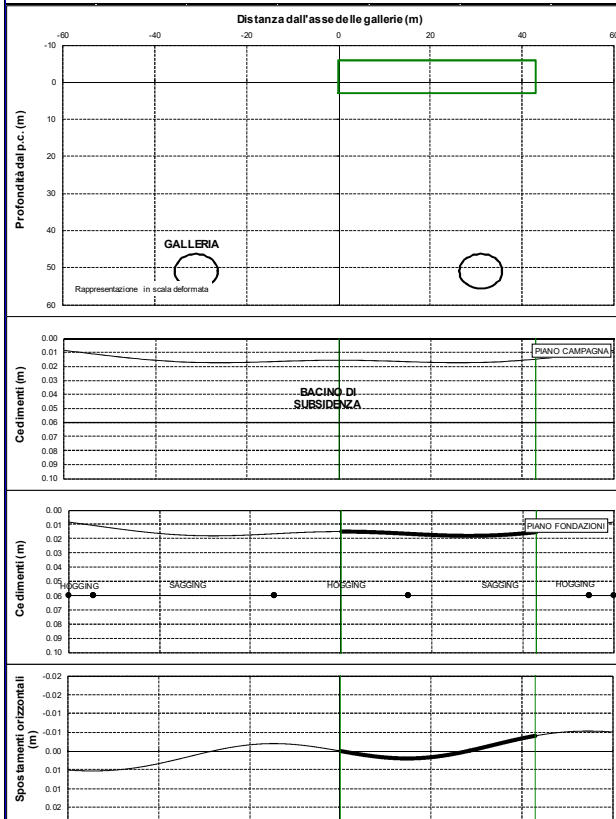
Relazione sulla valutazione delle subsidenze e verifica degli effetti indotti sulle interferenze in superficie

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
RS3U 40D07 CL GN 00 00 001 C 43 di 43

**VALUTAZIONE DEL DANNO INDOTTO SUI MANUFATTI DAGLI SCAVI IN SOTTERRANEO**

**EDIFICIO 3**

**Analisi di rischio - Sezione trasversale - Galleria Trinacria**



DATI DI INPUT						
GALLERIE			MANUFATTO			
SX	DX	Altezza fuori terra (m)	6	Lunghezza pali (m)	-	
9.400	9.400	Altezza totale (m)	9	Profondità cedimenti (m)	3	
Diametro (m)	46.30	46.30	Lunghezza (m)	43	Struttura portante	Muratura
Copertura in calotta (m)	150%	150%	Profondità fondazioni (m)	3	E/G	2.6
Perdita di volume al fronte	0.50	0.50	Tipologia fondazioni	Dirette	Categoria	A

RISULTATI E VERIFICHE					
GRANDEZZE CINEMATICHE E CATEGORIA DI DANNO (Boscardin & Cording, 1989)					
	Valore massimo	Valore ammissibile		Valore massimo	Valore ammissibile
Cedimento, w (mm)	8.01	-	Rotazione, $\theta$	3.365E-04	12971
Cedimento differenziale, $\delta$ (mm)	2.98	-	Distorsione angolare, $\beta$	3.457E-04	12893

ZONA DI SAGGING		ZONA DI HOGGING	
	Valore massimo	Valore ammissibile	Valore ammissibile
Rapporto di inflessione, $\Delta/L$	0.007%	-	0.002%
Deformazione orizzontale, $\epsilon_x$	0.000%	-	0.013%
Deformazione di allungamento, $\epsilon_{all}$	0.016%	-	0.016%
Categoria di danno	0	-	0

