

# S.S. 51 "di Alemagna" Provincia di Belluno

## Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021

Attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore

### PROGETTO ESECUTIVO

COD.  
**VE 9172**

**RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:**

Dott. Ing. Paolo Mazzalai  
Ord. Ingg. Prov. di Trento n° 626

**CAPOGRUPPO MANDATARIA:**

Systra SWS Engineering Spa

**SYSTRA**  
SWS

ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROV. DI TRENTO  
dott. ing. PAOLO MAZZALAI  
ISCRIZIONE ALBO N° 626



**IL GEOLOGO:**

Dott. Geol. Massimo Pietrantoni  
Ordine dei Geologi Regione Lazio n. A738

**IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:**

Dott. Ing. Alberto Palombarini  
Ord. Ingg. Prov. di Padova n°3174

**MANDANTE:**

Net Engineering

Vams Ingegneria

**NET**ENGINEERING

**VAMS** Ingegneria

**VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:**

Dott. Ing. Ettore De Cesbron De La Grennelais

## GALLERIA NATURALE Analisi Effetti Indotti

Relazione sui fabbricati interferiti e Calcolo effetti indotti

CODICE PROGETTO		NOME FILE			REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO N. PROG.	T00_GN02_STR_RE01				
<b>MSVE14</b>	<b>E 2103</b>	CODICE ELAB.	<b>T00GN02STRRE01</b>		<b>B</b>	-
<b>B</b>	Emissione a seguito di istruttoria	02.2022	B.SPINA	S.AGRESTI	P.MAZZALAI	
<b>A</b>	Emissione	12/2021	B.SPINA	S.AGRESTI	P.MAZZALAI	
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>3</b>
	<b>GENERALITA'</b>	<b>3</b>
1.1	OGGETTO SPECIFICO DEL DOCUMENTO	4
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI PROGETTUALI DI BASE</b>	<b>7</b>
2.1	PROGETTO PD ANAS 2020	7
<b>3</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	<b>9</b>
3.1	NORMATIVE NAZIONALI	9
3.2	RACCOMANDAZIONI	9
3.3	LINEE GUIDA ANAS	10
<b>4</b>	<b>ELABORATI DI RIFERIMENTO</b>	<b>11</b>
4.1	ELABORATI DI PROGETTO ESECUTIVO ANALISI EFFETTI INDOTTI	11
<b>5</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE NUOVE OPERE</b>	<b>12</b>
5.1	Galleria Naturale	12
<b>6</b>	<b>STUDIO DELLA SUBSIDENZA</b>	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>MODALITA' DI VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI INDOTTI</b>	<b>15</b>
7.1	Cedimenti indotti dallo scavo delle gallerie	15

<b>8</b>	<b>MODALITA' DI VALUTAZIONE DEL DANNEGGIAMENTO SUGLI EDIFICI</b>	<b>24</b>
<b>8.1</b>	<b>Dati di base per l'analisi</b>	<b>24</b>
8.1.1	Galleria	24
<b>8.2</b>	<b>Metodo di Burland per l'analisi dei cedimenti indotti e del danneggiamento</b>	<b>25</b>
8.2.1	Schematizzazione dei fabbricati interferenti	25
8.2.2	Deformazioni indotte sui fabbricati interferiti	25
8.2.3	Osservazioni	32
8.2.4	Criteri generali di valutazione della classe di Danno dei corpi di fabbrica	33
<b>8.3</b>	<b>Metodo di Rankin per l'analisi dei cedimenti indotti e del danneggiamento</b>	<b>33</b>
<b>8.4</b>	<b>Vulnerabilità degli edifici e definizione della categoria di rischio</b>	<b>36</b>
8.4.1	Building condition survey (bcs)	36
8.4.2	Building risk assessment (bra)	39
<b>9</b>	<b>RISULTATI DELLE ANALISI</b>	<b>42</b>
<b>9.1</b>	<b>Analisi degli edifici interferenti con la galleria</b>	<b>42</b>
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>44</b>
<b>11</b>	<b>ALLEGATI</b>	<b>45</b>
<b>11.1</b>	<b>Schede di analisi con teoria di Burland</b>	<b>46</b>
<b>11.2</b>	<b>Valutazione dell'indice di vulnerabilità</b>	<b>47</b>

## 1 INTRODUZIONE

### **GENERALITA'**

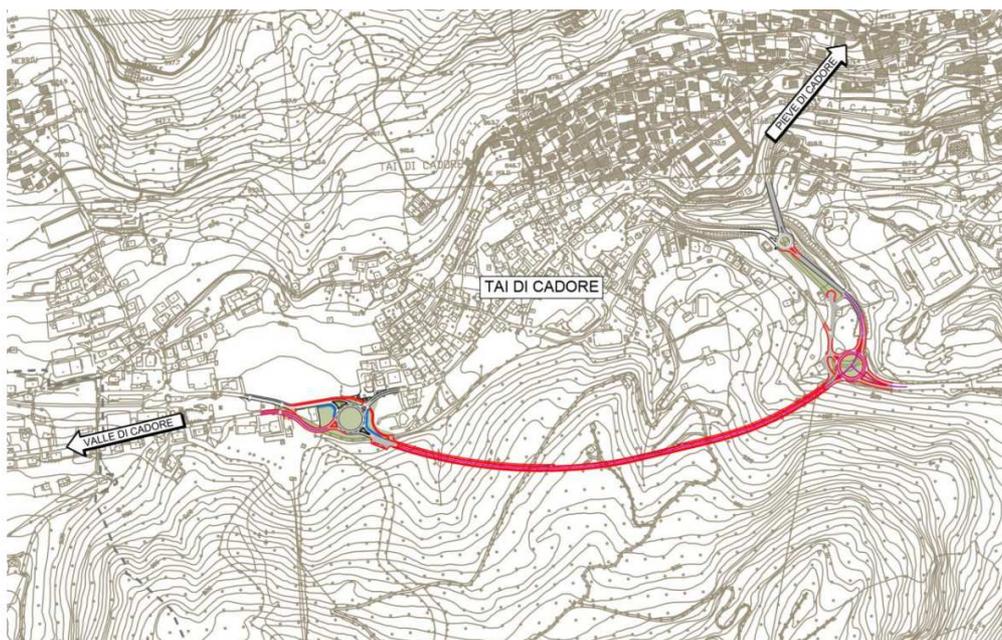
Il presente documento costituisce parte integrante del Progetto Esecutivo dell'infrastruttura **"S51 "di Alemagna" Attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore"** con codice ANAS VE014, con riferimento alla fase di Progettazione Esecutiva.

L'infrastruttura in oggetto sarà costituita da un asse stradale tipo C2, in variante all'attuale SS 51 "di Alemagna" che consentirà di by-passare un tratto particolarmente critico dell'attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore (BL).

Il progetto di attraversamento dell'abitato di Tai di Cadore si inserisce nel contesto del Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021.

In particolare, l'intervento si propone di realizzare una galleria e relativi svincoli per il superamento dell'abitato di Tai di Cadore, con lo scopo di ridurre il flusso veicolare nel centro abitato e garantire una maggiore sicurezza della rete stradale interessata.

La galleria Tai di Cadore presenta una lunghezza di circa 983m con coperture massime dell'ordine di 65m, sottopassando le località Manzago e Le Verte.



**Figura 1 – Planimetria di progetto del tracciato stradale**

Il progetto di variante all'abitato non interessa nodi rilevanti di viabilità extraurbana; in tratto sotteso interessa in sostanza alcune intersezioni a raso con viabilità comunale urbana che rimane utilmente collegata al tratto declassato che diventerà, ad opere ultimate, parte integrante della rete urbana comunale di Tai di Cadore.

L'itinerario in esame non è compreso nel sistema delle reti transeuropee dei trasporti (TEN).

Il nuovo tracciato stradale è caratterizzato per una parte considerevole da opere in sotterraneo, ed in particolare da una Galleria Naturale di lunghezza circa 851 m, comprendendo anche i tratti di imbocchi in artificiale Ovest ed Est di lunghezza rispettivamente 90 m e 42 m.

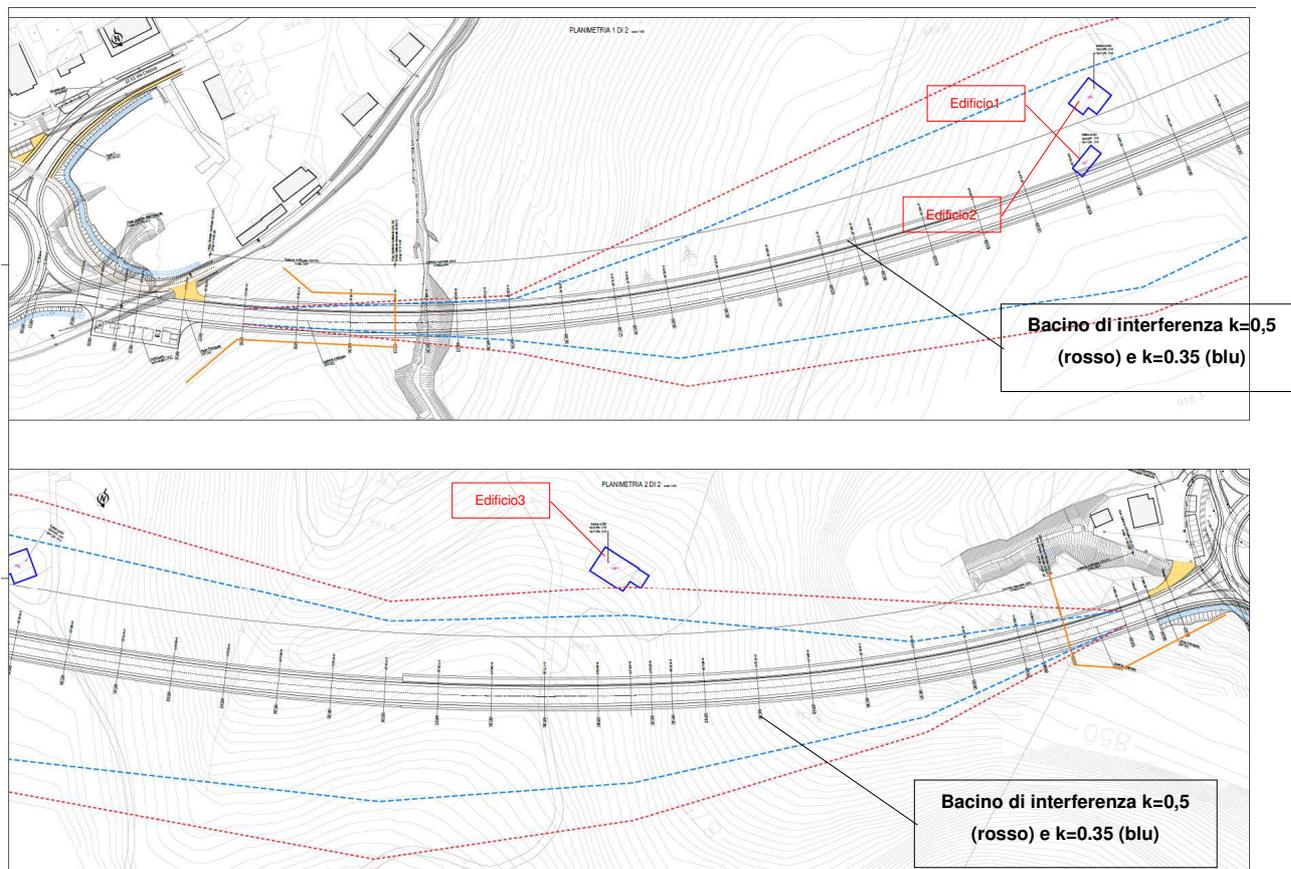
L'infrastruttura di progetto è completata con una connessione a sud-est, del centro abitato Tai di Cadore, con la SS 51 bis ed un raccordo con il tracciato storico della SS 51, ad ovest del centro abitato di Tai di

L'opera sarà completata dalle dotazioni impiantistiche ed idrauliche a supporto del tracciato stradale.

## **1.1 OGGETTO SPECIFICO DEL DOCUMENTO**

In particolare, il presente documento ha la finalità di illustrare l'analisi degli effetti indotti sugli edifici e le infrastrutture interferenti con le opere. Sono stati individuate le seguenti strutture, ricadenti nelle zone sottoposte a cedimento:

- 3 edifici posti in vicinanza alla galleria naturale e contenuti nel bacino di subsidenza (Ed. 1, 2, 3)



**Figura 2 – Planimetria con ubicazione degli edifici e delle infrastrutture interferenti**

L'estensione della galleria naturale è pari a 851 m, il bacino di subsidenza per individuare le preesistenze interferenti è stato definito considerando due tipologie differenti di terreno. Un terreno di tipo sciolto, che fornisce il coefficiente di flessione della curva di subsidenza  $k=0.35$ , e un terreno avente caratteristiche di coerenza, per rappresentare la presenza di orizzonti rocciosi, che fornisce il coefficiente  $k=0.50$ . La prima configurazione determina spostamenti verticali maggiori, con minor estensione della zona soggetta a subsidenza, mentre la seconda configurazione presenta una zona soggetta a subsidenza più estesa, con valori di cedimento minori.

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; sono state redatte schede fabbricati li dove è stato possibile avere l'accesso.

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 sottoterraneo (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 sottoterraneo in seguito ai cedimenti del terreno utilizzando un procedimento semiempirico (Burland, 1995; Mair, Taylor, Burland, 1996) che trascura conservativamente la rigidità degli edifici.

Tutte le infrastrutture analizzate nel presente studio saranno mantenute sotto osservazione in fase di realizzazione dell'opera attraverso un sistema di monitoraggio geotecnico-strutturale, volto a confermare il comportamento deformativo previsto. Si rimanda agli elaborati di progetto relativi al sistema di monitoraggio.

## 2 RIFERIMENTI PROGETTUALI DI BASE

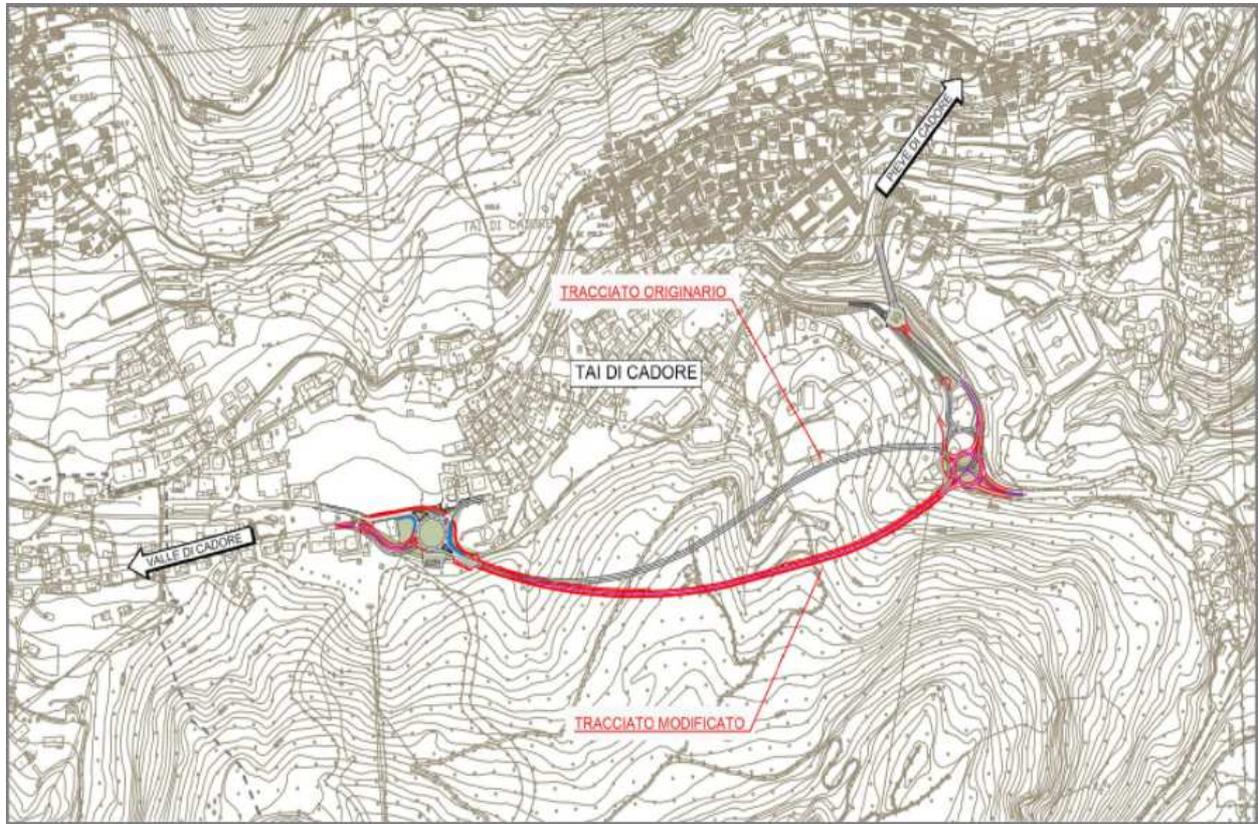
### 2.1 PROGETTO PD ANAS 2020

Punto di partenza del presente Progetto Esecutivo, è il Progetto Definitivo sviluppato da ANAS nel 2020, con l'assistenza alla progettazione di professionisti esterni.

Rispetto al Progetto Definitivo ANAS sono state operate alcune modifiche locali al tracciato planimetrico, nel seguito brevemente descritte:

- modesto spostamento della rotatoria est in direzione Longarone per tener conto della nuova posizione dell'imbocco est della galleria e migliorare l'organizzazione degli innesti alle preesistenze
- riorganizzazione funzionale della rotatoria est garantendo un accesso dedicato alla strada comunale (Via delle Piazze) che attualmente si innesta sulla S.S. 51; da tale ramo viene assicurato un collegamento dedicato anche ai fabbricati esistenti
- eliminazione con rinaturalizzazione dell'attuale ramo della S.S. 51 in discesa da Tai
- spostamento del tracciato della galleria con eliminazione della via di fuga intermedia: l'imbocco est si sposta verso valle di circa 85,00 ml, mentre quello ovest rimane nell'identica posizione
- modifica della sezione tipologica della galleria in cui viene inserito su circa 2/3 del suo sviluppo longitudinale - per ragioni di sicurezza e a causa della soppressione della via di fuga - un cunicolo di sicurezza
- spostamento del locale tecnico a servizio della galleria in posizione più defilata e prossima all'imbocco ovest
- rieditazione del braccio di innesto/uscita dalla rotatoria ovest della S.S. 51 lato Cortina per garantire un miglioramento delle condizioni di accesso all'attività commerciale esistente (Ski Bar).

Dal punto di vista del progetto geotecnico, sono state modificate ottimizzandole, le sezioni di scavo della galleria naturale, le sezioni delle paratie in corrispondenza degli imbocchi e dell'opera di sostegno di valle dell'imbocco lato Cortina.



**Figura 3 – Confronto planimetrie tracciato**

## 3 RIFERIMENTI NORMATIVI

### 3.1 **NORMATIVE NAZIONALI**

- Legge 109/94, La nuova legge quadro in materia di lavori pubblici - Legge 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modifiche ed integrazioni.
- D.P.R. 34 - 25/01/00 Regolamento recante istituzione del sistema di qualificazione per gli esecutori di lavori pubblici, ai sensi dell'articolo 8 della legge 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modificazioni.
- D.M. 145 - 19/04/00 Regolamento recante il Capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici, ai sensi dell'articolo 3, comma 5, della legge 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modificazioni.
- DM 17-01-2018 - Decreto Ministero delle Infrastrutture e Trasporti 17/01/2018, "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni";
- C.S.LL.PP., Circolare n°ccc del 24/02/2018, "Istruzioni per l'applicazione delle "nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 17/01/2018";
- Nuovo Codice della Strada – DL 30 Aprile 1992 e successive modifiche e integrazioni;
- Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada – DPR 16 Dicembre 1992 e successive modifiche e integrazioni;
- Norme Funzionali e Geometriche per la costruzione delle strade – DM 5 Novembre 2001 e successive modifiche e integrazioni (D.M. 22/04/2004).
- Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali – D.M. 19 aprile 2006;
- Norme sulle caratteristiche geometriche e di traffico delle intersezioni stradali urbane – Norme Tecniche CNR 15 Aprile 1983 N. 90;
- Norme sulle caratteristiche funzionali e geometriche delle intersezioni stradali (bozza 2001) – a cura della Commissione di studio per le Norme relative ai materiali stradali e progettazione, costruzione e manutenzione strade del CNR.

### 3.2 **RACCOMANDAZIONI**

- UNI EN 14487-1:2006, "Calcestruzzo proiettato – parte 1: definizioni, specificazioni e conformità";
- UNI EN 14487-2:2006, "Calcestruzzo proiettato – parte 2: esecuzione";
- UNI EN 206-1 2006, "Calcestruzzo – parte 1: specificazione, prestazione, produzione e conformità".

### **3.3 LINEE GUIDA ANAS**

- Linee Guida per la progettazione della Sicurezza nelle Gallerie Stradali secondo la normativa vigente (ANAS 2009).
- Caratteristiche Geometriche Funzionali delle Gallerie.

## 4 ELABORATI DI RIFERIMENTO

### 4.1 ELABORATI DI PROGETTO ESECUTIVO ANALISI EFFETTI INDOTTI

Elenco elaborati progetto esecutivo:

T	0	0	GN	0	2	STR	RE	0	1	A	Relazione sui fabbricati interferiti e Calcolo effetti indotti
T	0	0	GN	0	2	STR	PL	0	1	A	Planimetria generale con ubicazione delle opere, dei fabbricati, delle subsidenze e individuazione delle Classi di Danno degli edifici
T	0	0	GN	0	2	STR	PL	0	2	A	Documentazione fotografica edifici e infrastrutture interferenti
T	0	0	GN	0	2	STR	PL	0	3	A	Sezioni trasversali edifici e infrastrutture interferenti

## 5 DESCRIZIONE DELLE NUOVE OPERE

Le opere interferenti con gli edifici preesistenti sono costituite dalla galleria. Considerando la distribuzione degli edifici e delle gallerie in superficie si riportano le descrizioni delle nuove opere effettivamente interagenti con preesistenze, costituite dalla galleria Naturale.

### 5.1 GALLERIA NATURALE

La struttura presenta due sezioni caratteristiche, che differiscono per la presenza in una delle due della via di fuga laterale.

La galleria è costituita da un singolo fornice bidirezionale in grado di accogliere una piattaforma stradale composta da due corsie da 3.5m più due banchine laterali di 1.25m, la presenza di un profilo re direttivo di margine permette anche di separare la sede stradale da un camminamento laterale.

La galleria si stende per uno sviluppo di circa 983m di cui 851m, circa la lunghezza del tratto in naturale, mentre i restanti 132 m corrispondono ai tratti complessivi in artificiali. Il diametro equivalente dello scavo per la sezione con via di fuga laterale è pari a 14 m, mentre per l'altra sezione senza via di fuga laterale 13 m, ed è un valore cautelativo che tiene conto del massimo ingombro di scavo delle diverse sezioni tipo applicate.

Lo scavo sarà condotto "a piena sezione", sagomando il fronte a forma concava, con freccia pari a circa 1.00 m, anche ad ogni sfondo parziale. L'abbattimento del fronte di avanzamento potrà avvenire con mezzi meccanici convenzionali quali "escavatori meccanici", per terreni incoerenti o debolmente coerenti "martelli demolitori", nel caso di rocce tenere o mediamente dure. A seguito di ciascuno sfondo, si eseguirà uno strato di spritz-beton di spessore pari a 5 cm. Lo spritz beton a fine scavo oltre che a un presidio per la sicurezza delle maestranze una condizione per garantire la stabilità del fronte durante l'esecuzione dei consolidamenti.

Nell'ambito delle tecnologie da applicare per l'esecuzione degli avanzamenti è previsto, per l'esecuzione del prerinvestimento, l'impiego di calcestruzzo proiettato, armato rete elettrosaldata, e centine metalliche.

Gli interventi di preconsolidamento del fronte di scavo, applicati nelle sezioni tipo, prevedono l'impiego della tecnologia del rinforzo strutturale mediante posa di elementi strutturali in vetroresina, cementati (al fronte).

Gli interventi di presostegno, al contorno del cavo, applicati nelle sezioni tipo B prevedono l'impiego di tubi in VTR, mentre le sezioni tipo C prevedono l'impiego di tubi in VTR e i tubi in metallici.

Il sistema di drenaggio delle acque risulta costituito da un tubo in PVC f 120 mm microfessurato e da uno strato di impermeabilizzazione costituito da un pacchetto di tessuto non tessuto e un manto in PVC.

## 6 STUDIO DELLA SUBSIDENZA

L'analisi degli effetti indotti dallo scavo delle gallerie si articola in differenti fasi di seguito indicate:

FASE 1 - Determinazione del bacino di subsidenza in condizioni di "green field"; in questa fase si determina il campo dei cedimenti verticali e spostamenti orizzontali in corrispondenza del piano di posa delle fondazioni trascurando l'effetto dell'interazione terreno struttura. La valutazione del Bacino di subsidenza è stata svolta facendo riferimento a modelli in forma chiusa (Attewel et al- 1986). Per gli scavi con paratie di sostegno gli spostamenti del terreno si valutano con la teoria di Boone & Westland;

FASE 2 – Analisi di rischio e valutazione del danno indotto sulle preesistenze in condizione di green - field; in questa seconda fase il campo di spostamenti indotti dagli scavi viene applicato al corpo di fabbricato il quale viene schematizzato come una trave a comportamento elastico alla "Thimoshenko" avente rigidezza globale paragonabile a quella dell'edificio. Quindi si sono valutati sia le deformazioni orizzontali, sia la deflessione angolare dovute al campo di cedimenti indotte sulla trave equivalente. Alla luce dei risultati di tali deformazioni sono state definite delle categorie di Danno Potenziale in accordo alla classificazione proposta da Burland e Boscardin. A seconda della classe di danno ottenuta si potrà definire se è necessario prevedere delle opere di mitigazione dei cedimenti o procedere con un'analisi di interazione terreno-struttura. I fabbricati posti a tergo delle opere provvisorie si analizzano tramite la valutazione della distorsione, con il criterio di Rankine. I limiti delle categorie di danneggiamento di Burland o Rankine che derivano dal calcolo vengono corretti tramite l'applicazione del fattore riduttivo dovuto alla vulnerabilità dell'edificio, come risulta da un'analisi dello stato strutturale ed estetico dell'opera esistente.

FASE 4 - Analisi di rischio e valutazione del danno in presenza di interazione terreno-struttura; per tutti gli edifici che presentano delle classi di danno potenziali non congruenti con lo stato di consistenza dell'edificio (in genere Classe III di Danno secondo Burland) si procederà a un'analisi della subsidenza portando in conto gli effetti dell'interazione tra fondazione dell'edificio e terreno. A valle di tale analisi si potrà definire la necessità di prevedere eventuali opere di mitigazione dei cedimenti.

## 7 MODALITA' DI VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI INDOTTI

I cedimenti indotti si calcolano in modo differenziato in base all'opera da costruire trattata. Il metodo di calcolo della subsidenza di una galleria deriva dalla teoria di Attewell (1986), mentre per il calcolo dei cedimenti indotti dalle paratie si utilizza la teoria di Boone & Westland (2005).

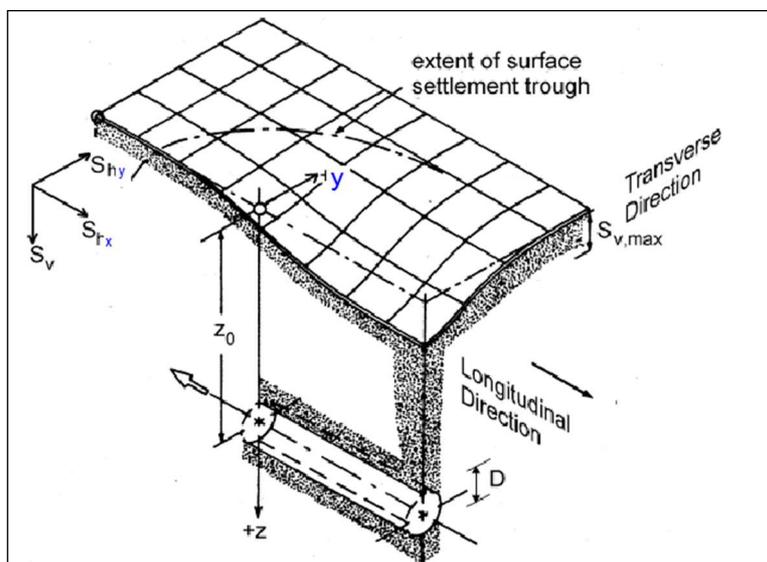
### 7.1 CEDIMENTI INDOTTI DALLO SCAVO DELLE GALLERIE

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):

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

dove:

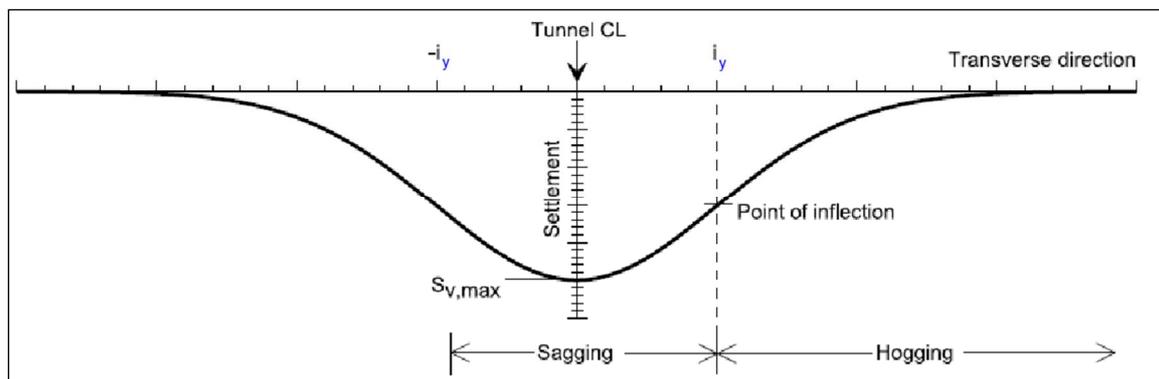
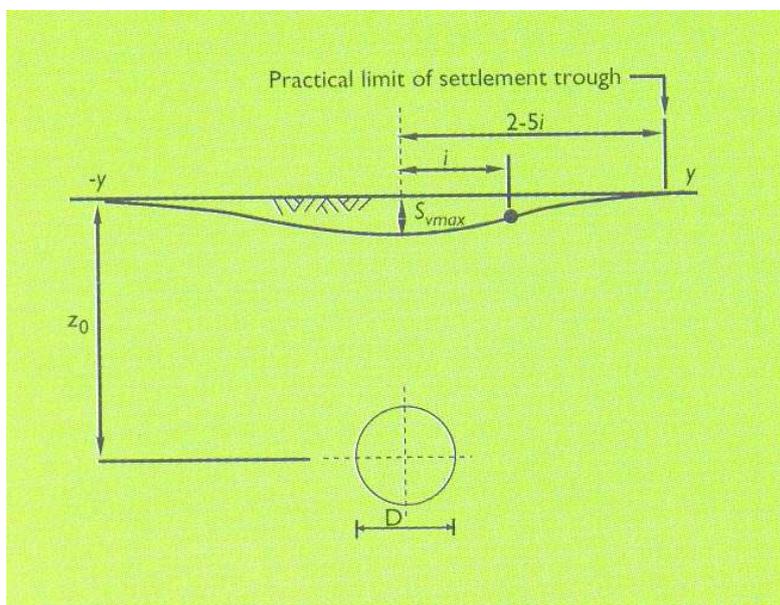
- $S_v$  = cedimento verticale nel punto posto alla distanza  $y$  dall'asse della galleria;
- $V_p$  = volume perso in superficie, durante lo scavo, per unità di lunghezza;
- $\phi$  = diametro della galleria;
- $k$  = coefficiente adimensionale dipendente dalla natura dei terreni interessati;
- $z_0$  = 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.



**Figura 4 – 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  $y = \pm 2.5 i$ .



**Figura 5 – Profilo trasversale di subsidenza (Mair, Taylor 1997)**

Sono infatti disponibili in letteratura anche relazioni che si differenziano dalla precedente, legate ad esperienze mirate in situazioni geologiche di riferimento in cui è stata monitorata la risposta nel soprassuolo all'azione di scavo, ma le numerose esperienze relative a scavi in sotterraneo in condizioni di scavo superficiale in terreni hanno fornito una buona base bibliografica per la definizione del parametro equivalente che fornisce indicazioni relativamente alla forma del profilo trasversale di subsidenza.

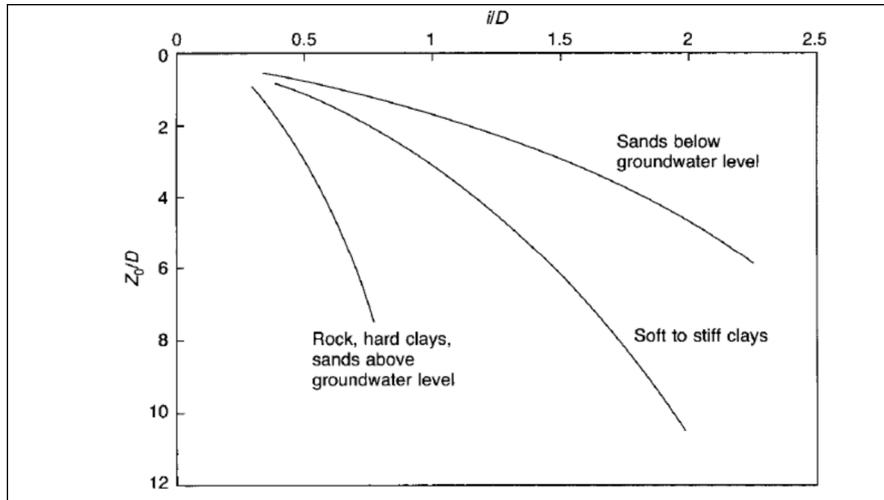


Figura 6 – Relazione fra la posizione del punto di flesso e la profondità di scavo per differenti tipi di terreni (dopo Peck, 1969; Mair e Taylor, 1997)

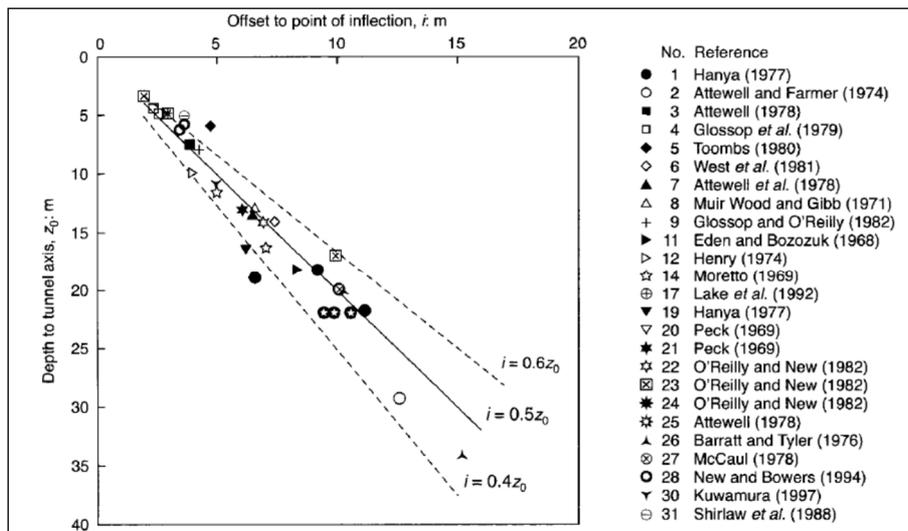
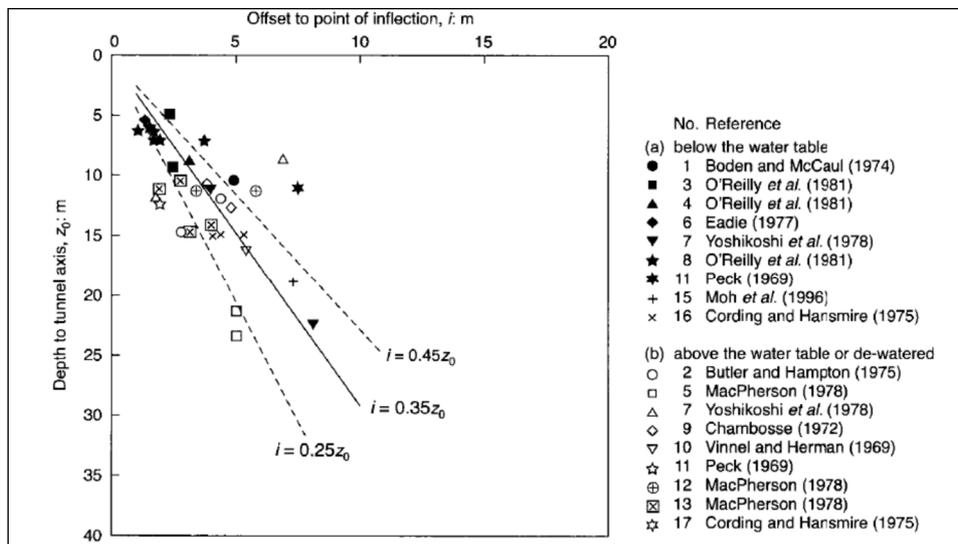


Figura 7 – Relazione fra la posizione del punto di flesso e la profondità di scavo per scavo in materiali argillosi (Mair e Taylor, 1997)



**Figura 8 – Relazione fra la posizione del punto di flesso e la profondità di scavo per scavo in materiali sabbiosi e ghiaiosi (Mair e Taylor, 1997)**

Per la caratterizzazione delle distribuzioni dei cedimenti superficiali è necessaria la definizione del parametro  $V_p$  (%) e del coefficiente  $k$  (-), parametri che uniti alle geometrie di scavo definiscono il bacino di subsidenza.

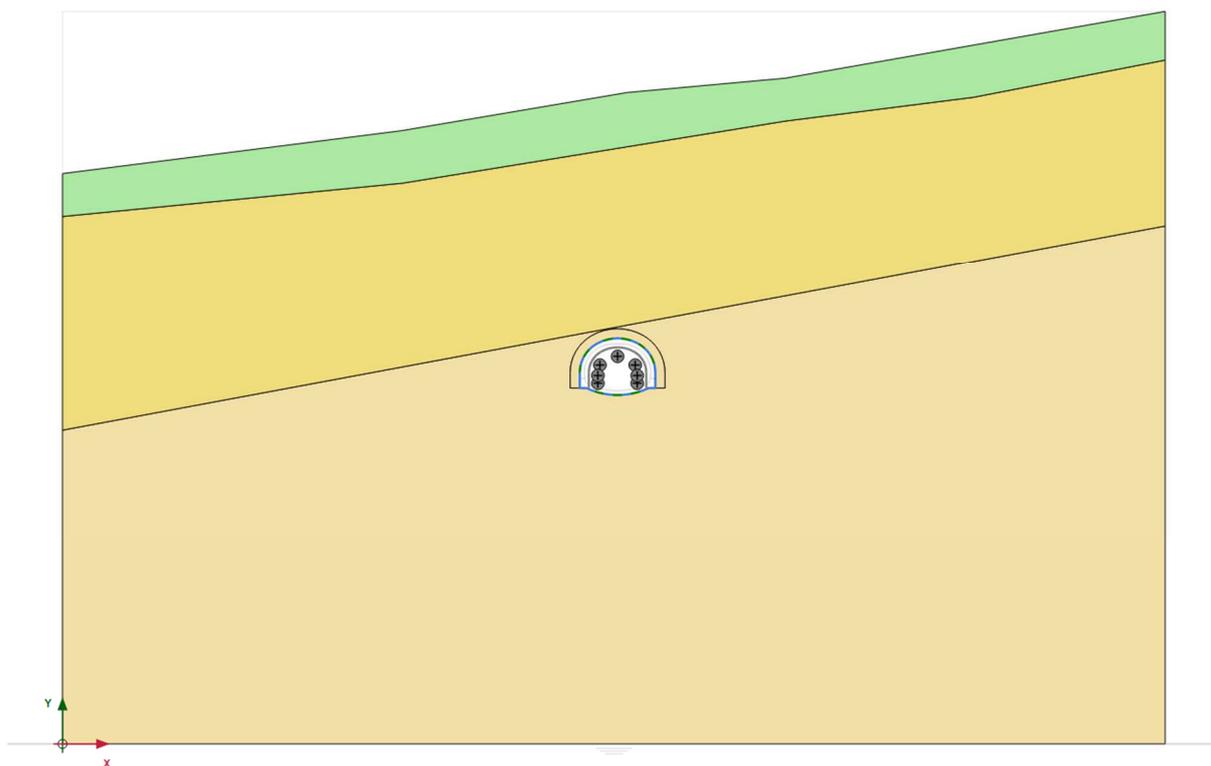
Per quanto riguarda il volume perso ( $V_p$ ), questo viene definito come il rapporto tra il volume del bacino di subsidenza misurato in superficie ed il volume teorico di scavo della galleria, misurati su una distanza unitaria fuori piano. Si precisa che il volume del bacino di subsidenza viene assunto pari all'area delimitata dalla contrazione del tunnel nel piano moltiplicata per lo sviluppo longitudinale. Solitamente il calcolo viene svolto per lo sviluppo di un metro fuori piano. I valori della perdita di volume sono generalmente scelti sulla base dell'esperienza e sui dati di monitoraggio, variabili in genere in funzione della metodologia di scavo e dalle caratteristiche del terreno. Nel caso di specie, considerando le sezioni tipo adottate (consolidate sempre al fronte e al contorno in prossimità delle interferenze) e le caratteristiche del terreno attraversato, si sono considerate le seguenti condizioni:

- Condizione di esercizio: si è considerato nelle analisi un volume perso pari a 0,8-1,2%, range che rappresenta un normale avanzamento in situazioni assimilabili a quelle della galleria in progetto e convergenze del cavo assimilabili a quelle valutate in progetto
- Condizioni limite: si è considerato un  $V_p = 1,5\%$ , valore quest'ultimo che configura già condizioni tali per cui è avvenuta una non corretta esecuzione del consolidamento o comunque si sono incontrate difficoltà di avanzamento tali da causare convergenze del cavo superiori a quanto previsto in progetto.

Per quanto riguarda il valore da attribuire alla costante K, questa dipende dalle caratteristiche dei terreni interessati dalle operazioni di scavo. In base a quanto definito dagli stessi autori e confermato dalla successiva bibliografia in merito allo studio dei fenomeni di subsidenza, possono assumersi valori variabili da 0.20 e 0.40 nelle sabbie, valori compresi tra 0.40 e 0.60 in terreni argillosi consistenti, fino a valori compresi tra 0.60 e 0.75 in terreni argillosi teneri. Dal valore di K dipende unicamente l'ampiezza del bacino di subsidenza, che risulterà tanto più esteso quanto maggiore sarà il valore attribuito al parametro K mentre, a parità di volume perso, diminuiranno i cedimenti massimi in asse galleria.

Nel caso in esame, stante le formazioni interessate dallo scavo, si è adottato un valore di  $k=0,50$  per tutti gli edifici.

Si è sviluppato mediante il software Plaxis un modello di calcolo atto a confrontare il bacino teorico di subsidenza dell'edificio 2 in funzione dei parametri  $V_p$  e  $k$  adottati in condizioni di normale avanzamento degli scavi ( $k=0.5$  e  $V_p=1.2\%$ ).

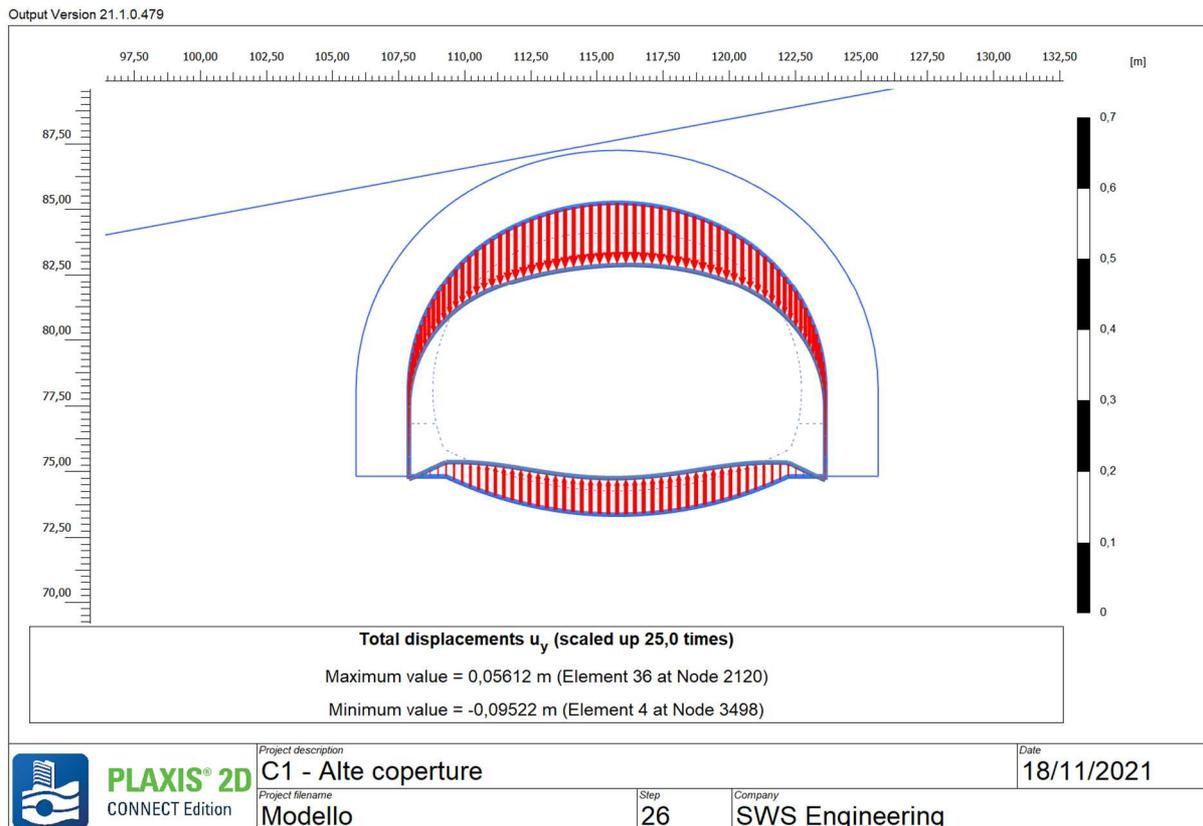


**Figura 9 – Modello rappresentativo valutazione volume perso e parametro k**

Per quanto riguarda i parametri geomeccanici adottati, le geometrie di scavo, ecc si rimanda all'elaborato T00GE01GETFG01A. Si vuole rappresentare che nonostante il profilo geotecnico raffiguri la stessa formazione litologica, l'unità geotecnica 3 è stata suddivisa in due sub unità per tener conto della variabilità dei parametri. precisando che ai fini del confronto si è proceduto in maniera iterativa ad applicare diversi

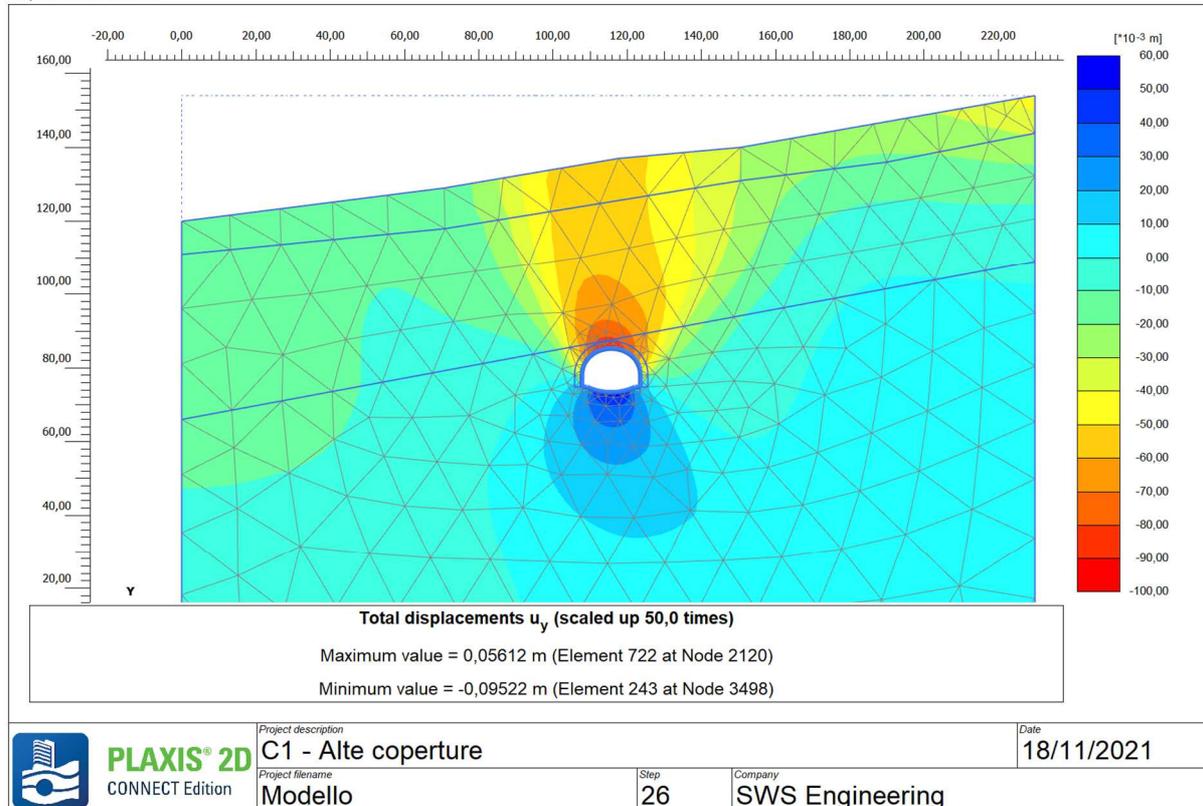
valori di contrazione del tunnel ("LineContraction") applicati al bordo scavo fino ad ottenere una convergenza media tra zona di calotta e di arco rovescio tale da raggiungere  $V_p=1.2\%$ , così da ottenere una buona corrispondenza con la formulazione teorica che prevede una convergenza radiale uniforme. Tale risultato si è raggiunto in ultimo applicando un valore di "Line contraction" pari a 1.2%

Di seguito mostriamo l'andamento degli spostamenti verticali ottenuti dalla modellazione numerica:



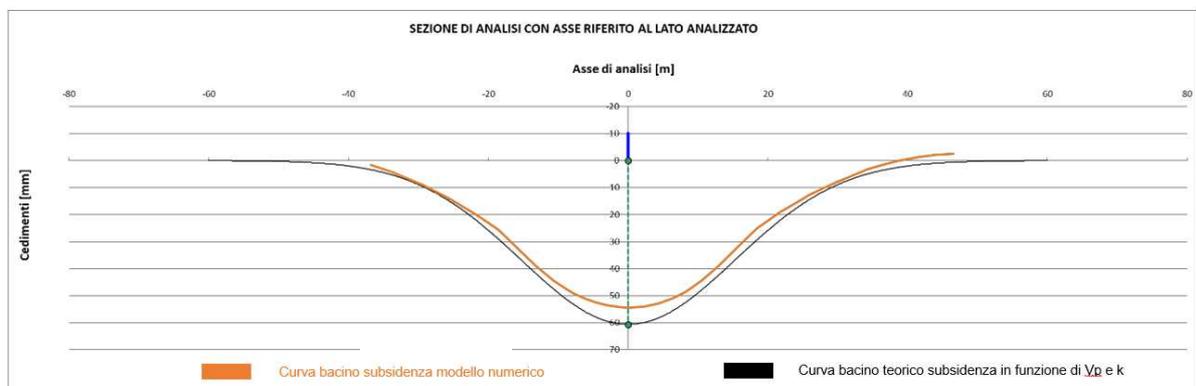
**Figura 10 – cedimenti intorno al cavo**

Output Version 21.1.0.479



**Figura 11 – Curva subsidenza – cedimenti**

Si mostra in ultimo il confronto tra la curva del bacino teorico di subsidenza in funzione dei parametri  $V_p$  e  $k$  adottati in condizioni di normale avanzamento degli scavi (curva in nero) e quanto ottenuto dal modello numerico (curva in arancione).



**Figura 12 – Fittaggio curve per  $v_p=1,2\%$   $k=0,5$**

Come si evidenzia dal confronto sopra presentato, si verifica un'ottima corrispondenza tra il bacino teorico e quello valutato mediante analisi numerica a pari Volume perso, confermando quindi la correttezza dell'assunzione del parametro  $k=0.5$  in funzione del contesto di scavo.

Di seguito un riepilogo delle assunzioni di progetto implementate nell'analisi di subsidenza :

<b>Vp (%)</b>	<b>Condizione</b>
0.8	Condizione limite di normale esercizio associata allo scavo in tradizionale.
1.2	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.
<b>k (-)</b>	<b>Terreno</b>
0.35	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**

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

<b>Parametro</b>	<b>Condizione</b>	<b>Influenza</b>
<b>Vp</b>	Crescente	Aumento proporzionale dei cedimenti.
<b>k</b>	Crescente	Graduale abbassamento ed allargamento della distribuzione dei cedimenti.

**Tabella 2 – Descrizione sintetica dell'effetto dei parametri di riferimento sulla curva di deformazione indotta**

## 8 MODALITA' DI VALUTAZIONE DEL DANNEGGIAMENTO SUGLI EDIFICI

Costruite le curve di subsidenza, si passa 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 3 edifici presenti sull'area di impronta delle future gallerie.

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.

La categoria di danno riportata nel riepilogo della relazione, per ogni edificio individuato, è quella più gravosa che si ricava dal gruppo delle analisi svolte.

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

#### 8.1.1 GALLERIA

La lunghezza del tratto in naturale è di circa 851 m con coperture massime fino a 65m.

I corpi di fabbrica identificati lungo il tracciato sono 3. In dettaglio, nel tratto compreso tra le Pk 0+500.00, circa, e le Pk 0+850.00, circa, sono presenti un gruppo di edifici ricadenti entro il bacino di subsidenza indotto dallo scavo della galleria aventi una distanza rispetto all'asse galleria di linea compresa tra 5m e 70m circa.

## 8.2 METODO DI BURLAND PER L'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.

### 8.2.1 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).

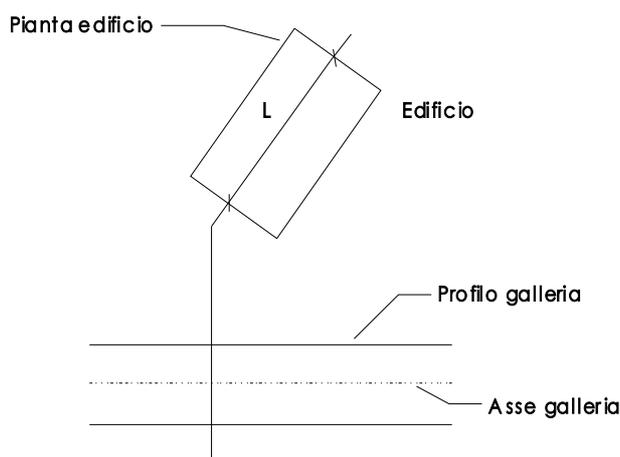


Figura 13 – Schema di riferimento per la determinazione della lunghezza dell'edificio

### 8.2.2 DEFORMAZIONI INDOTTE SUI FABBRICATI INTERFERITI

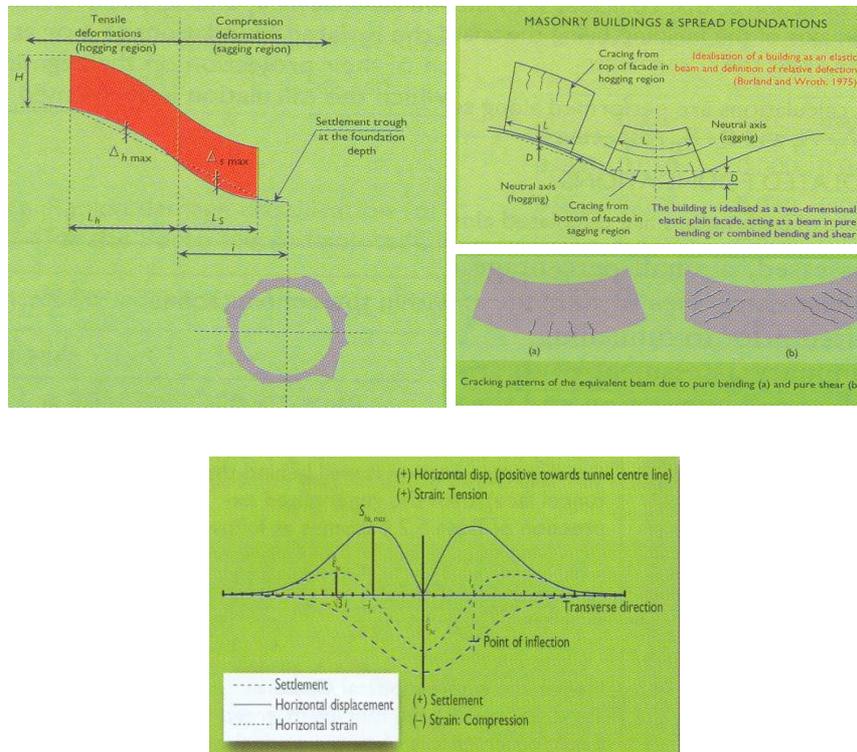
Prendendo in considerazione i movimenti del terreno sul piano trasversale alla galleria, la curva dei cedimenti si suddivide in tre zone:

- 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:  
 $y > -i$  e  $y < +i$



**Figura 14 – 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:

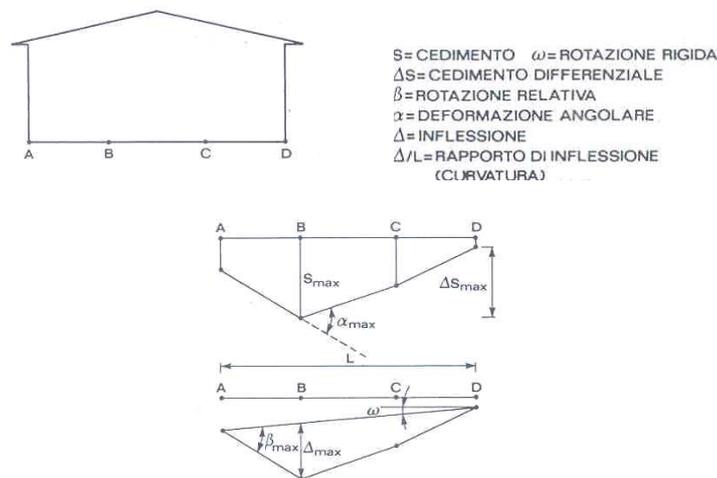
- gli spostamenti orizzontali e verticali di punti esterni ai limiti del bacino sono nulli,
- la porzione di edificio interessata dalle deformazioni è quella compresa tra i suddetti estremi.
- la nuova configurazione della trave (equivalente all'edificio) implica la mobilitazione di sollecitazioni flessionali e di taglio e corrispondenti deformazioni. Le deformazioni indotte si calcolano mediante le seguenti equazioni:

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

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

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).



**Figura 15 – Principali parametri per la definizione del danneggiamento degli edifici per fondazioni a plinti**

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:



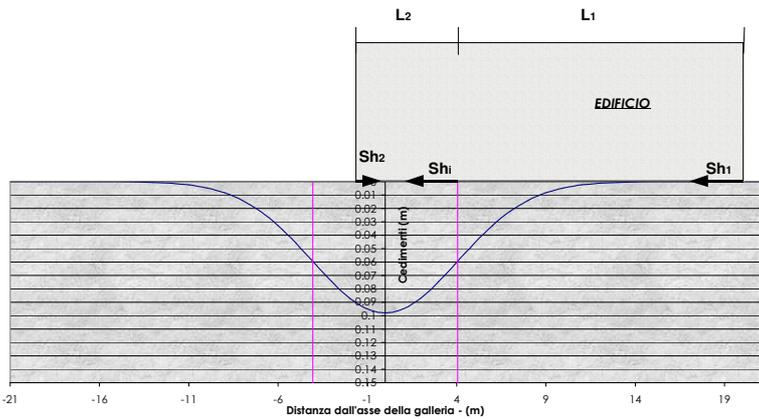
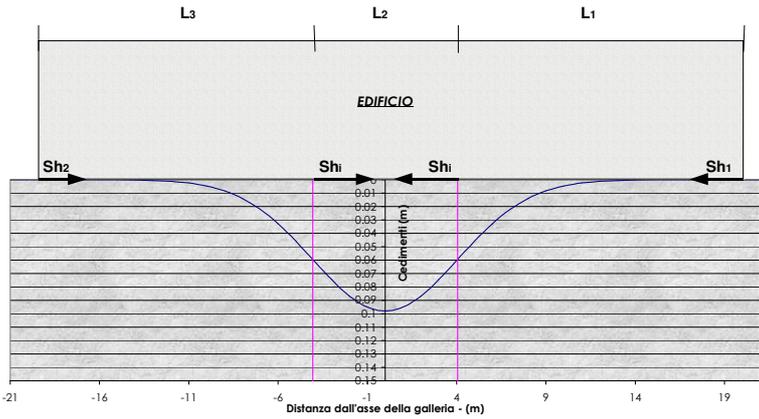
CONDIZIONE	STATO	$\Delta S_h$	$L^*$
	hogging a dx estensione $\epsilon_y > 0$	$ S_{hi}  -  S_{h1} $	$L^*_1$
	sagging compressione $\epsilon_y < 0$	$ S_{hi}  +  S_{h2} $	$L_2$
	hogging a sx estensione $\epsilon_y > 0$	0	0
	hogging a dx estensione $\epsilon_y > 0$	$ S_{hi}  -  S_{h1} $	$L^*_1$
	sagging compressione $\epsilon_y < 0$	$2 \cdot  S_{hi} $	$L_2$
	hogging a sx estensione $\epsilon_y > 0$	$ S_{hi}  -  S_{h2} $	$L^*_3$
	sagging compressione $\epsilon_y < 0$	$ S_{h1}  -  S_{h2} $	$L_2$
	hogging a sx estensione $\epsilon_y > 0$	0	0

Figura 17 – Schemi di riferimento per la definizione del parametro  $\Delta S_h$  (2/3)

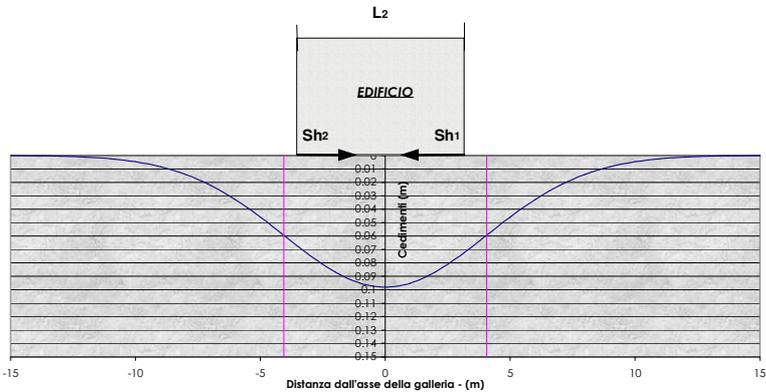
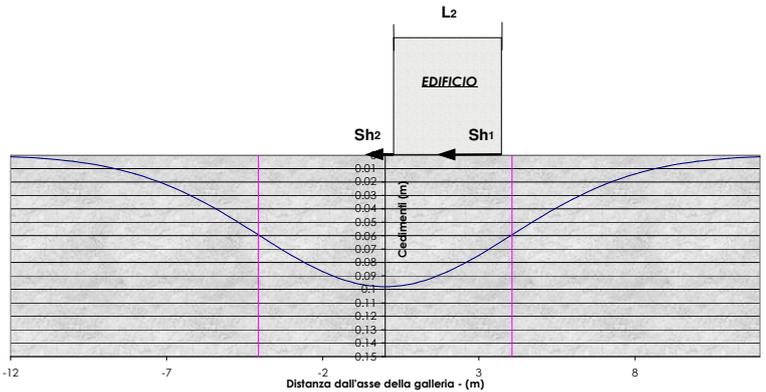
CONDIZIONE	STATO	$\Delta S_h$	$L^*$
	hogging a dx estensione $\epsilon_y > 0$	0	0
	sagging compressione $\epsilon_y < 0$	$ S_{h1}  +  S_{h2} $	$L_2$
	hogging a sx estensione $\epsilon_y > 0$	0	0
	hogging a dx estensione $\epsilon_y > 0$	0	0
	sagging compressione $\epsilon_y < 0$	$ S_{h1}  -  S_{h2} $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

Figura 18 – Schemi di riferimento per la definizione del parametro  $\Delta S_h$  (3/3)

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

$$\epsilon_{totale} = \epsilon_y + \epsilon_f$$

(condizione di flessione)

$$\varepsilon_{totale} = 0.35 \cdot \varepsilon_y + \left[ (0.65 \cdot \varepsilon_y)^2 + \varepsilon_t^2 \right]^{0.5}$$

(condizione di taglio, n = 0.3)

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.

Categoria di danno e corrispondenti deformazioni limite (M.D. Boscardin & E.G. Cording, 1989)		
Categoria di danno	Intensità del danno*	Deformazione limite di allungamento $\varepsilon_{lim}$ (%)
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 3 – Tabella riepilogativa parametri indica per la definizione delle categorie di danno**

Categoria di danno e gli effetti associati	
Categoria di danno	Descrizione
0	Fessure capillari con apertura ≤ 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 ≤ 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 4 – Descrizione della tipologia di danni potenziali in funzione della categoria di danno**

### 8.2.3 OSSERVAZIONI

Il metodo di calcolo utilizzato 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";
- 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.

#### **8.2.4 CRITERI GENERALI DI VALUTAZIONE DELLA CLASSE DI DANNO DEI CORPI DI FABBRICA**

La procedura sopra esposta consente di analizzare tutti gli edifici ed avere un primo responso in merito alla categoria di danno con un approccio semplificato e conservativo.

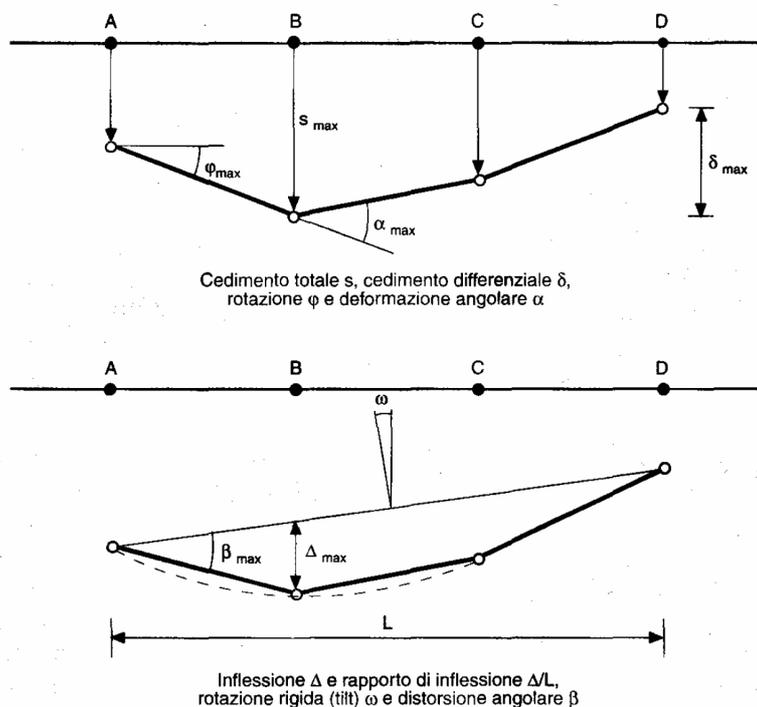
Per gli edifici caratterizzati da una categoria di danno  $\leq 2$  a cui corrispondono danni lievi si ritiene che tale approccio di calcolo conservativo determini la peggiore configurazione di danno possibile sull'edificio e pertanto si ritiene di non approfondire ulteriormente il grado di dettaglio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

### **8.3 METODO DI RANKIN PER L'ANALISI DEI CEDIMENTI INDOTTI E DEL DANNEGGIAMENTO**

Oltre al metodo di Burland per la valutazione degli effetti indotti sui fabbricati, si utilizza la teoria di Rankin, nella quale appare importante individuare i valori limite di spostamento e distorsione.

Oltre al cedimento massimo, un parametro molto significativo per la valutazione dei danni a fabbricati e manufatti è la "distorsione angolare" fra due punti dell'edificio/manufatto, essendo principalmente il cedimento differenziale la causa dell'insorgere di lesioni e rotture.



**Figura 19 – Schemi distorsione angolare**

Al riguardo, facendo riferimento alla bibliografia esistente sull'argomento, Skempton e MacDonald (1956), basandosi sull'osservazione di 98 edifici e con riferimento anche allo studio di Ricceri e Sorazo (1985) su 25 strutture realizzate in Italia, evidenziano che non si ha comparsa di fessure sulle strutture di tamponamento fino a valori di  $\beta < 1/300$  e per vedere danni sulle strutture portanti in calcestruzzo è necessario arrivare a valori di  $\beta$  pari a  $1/150$ .

In Polschin e Tokar (1957) si considera un approccio più conservativo, indicando valori ammissibili pari a  $1/500$  per strutture a telaio in calcestruzzo armato con tamponature, e pari a  $1/200$  per telai aperti.

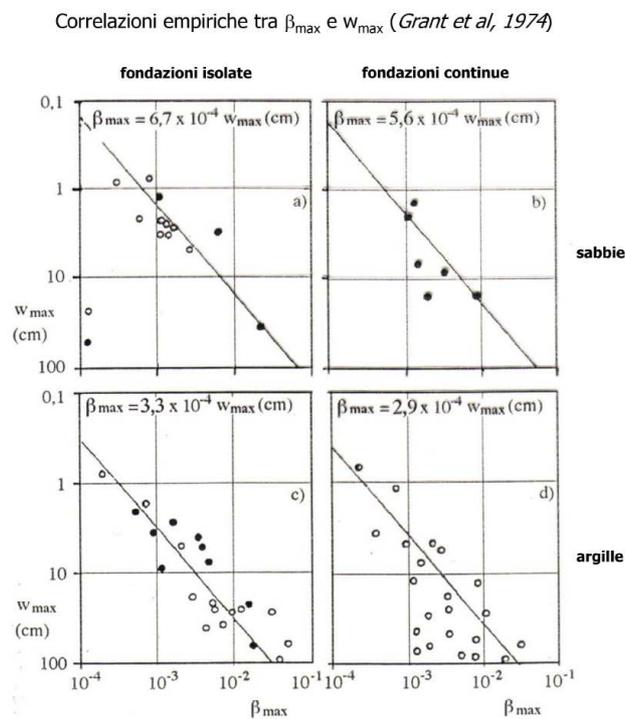
Stessi valori vengono indicati anche nell'ambito dell'Eurocodice 7, appendice H, dove si indica come ammissibile una distorsione pari a  $1/500$ , evidenziando una condizione di stato limite ultimo pari a  $1/150$ .

Un criterio di classificazione dei rischi indotti dai cedimenti, relativamente a strutture in cemento armato, è stato proposto da Rankin (1988) secondo quanto esposto nella tabella sottostante.

Categoria di rischio	Massima distorsione dell'edificio	Massimo cedimento dell'edificio [cm]	Descrizione del rischio
1	$\beta < 1/500$	$w < 1$	Non visibile
2	da 1/500 a 1/200	da 1 a 5	Leggero: crepe facilmente rimovibili con una tinteggiatura
3	da 1/200 a 1/50	da 5 a 7.5	Moderato: danni a porte e finestre, danni da infiltrazione di umidità
4	$\beta > 1/50$	$w > 7.5$	Alto: danni strutturali, necessità di riparazioni notevoli, pericoli di instabilità

**Tabella 5 – Criterio di classificazione del rischio di Rankin**

Per il calcolo della distorsione angolare nelle analisi degli effetti dovuti alle paratie, si utilizza la teoria di Grant con i suoi abachi.



**Figura 20 – Abachi - correlazioni empiriche (Grant et al 1974)**

## **8.4 VULNERABILITÀ DEGLI EDIFICI E DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA DI RISCHIO**

### **8.4.1 BUILDING CONDITION SURVEY (BCS)**

Il Building Condition Survey consiste nella raccolta d'informazioni sulla storia dell'edificio e nella preparazione di una mappa con i difetti di costruzione che saranno utilizzati per valutare la vulnerabilità dell'edificio.

Considerando lo stato preliminare di progettazione, i dati sopra menzionati derivano dall'esame visivo e da considerazioni circa la tipologia e la destinazione d'uso che si rileva dalle aree accessibili in prossimità dell'edificio.

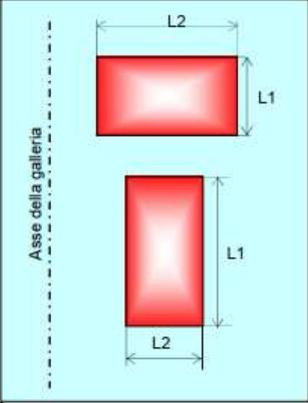
La vulnerabilità è una caratteristica intrinseca di un edificio che dipende della propria storia ed esprime quanto la condizione dell'edificio è lontana da quella ottimale. Maggiore è la vulnerabilità, minore è la sua tolleranza verso una deformazione aggiuntiva.

È possibile esprimere la vulnerabilità tramite un cosiddetto indice di vulnerabilità  $I_v$  (Chiriotti et al., 2000, 2001), che è derivato dall'analisi delle informazioni raccolte sugli edifici, attraverso l'uso di una valutazione ingegneristica. Un esempio di calcolo dell'indice di vulnerabilità è riportato nelle figure seguenti.

S.S. n°51 "di Alemagna"- Galleria Valle di Cadore - Edificio 1		Codice edificio	PAG.
INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI DEL RILIEVO - Indice di vulnerabilità			1/2
<b>COMPORAMENTO STRUTTURALE DELL' IMMOBILE</b>			
<b>Caratteristica</b>		<b>Indice</b>	<b>Scelta</b>
<b>Orizzontamenti</b>			
1. Struttura in c.a./Acciaio	0		
2. Struttura in latero-cemento/Laterizi	2		
3. Struttura in legno/Volte in mattoni	6	6	X
<b>Fondazioni - Fonte dell'informazione</b>			
1. Diretta (disegni di progetto, costruttore)	0	0	X
2. Indiretta (proprietario, inquilino, personale amministrativo, per similitudine con strutture note, per stima)	4		
<b>Fessure e crepe nelle strutture verticali</b>			
1. Fessure diffuse senza causa apparente/ Indebolimento struttura	6		
2. Crepe diffuse senza causa apparente/ Indebolimento struttura	8		
3. Fessure diffuse per comportamento proprio della struttura (variazioni termiche; retro intonaco, deformazione elastica degli elementi strutturali, vibrazioni indotte dal traffico). C.a. degradato	2	2	X
4. Crepe diffuse per comportamento proprio della struttura (variazioni termiche; retro intonaco, deformazione elastica degli elementi strutturali, vibrazioni indotte dal traffico)	3		
5. Fessure per cedimento della fondazione senza causa apparente	6		
6. Crepe per cedimento della fondazione senza causa apparente	8		
7. Fessure per cedimento delle fondazioni dovuto ad aumento di carico nell'edificio stesso	7		
8. Crepe per cedimento delle fondazioni dovuto ad aumento di carico nell'edificio stesso	9		
9. Fessure per cedimento delle fondazioni dovuto ad aumento di carico nell'edificio vicino	6		
10. Crepe per cedimento delle fondazioni dovuto ad aumento di carico nell'edificio vicino	8		
<b>Interventi di ristrutturazione</b>			
1. Non si ha conoscenza	2	2	X
3. Ampliamento mantenendo il sistema costruttivo	0		
4. Ampliamento migliorando il sistema costruttivo	3		
2. Riduzione della struttura portante/Sopraelevazione	8		
5. Consolidamento (della struttura portante o delle fondazioni)		8	
6. Rimodellazione / ristrutturazione della facciata	6		
<b>Stato di fatto dell'intervento (*)</b>			
1. Realizzato o in corso	1	0	
2. In progetto o in approvazione	0	1	
<b>Cantine</b>			
Assenti	0		
Presenti	3	3	X
Totale parziale			<b>13</b>

Valore massimo: 30

(\*) coefficiente moltiplicativo per la correzione del peso degli interventi

ORIENTAZIONE DELL' IMMOBILE		Indice		Scelta	
Caratteristica		B.T.	L.T.	B.T.	L.T.
<b>L1 / L2</b>					
< 1/2		0	20		
>1/2; < 2		8	10	8	10
>2		16	0		
Totale parziale			<b>8</b>	<b>10</b>	
<b>LEGENDA</b>					
L1: dimensione misurata in direzione parallela al tracciato L2: dimensione misurata in direzione perpendicolare al tracciato B.T. = condizione di breve termine L.T. = condizione di lungo termine					
<b>Indice di vulnerabilità (lungo termine):</b>		<b>35</b>			
<b>Indice di vulnerabilità (breve termine):</b>		<b>33</b>			

Valore massimo: 20

Figura 21 – Esempio di calcolo dell'Indice di vulnerabilità (parte A)

S.S. n°51 "di Alemagna"- Galleria Valle di Cadore - Edificio 1		Codice edificio	PAG.
INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI DEL RILIEVO - Indice di vulnerabilità			2/2
<b>FUNZIONALITÀ DELL'IMMOBILE</b>			
<b>Caratteristica</b>		<b>Indice</b>	<b>Scelta</b>
<b>Segnali di cedimento nelle vicinanze dell'edificio</b>			
SI		8	
NO		0	X
<b>Destinazione d'uso</b>			
1. Civile abitazione		0	X
2. Attività commerciale		0	
3. Edificio pubblico adibito ad uffici		0	
4. Uffici privati / studi		0	
5. Insediamento industriale		2	
6. Chiesa		0	
7. Ospedale / Clinica		4	
8. Parcheggio sotterraneo		0	
9. Deposito / magazzino indipendente		-4	
10. Deposito facente parte di edificio		0	
11. Parcheggi indipendenti		-4	
12. Parcheggi facenti parte di edificio		0	
13. Albergo		0	
14. Pensione		0	
15. Ristorante		0	
16. Agenzia bancaria		0	
17. Centro commerciale		0	
18. Officina senza strumenti sensibili		0	
19. Officina con strumenti sensibili		4	
20. Laboratorio artigianale		0	
21. Museo		2	
22. Edificio adibito ad uso pubblico (scuole, palestre, etc...)		0	
<b>Copertura</b>			
1. Tegole / coppi su struttura in legno		4	
2. A volta per capannoni		2	
3. Shed in c.a. per capannoni		2	
4. Tegole / coppi su struttura in c.a.		2	
6. A terrazzo		0	
7. Travi in c.a.p. e copertura in eternit		0	
8. Travi in c.a.p. ad omega		0	
9. Travi e pannelli in c.a.+ lastre fibrocemento		0	
10. Travi in c.a.p.		0	
11. Travi in c.a.p. + lastre fibrocemento		0	
12. A due falde con travi in c.a.p. + lastre prefabbricate		0	
13. Copertura in lamiera su travi in c.a. e travetti in legno		0	X
<b>Soffitti</b>			
1. Controsoffittatura		0	
2. Affrescati		4	
3. Falso in gesso		2	
4. Intonacato		0	X
Totale parziale			0
<b>ASPETTO ESTETICO DELL'IMMOBILE</b>			
<b>Caratteristica</b>		<b>Indice</b>	<b>Scelta</b>
<b>Vincoli</b>			
NO		0	X
SI		5	
<b>Tramezzi / Tamponamenti</b>			
1. Muratura in mattone		3	X
2. Pietra		0	
3. Gesso		4	
4. Legno		5	
5. Alluminio e vetro		0	
6. Cartongesso		3	
7. Pannelli in c.a.		1	
8. Lastre in c.a.p./Lastre in c.a.v.		1	
<b>Rivestimenti esterni strutture verticali</b>			
1. Materiale ceramico di pregio (piastrelle)		5	
2. Materiale ceramico ordinario (piastrelle)		3	
3. Intonaco e pittura		2	X
4. Lastre di pietra/marmo		1	
5. Muratura paramano		2	
6. Pannelli in lamiera		0	
7. Pannelli in c.a./Blocchi in cls.		1	
8. Lastre in c.a.p./Lastre in c.a.v.		1	
Totale parziale			5
<b>STATO DI CONSERVAZIONE DELL'IMMOBILE</b>			
<b>Caratteristica</b>		<b>Indice</b>	<b>Scelta</b>
1. Buono		0	
2. Ragionevole		7	X
3. Cattivo		15	
Totale parziale			7

Figura 22 – Esempio di calcolo dell'Indice di vulnerabilità (parte B)

La definizione della vulnerabilità per i fabbricati è stata condotta sulla base dei seguenti temi, basandosi sulle indicazioni degli Autori citati, definiti in relazione alle condizioni rilevate nell'osservazione diretta e alla posizione relativa dell'edificio rispetto al tracciato:

- comportamento strutturale (tipo di struttura, tipologia orizzontamenti, ecc.);
- informazioni relative alle fondazioni e alla presenza di interrati;
- funzionalità e destinazione d'uso dell'edificio;
- stato di conservazione dell'edificio;
- orientamento, con riferimento allo scavo tunnel asse;
- condizione relativa alla fase di scavo nella quale lo sviluppo della deformazione ha una componente longitudinale ma dove la componente trasversale non risulta completamente sviluppata (breve termine, BT);
- condizione finale con lo sviluppo completo delle deformazioni (lungo termine, LT).

Per ogni elemento viene assegnato un peso e la somma di tali pesi rappresenta l'indice di vulnerabilità dell'edificio (Iv).

Le schede rappresentative degli edifici esaminati sono riportate in Allegato.

---

#### 8.4.2 BUILDING RISK ASSESSMENT (BRA)

Al fine di effettuare una valutazione del rischio di danno per gli edifici, risulta necessario definire un criterio per la stima del danno stesso. Nella presente valutazione, si è preso a riferimento quanto riportato ai paragrafi relativi ai metodi di Burland e di Rankin, ovvero la classificazione fatta in relazione al potenziale danneggiamento subito dagli edifici ed identificato sulla base del confronto tra i valori limite di danneggiamento indicati in letteratura ed i risultati derivanti dalla valutazione degli effetti dello scavo su ciascun edificio analizzato.

La realizzazione di nuove strutture in sotterraneo può causare, negli edifici esistenti, deformazioni differenti da quelle già assorbite nel tempo dalla struttura; tali nuove deformazioni eventualmente indotte possono aggiungersi alle precedenti. Di conseguenza, anche una deformazione molto leggera può rappresentare una criticità per l'edificio, in dipendenza dallo stato deformativo di partenza. Risulta importante, pertanto, valutare le condizioni dell'edificio prima della realizzazione di una nuova struttura sotterranea. Come già detto, tale condizione rappresenta la vulnerabilità dell'edificio.

In funzione dell'indice di vulnerabilità dell'edificio si modificano le deformazioni limite delle categorie di rischio. In base alla deformazione di trazione calcolata sull'edificio con il metodo semiempirico, e con i limiti di deformazione amplificati per la vulnerabilità, si ricava la categoria di rischio per l'edificio che tiene conto

di tutti gli elementi da considerare (geometria dell'edificio, tipologia di scavo, caratteristiche dei terreni, condizioni delle strutture e delle finiture)

Category of damage	Vulnerability index $I_V$ of the building									
	Negligible		Low		Slight		Medium		High	
	$0 < I_V < 20$		$20 < I_V < 40$		$40 < I_V < 60$		$60 < I_V < 80$		$80 < I_V < 100$	
	Reduction factor $F_R$									
	$F_R = 1.0$		$F_R = 1.25$		$F_R = 1.50$		$F_R = 1.75$		$F_R = 2.0$	
	Control parameter									
	$\epsilon_{lim} [\%]$		$\epsilon_{lim} [\%]$		$\epsilon_{lim} [\%]$		$\epsilon_{lim} [\%]$		$\epsilon_{lim} [\%]$	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
0	0,000	0,050	0,000	0,040	0,000	0,033	0,000	0,029	0,000	0,025
1	0,050	0,075	0,040	0,060	0,033	0,050	0,029	0,043	0,025	0,038
2	0,075	0,150	0,060	0,120	0,050	0,100	0,043	0,860	0,038	0,075
3	0,150	0,300	0,120	0,240	0,100	0,200	0,860	0,171	0,075	0,150
4 to 5	>0,300		>0,240		>0,200		>0,171		>0,150	

**Tabella 6 – Classificazione di Boscardin e Cording modificata attraverso l'indice di vulnerabilità  $I_V$  (Chiriotti et al. 2000)**

Category of damage	Vulnerability index $I_V$ of the building									
	Negligible		Low		Slight		Medium		High	
	$0 < I_V < 20$		$20 < I_V < 40$		$40 < I_V < 60$		$60 < I_V < 80$		$80 < I_V < 100$	
	Reduction factor $F_R$									
	$F_R = 1.0$		$F_R = 1.25$		$F_R = 1.50$		$F_R = 1.75$		$F_R = 2.0$	
	Control parameter									
	$S_{max}$ [mm]	$\beta_{max}$	$S_{max}$ [mm]	$\beta_{max}$	$S_{max}$ [mm]	$\beta_{max}$	$S_{max}$ [mm]	$\beta_{max}$	$S_{max}$ [mm]	$\beta_{max}$
1	<10	<1/500	<8	<1/625	<6,7	<1/750	<5,7	<1/875	<5	<1/1000
2	10–50	1/500–1/200	8–40	1/625–1/250	6,7–33	1/750–1/300	5,7–28,5	1/875–1/350	5–25	1/1000–1/400
3	50–75	1/200–1/50	40–60	1/250–1/63	33–50	1/300–1/75	28,5–43	1/350–1/88	25–37,5	1/400–1/100
4	>75	>1/50	>60	>1/63	>50	>1/75	>43	>1/88	>37,5	>1/100

**Tabella 7 – Classificazione di Rankin modificata attraverso l'indice di vulnerabilità  $I_V$  (Chiriotti et al. 2000)**

In fase di realizzazione dell'opera, saranno inoltre disponibili i risultati del monitoraggio, a segnalare eventuali discrepanze rispetto al comportamento atteso. Tale attività di monitoraggio risulta peraltro senza soluzione di continuità lungo il tracciato, per cui è possibile anticipare il verificarsi dei fenomeni prima di interessare gli edifici con gli effetti degli scavi.

## 9 RISULTATI DELLE ANALISI

I cedimenti indotti si calcolano in modo differenziato in base all'opera da costruire trattata. Il metodo di calcolo della subsidenza di una galleria deriva dalla teoria di Attewell (1986).

### 9.1 ANALISI DEGLI EDIFICI INTERFERENTI CON LA GALLERIA

Nella tabella si riportano i dati principali delle opere in oggetto, con i dati sulla posizione rispetto alle gallerie da costruire. La profondità delle fondazioni dal piano campagna è sempre considerata pari a 1m ad eccezione dell'edificio 2, per il quale è considerata la profondità di 3m. Il diametro della galleria considerato è di 15m.

Codice edificio	Tipo Str. M/C	Destinazione d'uso	Quota asse galleria [m]	Altezza fondazioni ipotizzata [m]	H edificio (trave equivalente) [m]	Punto A-da quota galleria [m]	Punto B- da quota galleria [m]
001 - Ed pk 500.00	M	Deposito	500.00	-1	3.5	-15.85	-3.55
002 - Ed pk 525.00	M	Residenziale	525.00	-3	10.00	-46.29	-28.94
003 - Ed pk 815.00	M	Residenziale	815.00	-1	8.00	-70.16	-49.06

**Tabella 8 – Dati edifici**

Nel seguito si riportano i valori massimi in termini di categorie di danno per tutti gli edifici, nei vari casi relativamente al valore di volume perso. Si rimanda agli allegati con le schede degli edifici per il dettaglio di calcolo su ogni edificio.

Per gli edifici con il calcolo dell'analisi di vulnerabilità si ha il valore modificato attraverso l'indice Iv. Questi sono i risultati che si trovano nelle schede di analisi degli edifici.

Codice edificio	Categoria con Vp=0.8%		Categoria con Vp=1.2%		Categoria con Vp=1.5%	
	Boscardin	εlim[%]	Boscardin	εlim[%]	Boscardin	εlim[%]
	Cording 1989		Cording 1989		Cording 1989	
001 - Ed pk 500.00	0	< 0,033	0	< 0,033	0	< 0,033
002 - Ed pk 525.00	0	< 0,033	0	< 0,033	0	< 0,033
003 - Ed pk 815.00	0	< 0,04	0	< 0,04	0	< 0,04

**Tabella 9 – Risultati analisi – Indice vulnerabilità- Boscardin-Cording**

Codice edificio	Categoria con Vp=0.8%		Categoria con Vp=1.2%		Categoria con Vp=1.5%	
	Rankin	$\beta_{max}$	Rankin	$\beta_{max}$	Rankin	$\beta_{max}$
001 - Ed pk 500.00	1	< 1/750	1	< 1/750	1	< 1/750
002 - Ed pk 525.00	1	< 1/750	1	< 1/750	1	< 1/750
003 - Ed pk 815.00	1	< 1/625	1	< 1/625	1	< 1/625

**Tabella 10 – Risultati analisi – Indice vulnerabilità- Rankin**

Come si vede dai risultati in termini di deformazioni di allungamento nelle strutture, gli edifici risultano in classe di danno da trascurabile a lieve nelle condizioni di normale conduzione degli scavi. Lo stesso dicasi nelle condizioni cautelative con Vp=1.2%. In termini di distorsione, il livello massimo raggiunto nelle condizioni di normale conduzione degli scavi è pari a < 1/625

Si ricorda che le analisi sono state svolte trascurando la capacità irrigidente dell'edificio nell'influenzare la deformazione del terreno, che porta ad una diminuzione delle deformazioni del sistema terreno-edificio.

Nel seguito si riporta il riepilogo dell'analisi di vulnerabilità, con l'indice, il range di appartenenza ed il valore del fattore di riduzione  $F_R$ .

Codice edificio	indice di vulnerabilità		range di appartenenza	fattore di riduzione
	lungo termine	breve termine	lv	$F_R$
001-pk500.00	46	44	40<lv<60	1.50
002-pk525.00	49	47	40<lv<60	1.50
003-pk 815.00	23	21	20<lv<40	1.25

**Tabella 11 – Risultati analisi di vulnerabilità**

## 10 CONCLUSIONI

In tale documento sono stati analizzati gli effetti indotti dallo scavo delle due gallerie previste nella tratta. Le analisi progettuali elaborate nella presente fase di progetto, hanno consentito di determinare il bacino di subsidenza prodotta dallo scavo della galleria e dei relativi effetti indotti sugli edifici. I risultati ottenuti si riferiscono pertanto alla peggiore configurazione di danno possibile.

L'analisi, eseguita con metodi ampiamente convalidati, ha evidenziato come nessun edificio sarà soggetto a danni importanti in relazione allo scavo della galleria.

Tutte le infrastrutture analizzate nel presente studio saranno mantenute sotto osservazione in fase di realizzazione dell'opera attraverso un sistema di monitoraggio geotecnico-strutturale, volto a confermare il comportamento deformativo previsto. Si rimanda agli elaborati di progetto relativi al sistema di monitoraggio.

## 11 ALLEGATI

Si riportano i seguenti allegati

## **11.1 SCHEDE DI ANALISI CON TEORIA DI BURLAND**

Le schede di analisi dei fabbricati per i due valori di  $k$  e i tre valori di Volume perso sono riportate nell'allegato

T00\_GN02\_STR\_RE\_01A Schede\_Burland

## **11.2 VALUTAZIONE DELL'INDICE DI VULNERABILITÀ**

Le schede di valutazione della vulnerabilità degli edifici sono riportate nell'allegato

T00\_GN02\_STR\_RE\_01A Schede\_Vulnerabilità

**EDIFICIO N°**

**001 - Ed pk 500.00**

**Informazioni Edificio**

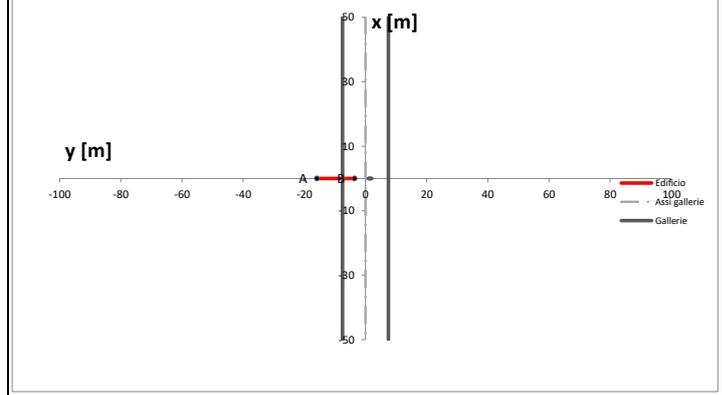
Destinazione d'uso	Deposito		
Anno di costruzione	Successivo al 1950		
N° piani interrati	0		
N° piani fuori terra	1		
Tipo di struttura	MURATURA		
Tipo di fondazione	dirette		
Quadro lesionativo	presenti segni di crollo della copertura e cartelli di Attenzione Fabbricato Pericolante		
Altezza fuori terra	h	3,5	[m]
Profondità fondazioni dal p.c.	$Z_f$	1,0	[m]
Altezza totale edificio	H	4,5	[m]
Lunghezza lato analizzato	L	12,3	[m]



**Informazioni Gallerie**

Diametro [m]	D	15	
Copertura in calotta [m]	C	59	
Posizione del fronte [m]	$X_{fronte}$	1000	
Volume perso	$V_p$	0,8%	
Parametro k	k	0,5	

**SEZIONE DI CALCOLO**



**Coordinate edificio - Assi cartesiani**

Vertice	X [m]	Y [m]
A	0	-15,85
B	0	-3,55

**Cedimenti**

Vertice	w [mm]
A	15,14
B	16,87

**ANALISI DEI DANNI INDOTTI SUL MANUFATTO RISPETTO AL LATO**

**A**

**B**

**GRANDEZZE CINEMATICHE E CATEGORIA DI DANNO (Mair, Taylor e Burland 1995)**

**Cedimenti verticali**

Cedimento max bacino [mm]	$W_{bacino}$	16,96
Cedimento max edificio [mm]	$W_{edificio}$	16,87

**Rotazione e distorsione angolare**

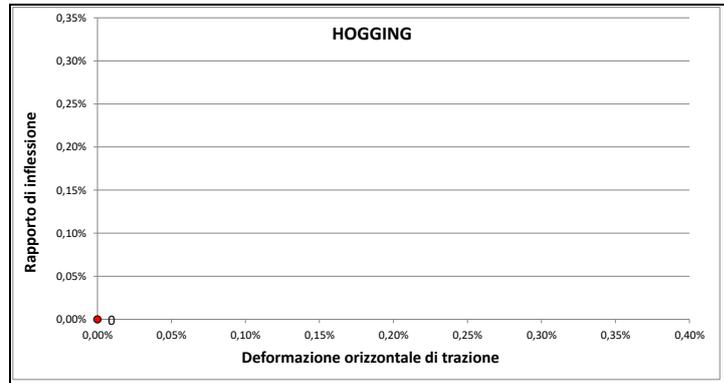
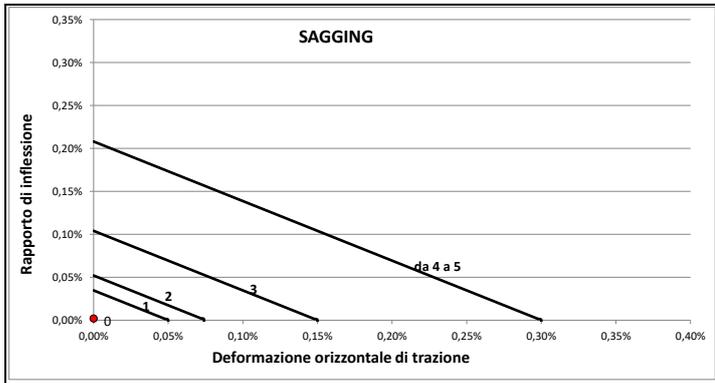
Rotazione max	$\theta$	2,17E-04	1/4610
Distorsione angolare max	$\beta$	8,59E-05	1/11637

**ZONA DI SAGGING (zona compressa)**

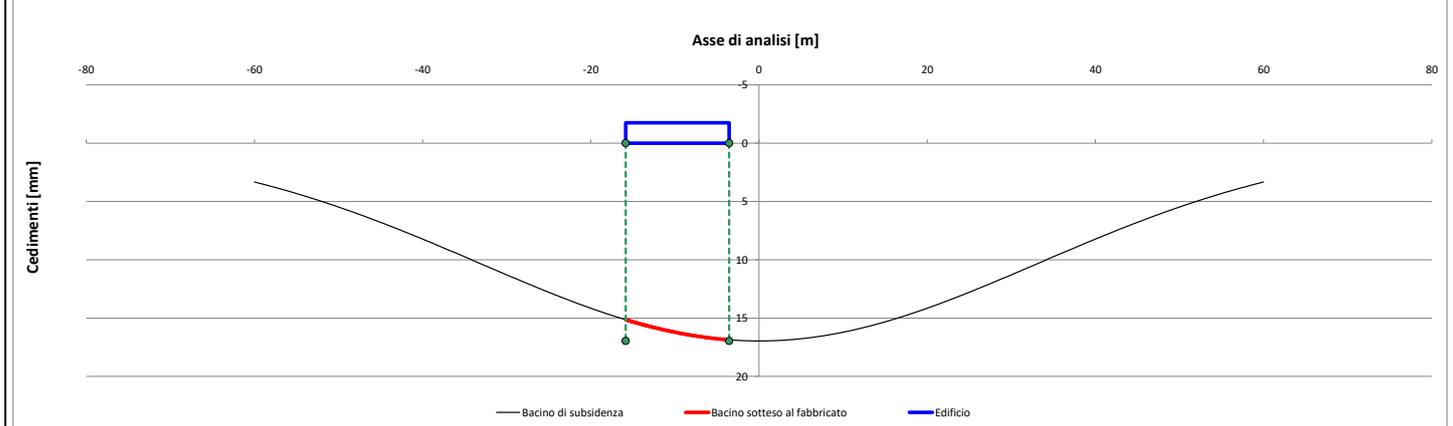
Rapporto di inflessione	$\Delta/L$	0,002%
Deformazione orizzontale	$\epsilon_h$	0,000%
Deformazione di allungamento	$\epsilon_{max}$	0,003%
Categoria di danno		0

**ZONA DI HOGGING (zona tesa)**

Rapporto di inflessione	$\Delta/L$	0,000%
Deformazione orizzontale	$\epsilon_h$	0,000%
Deformazione di allungamento	$\epsilon_{max}$	0,000%
Categoria di danno		0



**SEZIONE DI ANALISI CON ASSE RIFERITO AL LATO ANALIZZATO**



**CLASSE DI DANNO**

**0**

**EDIFICIO N°**

**001 - Ed pk 500.00**

**Informazioni Edificio**

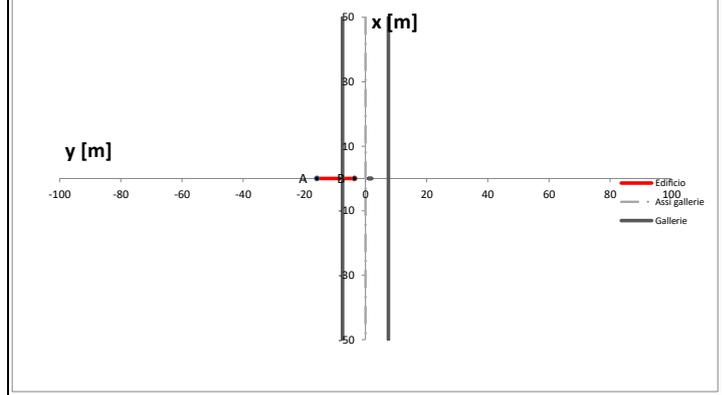
Destinazione d'uso	Deposito		
Anno di costruzione	Successivo al 1950		
N° piani interrati	0		
N° piani fuori terra	1		
Tipo di struttura	MURATURA		
Tipo di fondazione	dirette		
Quadro lesionativo	presenti segni di crollo della copertura e cartelli di Attenzione Fabbricato Pericolante		
Altezza fuori terra	h	3,5	[m]
Profondità fondazioni dal p.c.	$Z_f$	1,0	[m]
Altezza totale edificio	H	4,5	[m]
Lunghezza lato analizzato	L	12,3	[m]



**Informazioni Gallerie**

Diametro [m]	D	15	
Copertura in calotta [m]	C	59	
Posizione del fronte [m]	$X_{fronte}$	1000	
Volume perso	$V_p$	0,8%	
Parametro k	k	0,35	

**SEZIONE DI CALCOLO**



**Coordinate edificio - Assi cartesiani**

Vertice	X [m]	Y [m]
A	0	-15,85
B	0	-3,55

**Cedimenti**

Vertice	w [mm]
A	19,22
B	23,95

**ANALISI DEI DANNI INDOTTI SUL MANUFATTO RISPETTO AL LATO**

**A**

**B**

**GRANDEZZE CINEMATICHE E CATEGORIA DI DANNO (Mair, Taylor e Burland 1995)**

**Cedimenti verticali**

Cedimento max bacino [mm]	$W_{bacino}$	24,23
Cedimento max edificio [mm]	$W_{edificio}$	23,95

**Rotazione e distorsione angolare**

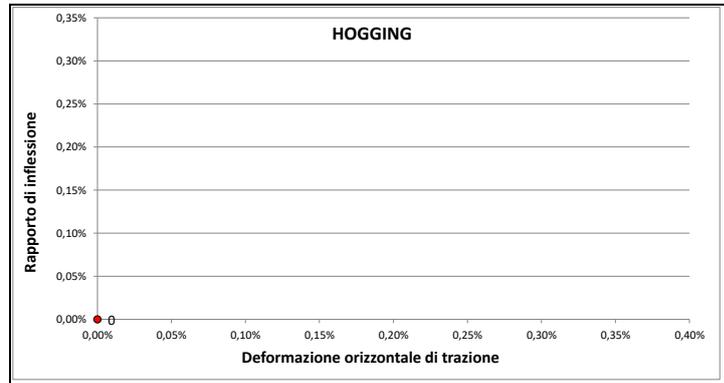
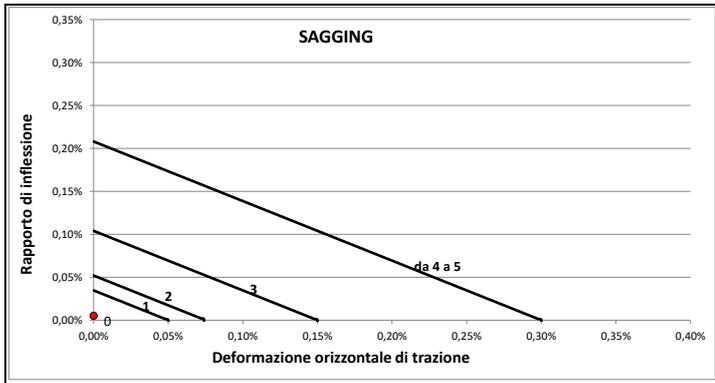
Rotazione max	$\theta$	5,62E-04	1/1779
Distorsione angolare max	$\beta$	2,27E-04	1/4397

**ZONA DI SAGGING (zona compressa)**

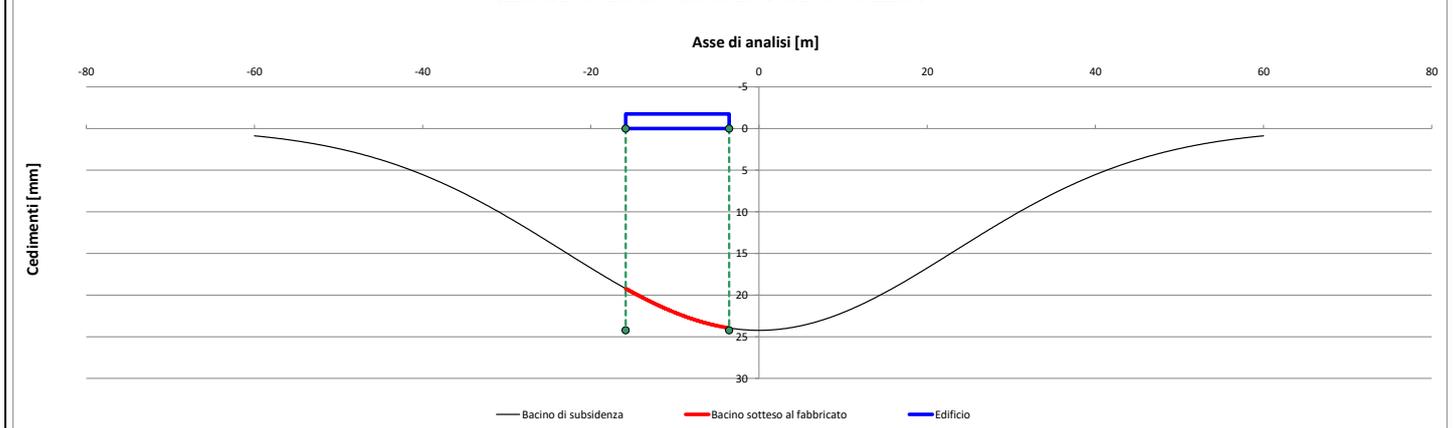
Rapporto di inflessione	$\Delta/L$	0,005%
Deformazione orizzontale	$\epsilon_h$	0,000%
Deformazione di allungamento	$\epsilon_{max}$	0,007%
Categoria di danno		0

**ZONA DI HOGGING (zona tesa)**

Rapporto di inflessione	$\Delta/L$	0,000%
Deformazione orizzontale	$\epsilon_h$	0,000%
Deformazione di allungamento	$\epsilon_{max}$	0,000%
Categoria di danno		0



**SEZIONE DI ANALISI CON ASSE RIFERITO AL LATO ANALIZZATO**



**CLASSE DI DANNO**

**0**

EDIFICIO N°

001 - Ed pk 500.00

**Informazioni Edificio**

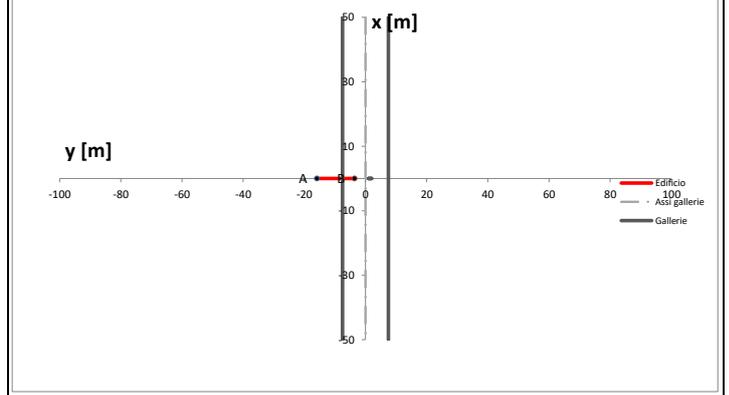
Destinazione d'uso	Deposito		
Anno di costruzione	Successivo al 1950		
N° piani interrati	0		
N° piani fuori terra	1		
Tipo di struttura	MURATURA		
Tipo di fondazione	dirette		
Quadro lesionativo	presenti segni di crollo della copertura e cartelli di Attenzione Fabbricato Pericolante		
Altezza fuori terra	h	3,5	[m]
Profondità fondazioni dal p.c.	$Z_f$	1,0	[m]
Altezza totale edificio	H	4,5	[m]
Lunghezza lato analizzato	L	12,3	[m]



**Informazioni Gallerie**

Diametro [m]	D	15	
Copertura in calotta [m]	C	59	
Posizione del fronte [m]	$X_{fronte}$	1000	
Volume perso	$V_p$	1,2%	
Parametro k	k	0,5	

**SEZIONE DI CALCOLO**



**Coordinate edificio - Assi cartesiani**

Vertice	X [m]	Y [m]
A	0	-15,85
B	0	-3,55

**Cedimenti**

Vertice	w [mm]
A	22,71
B	25,30

**ANALISI DEI DANNI INDOTTI SUL MANUFATTO RISPETTO AL LATO**

A

B

**GRANDEZZE CINEMATICHE E CATEGORIA DI DANNO (Mair, Taylor e Burland 1995)**

**Cedimenti verticali**

Cedimento max bacino [mm]	$W_{bacino}$	25,44
Cedimento max edificio [mm]	$W_{edificio}$	25,30

**Rotazione e distorsione angolare**

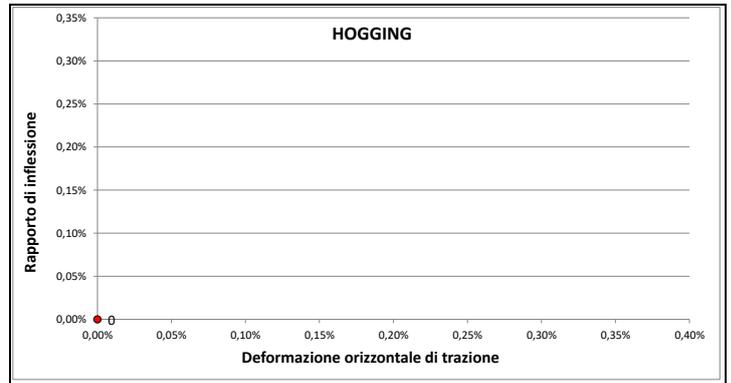
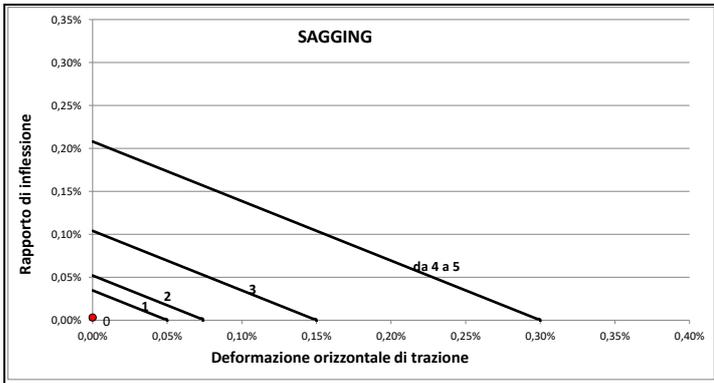
Rotazione max	$\theta$	3,25E-04	1/3073
Distorsione angolare max	$\beta$	1,29E-04	1/7758

**ZONA DI SAGGING (zona compressa)**

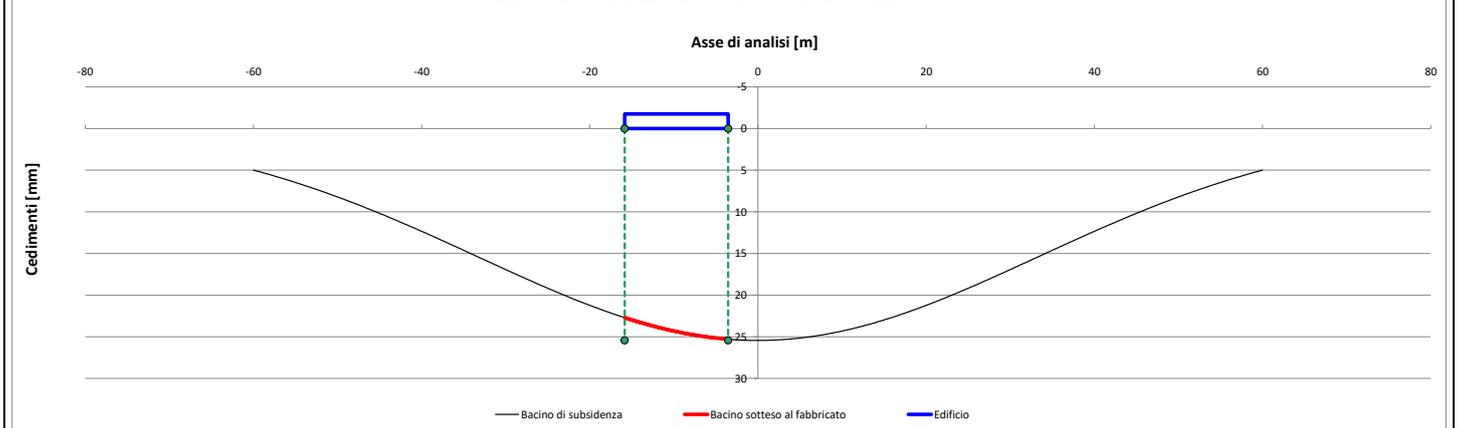
Rapporto di inflessione	$\Delta/L$	0,003%
Deformazione orizzontale	$\epsilon_h$	0,000%
Deformazione di allungamento	$\epsilon_{max}$	0,004%
Categoria di danno		0

**ZONA DI HOGGING (zona tesa)**

Rapporto di inflessione	$\Delta/L$	0,000%
Deformazione orizzontale	$\epsilon_h$	0,000%
Deformazione di allungamento	$\epsilon_{max}$	0,000%
Categoria di danno		0



**SEZIONE DI ANALISI CON ASSE RIFERITO AL LATO ANALIZZATO**



CLASSE DI DANNO

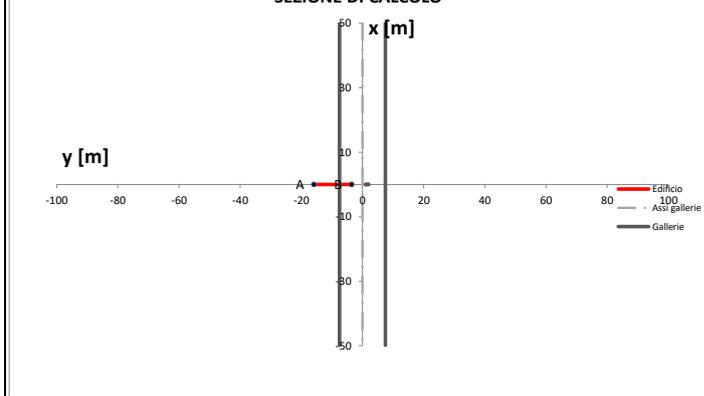
0

**Informazioni Edificio**

Destinazione d'uso	Deposito		
Anno di costruzione	Successivo al 1950		
N° piani interrati	0		
N° piani fuori terra	1		
Tipo di struttura	MURATURA		
Tipo di fondazione	dirette		
Quadro lesionativo	presenti segni di crollo della copertura e cartelli di Attenzione Fabbricato Pericolante		
Altezza fuori terra	h	3,5	[m]
Profondità fondazioni dal p.c.	$Z_f$	1,0	[m]
Altezza totale edificio	H	4,5	[m]
Lunghezza lato analizzato	L	12,3	[m]


**Informazioni Gallerie**

Diametro [m]	D	15	
Copertura in calotta [m]	C	59	
Posizione del fronte [m]	$X_{fronte}$	1000	
Volume perso	$V_p$	1,2%	
Parametro k	k	0,35	

**SEZIONE DI CALCOLO**

**Coordinate edificio - Assi cartesiani**

Vertice	X [m]	Y [m]
A	0	-15,85
B	0	-3,55

**Cedimenti**

Vertice	w [mm]
A	28,83
B	35,93

**ANALISI DEI DANNI INDOTTI SUL MANUFATTO RISPETTO AL LATO**
**A**
**B**
**GRANDEZZE CINEMATICHE E CATEGORIA DI DANNO (Mair, Taylor e Burland 1995)**
**Cedimenti verticali**

Cedimento max bacino [mm]	$W_{bacino}$	36,35
Cedimento max edificio [mm]	$W_{edificio}$	35,93

**Rotazione e distorsione angolare**

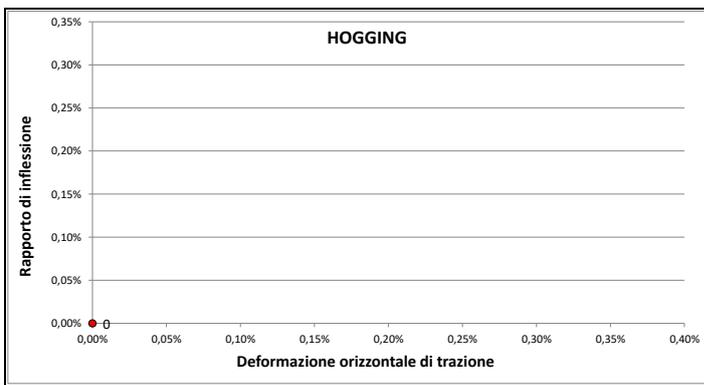
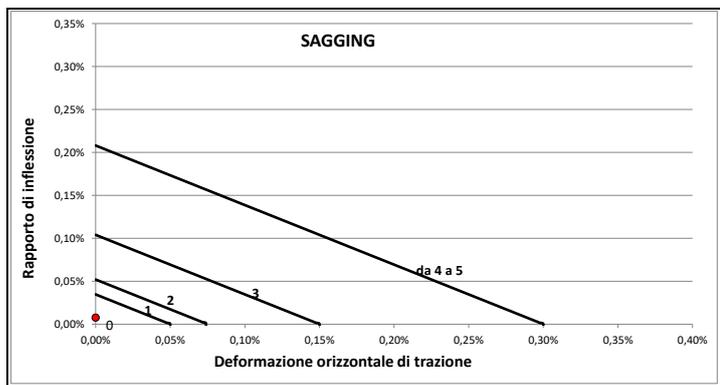
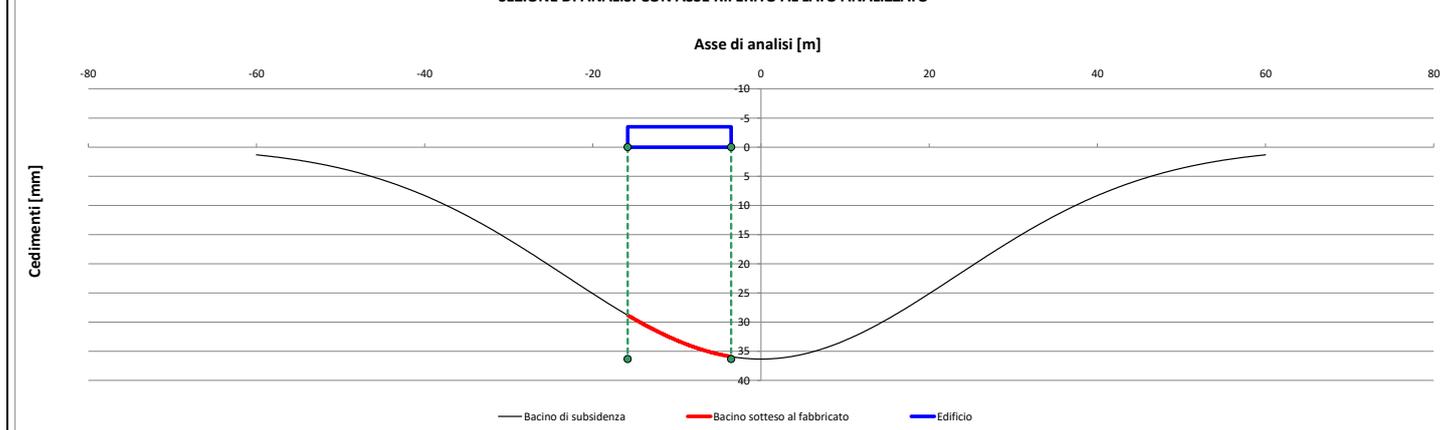
Rotazione max	$\theta$	8,43E-04	1/1186
Distorsione angolare max	$\beta$	3,41E-04	1/2931

**ZONA DI SAGGING (zona compressa)**

Rapporto di inflessione	$\Delta/L$	0,008%
Deformazione orizzontale	$\epsilon_h$	0,000%
Deformazione di allungamento	$\epsilon_{max}$	0,011%
Categoria di danno		0

**ZONA DI HOGGING (zona tesa)**

Rapporto di inflessione	$\Delta/L$	0,000%
Deformazione orizzontale	$\epsilon_h$	0,000%
Deformazione di allungamento	$\epsilon_{max}$	0,000%
Categoria di danno		0


**SEZIONE DI ANALISI CON ASSE RIFERITO AL LATO ANALIZZATO**

**CLASSE DI DANNO**
**0**

**EDIFICIO N°**

**001 - Ed pk 500.00**

**Informazioni Edificio**

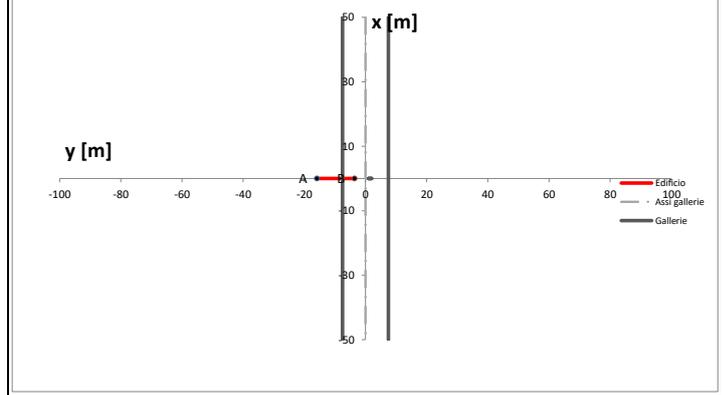
Destinazione d'uso	Deposito		
Anno di costruzione	Successivo al 1950		
N° piani interrati	0		
N° piani fuori terra	1		
Tipo di struttura	MURATURA		
Tipo di fondazione	dirette		
Quadro lesionativo	presenti segni di crollo della copertura e cartelli di Attenzione Fabbricato Pericolante		
Altezza fuori terra	h	3,5	[m]
Profondità fondazioni dal p.c.	$Z_f$	1,0	[m]
Altezza totale edificio	H	4,5	[m]
Lunghezza lato analizzato	L	12,3	[m]



**Informazioni Gallerie**

Diametro [m]	D	15	
Copertura in calotta [m]	C	59	
Posizione del fronte [m]	$X_{fronte}$	1000	
Volume perso	$V_p$	1,5%	
Parametro k	k	0,5	

**SEZIONE DI CALCOLO**



**Coordinate edificio - Assi cartesiani**

Vertice	X [m]	Y [m]
A	0	-15,85
B	0	-3,55

**Cedimenti**

Vertice	w [mm]
A	28,39
B	31,62

**ANALISI DEI DANNI INDOTTI SUL MANUFATTO RISPETTO AL LATO**

**A**

**B**

**GRANDEZZE CINEMATICHE E CATEGORIA DI DANNO (Mair, Taylor e Burland 1995)**

**Cedimenti verticali**

Cedimento max bacino [mm]	$W_{bacino}$	31,80
Cedimento max edificio [mm]	$W_{edificio}$	31,62

**Rotazione e distorsione angolare**

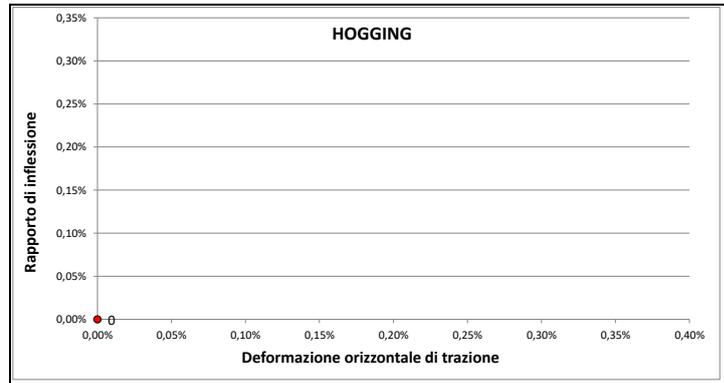
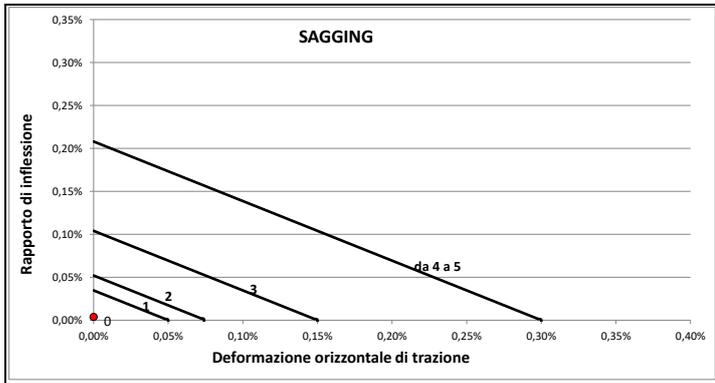
Rotazione max	$\theta$	4,07E-04	1/2459
Distorsione angolare max	$\beta$	1,61E-04	1/6207

**ZONA DI SAGGING (zona compressa)**

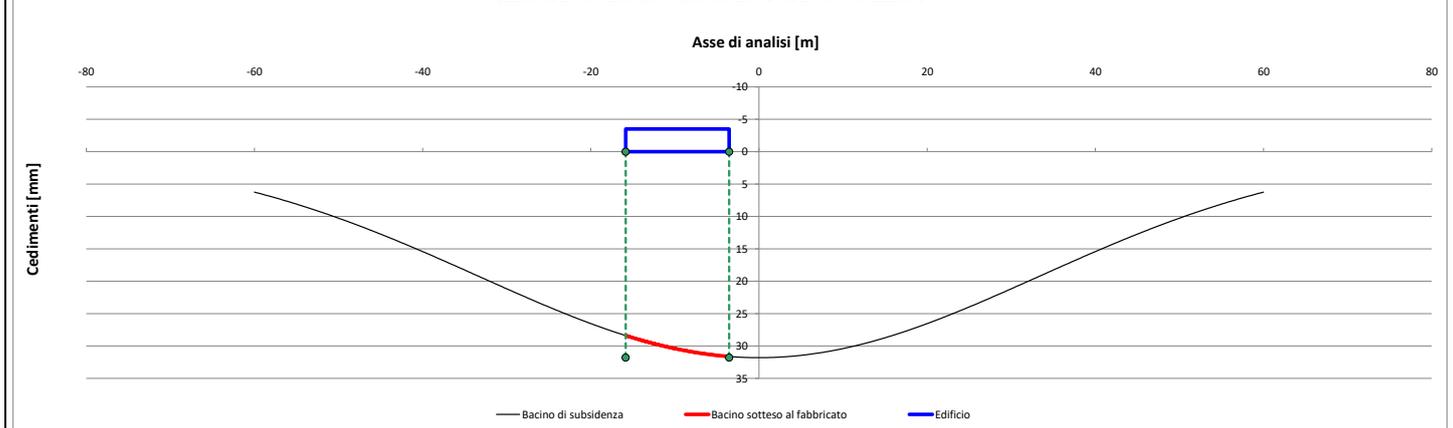
Rapporto di inflessione	$\Delta/L$	0,004%
Deformazione orizzontale	$\epsilon_h$	0,000%
Deformazione di allungamento	$\epsilon_{max}$	0,006%
Categoria di danno		0

**ZONA DI HOGGING (zona tesa)**

Rapporto di inflessione	$\Delta/L$	0,000%
Deformazione orizzontale	$\epsilon_h$	0,000%
Deformazione di allungamento	$\epsilon_{max}$	0,000%
Categoria di danno		0



**SEZIONE DI ANALISI CON ASSE RIFERITO AL LATO ANALIZZATO**



**CLASSE DI DANNO**

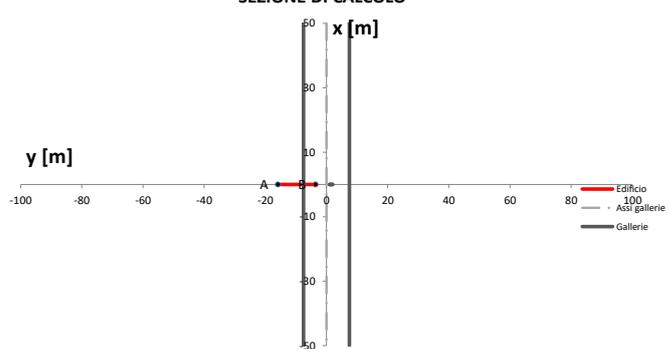
**0**

**EDIFICIO N°**
**001 - Ed pk 500.00**
**Informazioni Edificio**

Destinazione d'uso	Deposito		
Anno di costruzione	Successivo al 1950		
N° piani interrati	0		
N° piani fuori terra	1		
Tipo di struttura	MURATURA		
Tipo di fondazione	dirette		
Quadro lesionativo	presenti segni di crollo della copertura e cartelli di Attenzione Fabbricato Pericolante		
Altezza fuori terra	h	3,5	[m]
Profondità fondazioni dal p.c.	$Z_f$	1,0	[m]
Altezza totale edificio	H	4,5	[m]
Lunghezza lato analizzato	L	12,3	[m]


**Informazioni Gallerie**

Diametro [m]	D	15	
Copertura in calotta [m]	C	59	
Posizione del fronte [m]	$X_{fronte}$	1000	
Volume perso	$V_p$	1,5%	
Parametro k	k	0,35	

**SEZIONE DI CALCOLO**

**Coordinate edificio - Assi cartesiani**

Vertice	X [m]	Y [m]
A	0	-15,85
B	0	-3,55

**Cedimenti**

Vertice	w [mm]
A	36,03
B	44,91

**ANALISI DEI DANNI INDOTTI SUL MANUFATTO RISPETTO AL LATO**
**A**
**B**
**GRANDEZZE CINEMATICHE E CATEGORIA DI DANNO (Mair, Taylor e Burland 1995)**
**Cedimenti verticali**

Cedimento max bacino [mm]	$W_{bacino}$	45,43
Cedimento max edificio [mm]	$W_{edificio}$	44,91

**Rotazione e distorsione angolare**

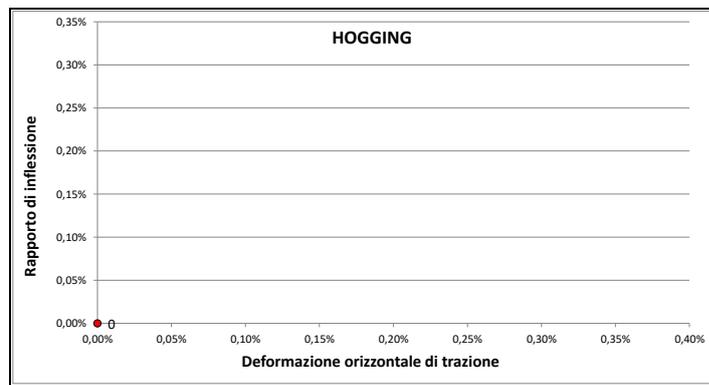
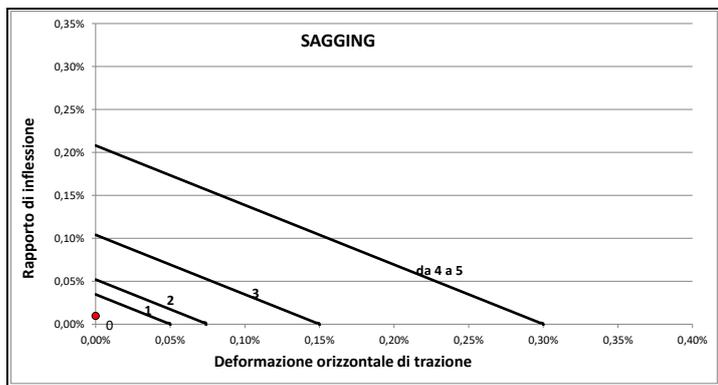
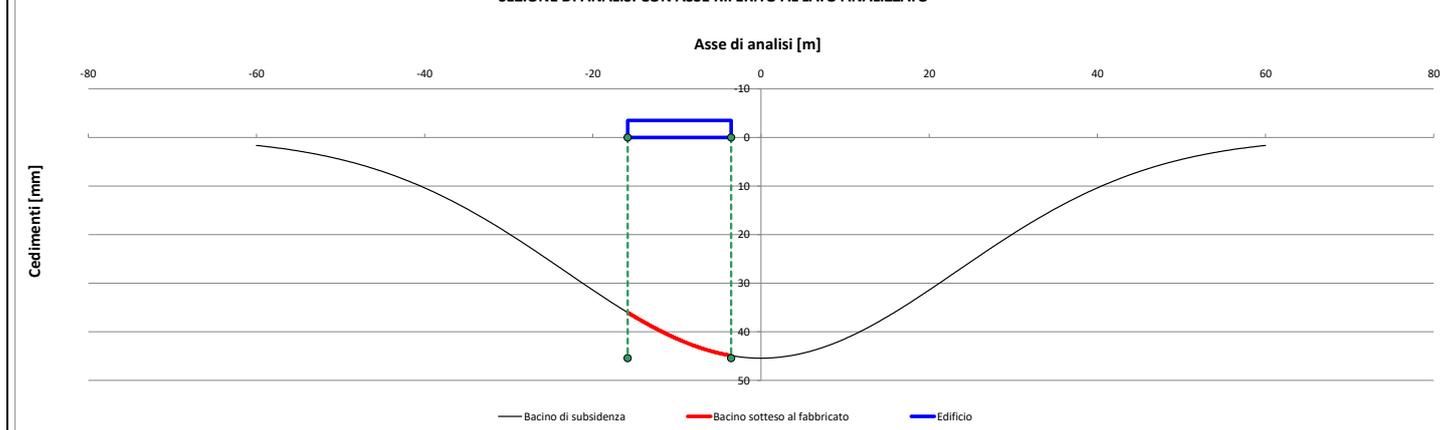
Rotazione max	$\theta$	1,05E-03	1/949
Distorsione angolare max	$\beta$	4,26E-04	1/2345

**ZONA DI SAGGING (zona compressa)**

Rapporto di inflessione	$\Delta/L$	0,010%
Deformazione orizzontale	$\epsilon_h$	0,000%
Deformazione di allungamento	$\epsilon_{max}$	0,014%
Categoria di danno		0

**ZONA DI HOGGING (zona tesa)**

Rapporto di inflessione	$\Delta/L$	0,000%
Deformazione orizzontale	$\epsilon_h$	0,000%
Deformazione di allungamento	$\epsilon_{max}$	0,000%
Categoria di danno		0


**SEZIONE DI ANALISI CON ASSE RIFERITO AL LATO ANALIZZATO**

**CLASSE DI DANNO**
**0**

**Informazioni Edificio**

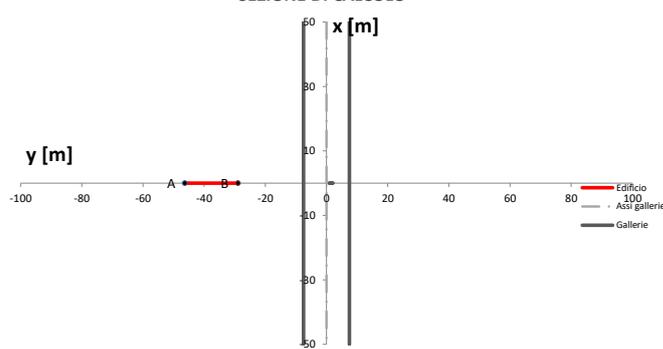
Destinazione d'uso	Residenziale		
Anno di costruzione	Successivo al 1850		
N° piani interrati	1		
N° piani fuori terra	4		
Tipo di struttura	MURATURA		
Tipo di fondazione	dirette		
Quadro lesionativo	presente una crepa verticale di larghezza >2cm lungo tutta l'altezza dell'edificio, sul lato Nord		
Altezza fuori terra	h	10,0	[m]
Profondità fondazioni dal p.c.	z <sub>f</sub>	3,0	[m]
Altezza totale edificio	H	13,0	[m]
Lunghezza lato analizzato	L	17,4	[m]



**Informazioni Gallerie**

Diametro [m]	D	15	
Copertura in calotta [m]	C	57	
Posizione del fronte [m]	X <sub>fronte</sub>	1000	
Volume perso	V <sub>p</sub>	0,8%	
Parametro k	k	0,5	

**SEZIONE DI CALCOLO**



**Coordinate edificio - Assi cartesiani**

Vertice	X [m]	Y [m]
A	0	-46,29
B	0	-28,94

**Cedimenti**

Vertice	w [mm]
A	6,24
B	11,69

**ANALISI DEI DANNI INDOTTI SUL MANUFATTO RISPETTO AL LATO**

**A**

**B**

**GRANDEZZE CINEMATICHE E CATEGORIA DI DANNO (Mair, Taylor e Burland 1995)**

**Cedimenti verticali**

Cedimento max bacino [mm]	W <sub>bacino</sub>	17,49
Cedimento max edificio [mm]	W <sub>edificio</sub>	11,69

**Rotazione e distorsione angolare**

Rotazione max	θ	3,29E-04	1/3040
Distorsione angolare max	β	3,61E-05	1/27686

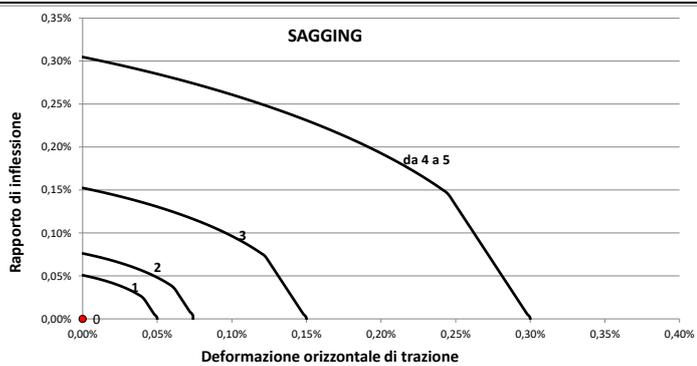
**ZONA DI SAGGING (zona compressa)**

Rapporto di inflessione	Δ/L	0,000%
Deformazione orizzontale	ε <sub>h</sub>	0,000%
Deformazione di allungamento	ε <sub>max</sub>	0,000%
Categoria di danno		0

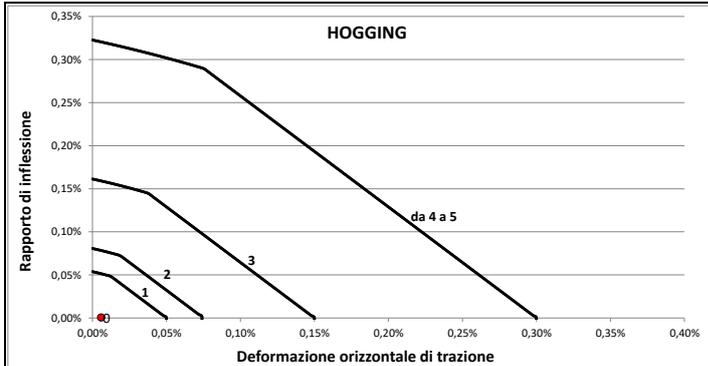
**ZONA DI HOGGING (zona tesa)**

Rapporto di inflessione	Δ/L	0,001%
Deformazione orizzontale	ε <sub>h</sub>	0,006%
Deformazione di allungamento	ε <sub>max</sub>	0,006%
Categoria di danno		0

**SAGGING**

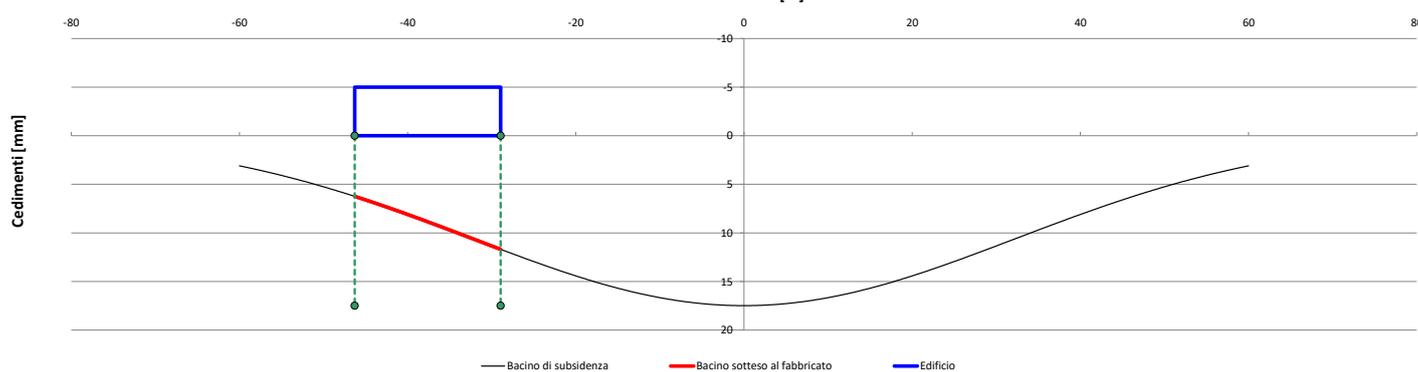


**HOGGING**



**SEZIONE DI ANALISI CON ASSE RIFERITO AL LATO ANALIZZATO**

**Asse di analisi [m]**



**CLASSE DI DANNO**

**0**

EDIFICIO N°

002 - Ed pk 525.00

**Informazioni Edificio**

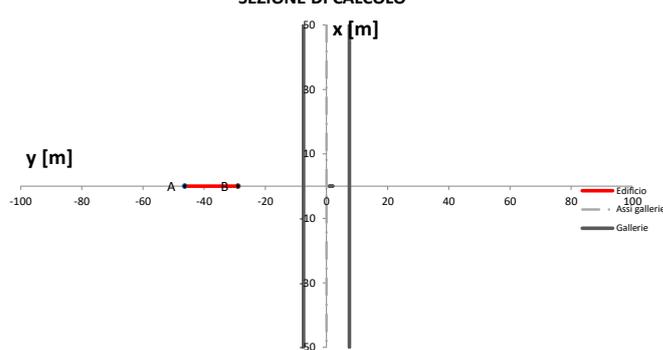
Destinazione d'uso	Residenziale		
Anno di costruzione	Successivo al 1850		
N° piani interrati	1		
N° piani fuori terra	4		
Tipo di struttura	MURATURA		
Tipo di fondazione	dirette		
Quadro lesionativo	presente una crepa verticale di larghezza >2cm lungo tutta l'altezza dell'edificio, sul lato Nord		
Altezza fuori terra	h	10,0	[m]
Profondità fondazioni dal p.c.	z <sub>f</sub>	3,0	[m]
Altezza totale edificio	H	13,0	[m]
Lunghezza lato analizzato	L	17,4	[m]



**Informazioni Gallerie**

Diametro [m]	D	15	
Copertura in calotta [m]	C	57	
Posizione del fronte [m]	X <sub>fronte</sub>	1000	
Volume perso	V <sub>p</sub>	0,8%	
Parametro k	k	0,35	

**SEZIONE DI CALCOLO**



**Coordinate edificio - Assi cartesiani**

Vertice	X [m]	Y [m]
A	0	-46,29
B	0	-28,94

**Cedimenti**

Vertice	w [mm]
A	3,05
B	10,98

**ANALISI DEI DANNI INDOTTI SUL MANUFATTO RISPETTO AL LATO**

A

B

**GRANDEZZE CINEMATICHE E CATEGORIA DI DANNO (Mair, Taylor e Burland 1995)**

**Cedimenti verticali**

Cedimento max bacino [mm]	W <sub>bacino</sub>	24,98
Cedimento max edificio [mm]	W <sub>edificio</sub>	10,98

**Rotazione e distorsione angolare**

Rotazione max	θ	6,24E-04	1/1604
Distorsione angolare max	β	1,80E-04	1/5568

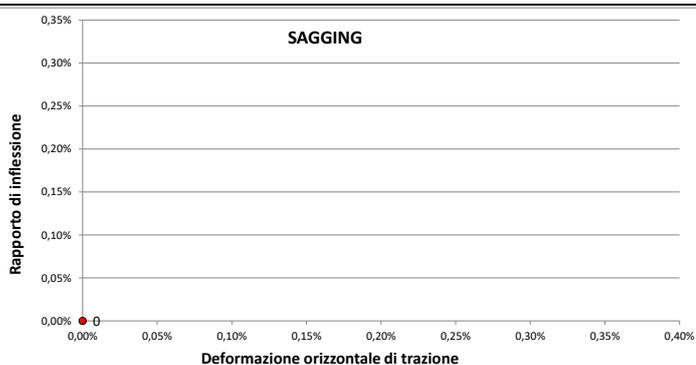
**ZONA DI SAGGING (zona compressa)**

Rapporto di inflessione	Δ/L	
Deformazione orizzontale	ε <sub>h</sub>	0,000%
Deformazione di allungamento	ε <sub>max</sub>	
Categoria di danno		

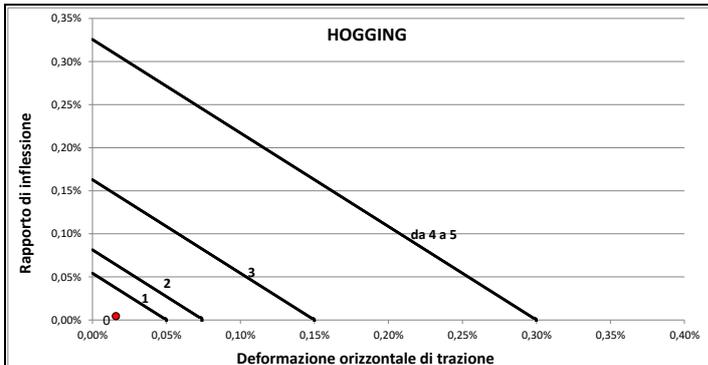
**ZONA DI HOGGING (zona tesa)**

Rapporto di inflessione	Δ/L	0,005%
Deformazione orizzontale	ε <sub>h</sub>	0,016%
Deformazione di allungamento	ε <sub>max</sub>	0,020%
Categoria di danno		0

**SAGGING**

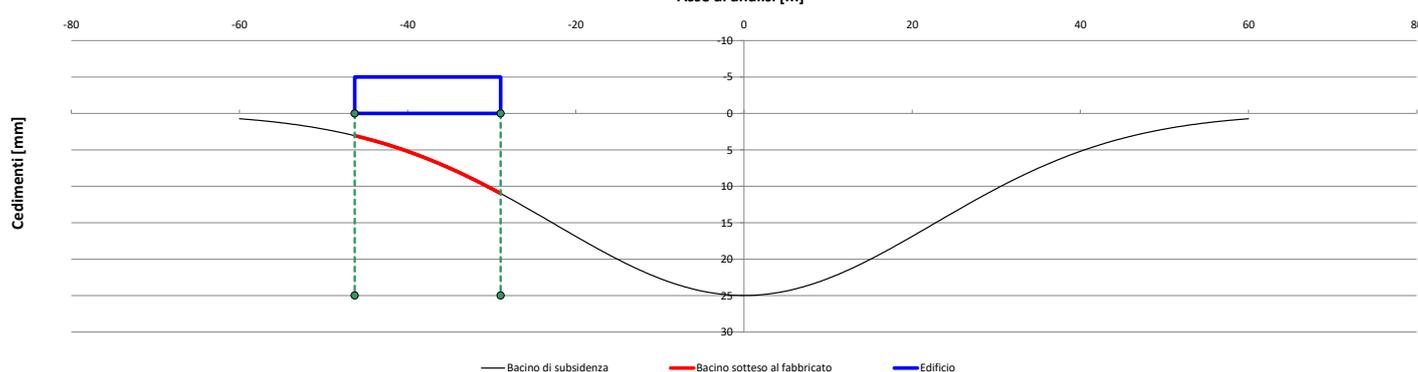


**HOGGING**



**SEZIONE DI ANALISI CON ASSE RIFERITO AL LATO ANALIZZATO**

**Asse di analisi [m]**



CLASSE DI DANNO

0

**Informazioni Edificio**

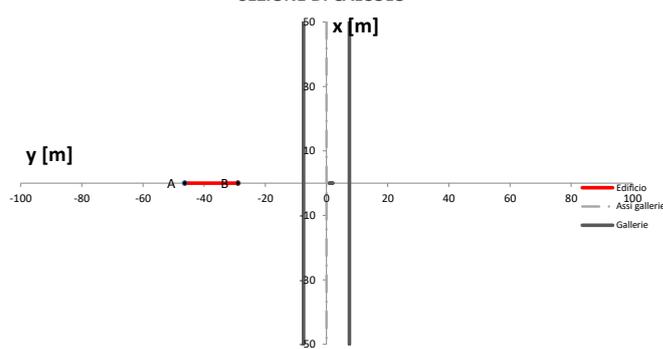
Destinazione d'uso	Residenziale		
Anno di costruzione	Successivo al 1850		
N° piani interrati	1		
N° piani fuori terra	4		
Tipo di struttura	MURATURA		
Tipo di fondazione	dirette		
Quadro lesionativo	presente una crepa verticale di larghezza >2cm lungo tutta l'altezza dell'edificio, sul lato Nord		
Altezza fuori terra	h	10,0	[m]
Profondità fondazioni dal p.c.	z <sub>f</sub>	3,0	[m]
Altezza totale edificio	H	13,0	[m]
Lunghezza lato analizzato	L	17,4	[m]



**Informazioni Gallerie**

Diametro [m]	D	15	
Copertura in calotta [m]	C	57	
Posizione del fronte [m]	X <sub>fronte</sub>	1000	
Volume perso	V <sub>p</sub>	1,2%	
Parametro k	k	0,5	

**SEZIONE DI CALCOLO**



**Coordinate edificio - Assi cartesiani**

Vertice	X [m]	Y [m]
A	0	-46,29
B	0	-28,94

**Cedimenti**

Vertice	w [mm]
A	9,36
B	17,54

**ANALISI DEI DANNI INDOTTI SUL MANUFATTO RISPETTO AL LATO**

**A**

**B**

**GRANDEZZE CINEMATICHE E CATEGORIA DI DANNO (Mair, Taylor e Burland 1995)**

**Cedimenti verticali**

Cedimento max bacino [mm]	W <sub>bacino</sub>	26,23
Cedimento max edificio [mm]	W <sub>edificio</sub>	17,54

**Rotazione e distorsione angolare**

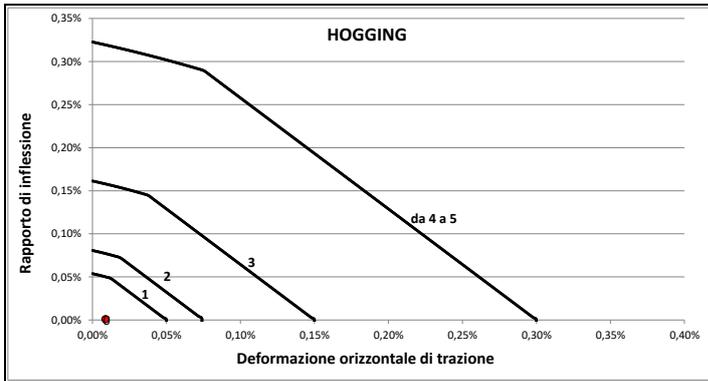
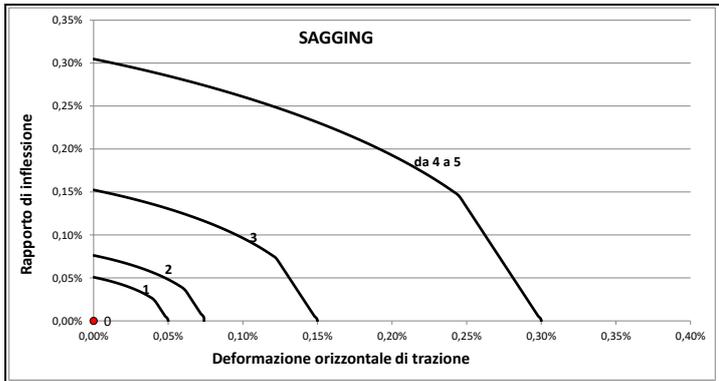
Rotazione max	θ	4,93E-04	1/2027
Distorsione angolare max	β	5,42E-05	1/18457

**ZONA DI SAGGING (zona compressa)**

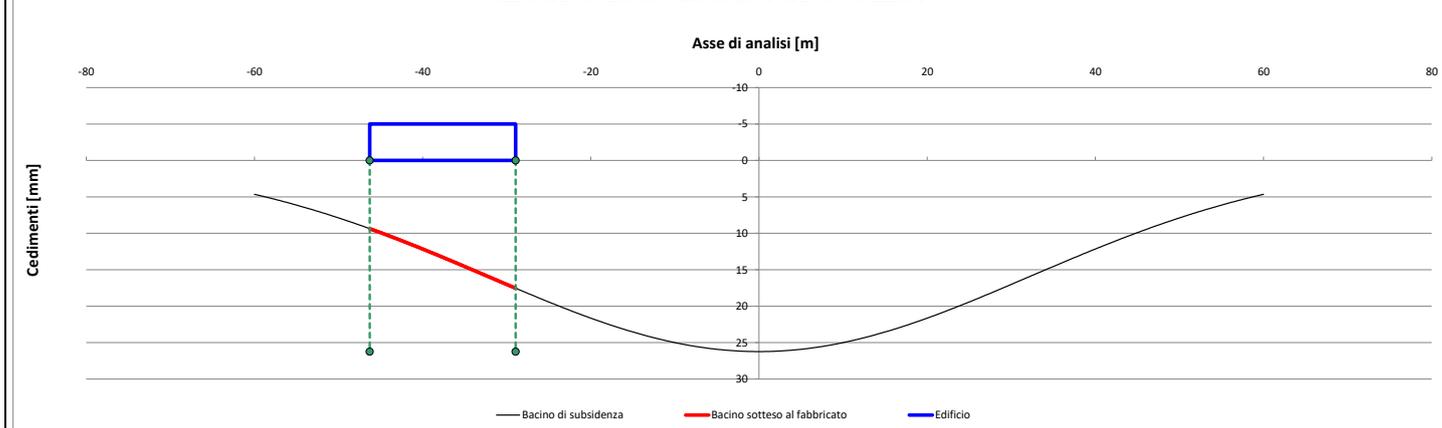
Rapporto di inflessione	Δ/L	0,000%
Deformazione orizzontale	ε <sub>h</sub>	0,000%
Deformazione di allungamento	ε <sub>max</sub>	0,000%
Categoria di danno		0

**ZONA DI HOGGING (zona tesa)**

Rapporto di inflessione	Δ/L	0,001%
Deformazione orizzontale	ε <sub>h</sub>	0,009%
Deformazione di allungamento	ε <sub>max</sub>	0,010%
Categoria di danno		0



**SEZIONE DI ANALISI CON ASSE RIFERITO AL LATO ANALIZZATO**



**CLASSE DI DANNO**

**0**

**Informazioni Edificio**

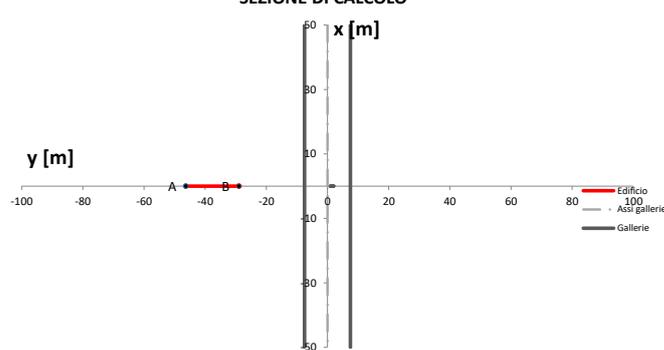
Destinazione d'uso	Residenziale		
Anno di costruzione	Successivo al 1850		
N° piani interrati	1		
N° piani fuori terra	4		
Tipo di struttura	MURATURA		
Tipo di fondazione	dirette		
Quadro lesionativo	presente una crepa verticale di larghezza >2cm lungo tutta l'altezza dell'edificio, sul lato Nord		
Altezza fuori terra	h	10,0	[m]
Profondità fondazioni dal p.c.	z <sub>f</sub>	3,0	[m]
Altezza totale edificio	H	13,0	[m]
Lunghezza lato analizzato	L	17,4	[m]



**Informazioni Gallerie**

Diametro [m]	D	15	
Copertura in calotta [m]	C	57	
Posizione del fronte [m]	X <sub>fronte</sub>	1000	
Volume perso	V <sub>p</sub>	1,2%	
Parametro k	k	0,35	

**SEZIONE DI CALCOLO**



**Coordinate edificio - Assi cartesiani**

Vertice	X [m]	Y [m]
A	0	-46,29
B	0	-28,94

**Cedimenti**

Vertice	w [mm]
A	4,58
B	16,48

**ANALISI DEI DANNI INDOTTI SUL MANUFATTO RISPETTO AL LATO**

**A**

**B**

**GRANDEZZE CINEMATICHE E CATEGORIA DI DANNO (Mair, Taylor e Burland 1995)**

**Cedimenti verticali**

Cedimento max bacino [mm]	W <sub>bacino</sub>	37,47
Cedimento max edificio [mm]	W <sub>edificio</sub>	16,48

**Rotazione e distorsione angolare**

Rotazione max	θ	9,35E-04	1/1069
Distorsione angolare max	β	2,69E-04	1/3712

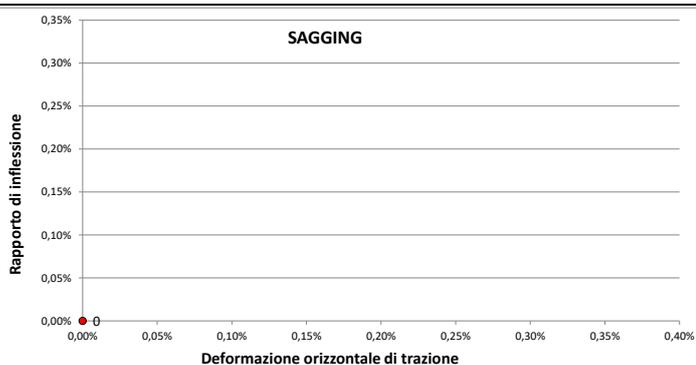
**ZONA DI SAGGING (zona compressa)**

Rapporto di inflessione	Δ/L	
Deformazione orizzontale	ε <sub>h</sub>	0,000%
Deformazione di allungamento	ε <sub>max</sub>	
Categoria di danno		

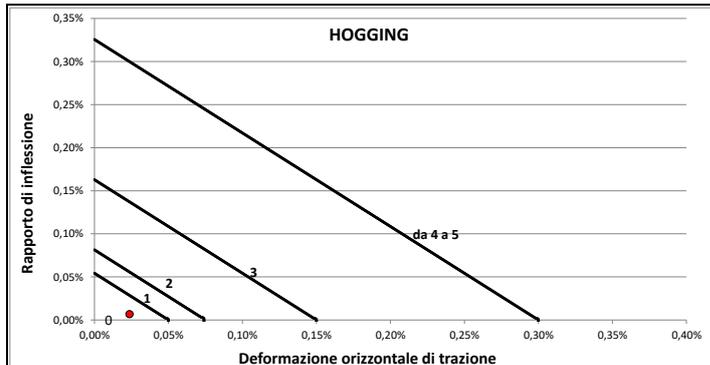
**ZONA DI HOGGING (zona tesa)**

Rapporto di inflessione	Δ/L	0,007%
Deformazione orizzontale	ε <sub>h</sub>	0,024%
Deformazione di allungamento	ε <sub>max</sub>	0,030%
Categoria di danno		0

**SAGGING**

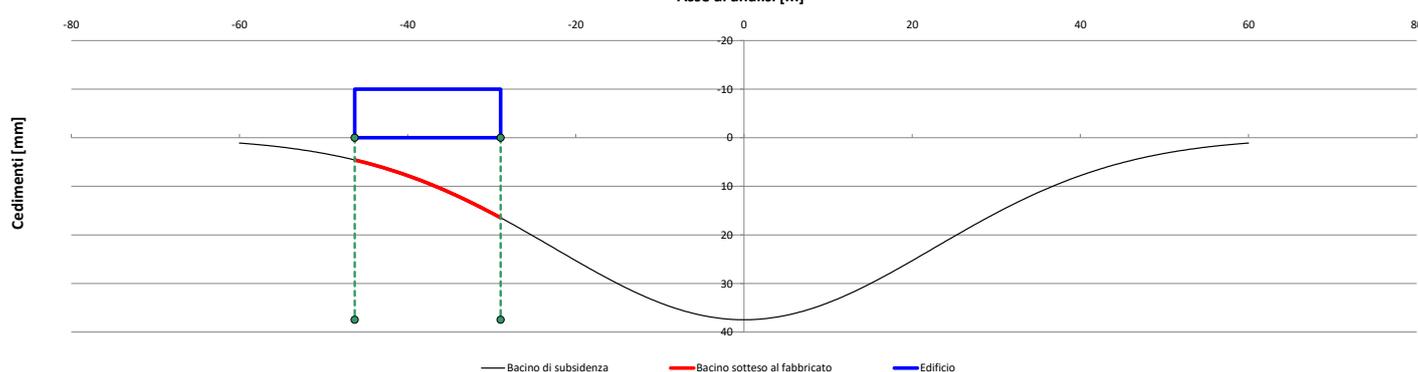


**HOGGING**



**SEZIONE DI ANALISI CON ASSE RIFERITO AL LATO ANALIZZATO**

**Asse di analisi [m]**



**CLASSE DI DANNO**

**0**

**Informazioni Edificio**

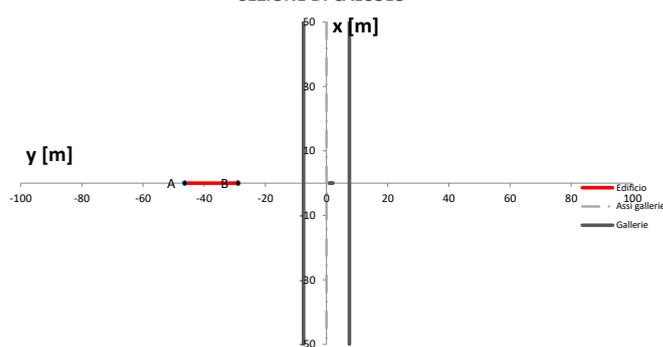
Destinazione d'uso	Residenziale		
Anno di costruzione	Successivo al 1850		
N° piani interrati	1		
N° piani fuori terra	4		
Tipo di struttura	MURATURA		
Tipo di fondazione	dirette		
Quadro lesionativo	presente una crepa verticale di larghezza >2cm lungo tutta l'altezza dell'edificio, sul lato Nord		
Altezza fuori terra	h	10,0	[m]
Profondità fondazioni dal p.c.	z <sub>f</sub>	3,0	[m]
Altezza totale edificio	H	13,0	[m]
Lunghezza lato analizzato	L	17,4	[m]



**Informazioni Gallerie**

Diametro [m]	D	15	
Copertura in calotta [m]	C	57	
Posizione del fronte [m]	X <sub>fronte</sub>	1000	
Volume perso	V <sub>p</sub>	1,5%	
Parametro k	k	0,5	

**SEZIONE DI CALCOLO**



**Coordinate edificio - Assi cartesiani**

Vertice	X [m]	Y [m]
A	0	-46,29
B	0	-28,94

**Cedimenti**

Vertice	w [mm]
A	11,71
B	21,92

**ANALISI DEI DANNI INDOTTI SUL MANUFATTO RISPETTO AL LATO**

A

B

**GRANDEZZE CINEMATICHE E CATEGORIA DI DANNO (Mair, Taylor e Burland 1995)**

**Cedimenti verticali**

Cedimento max bacino [mm]	W <sub>bacino</sub>	32,79
Cedimento max edificio [mm]	W <sub>edificio</sub>	21,92

**Rotazione e distorsione angolare**

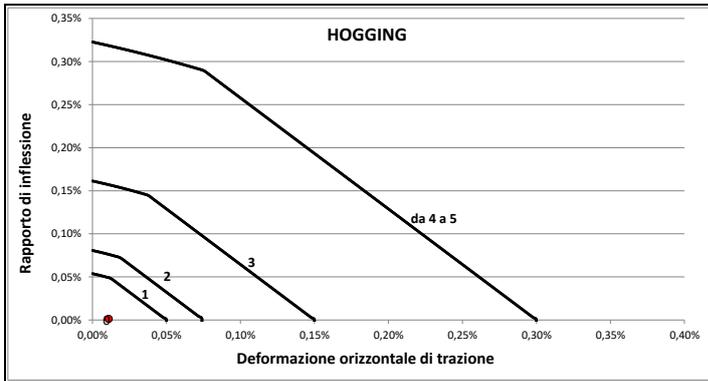
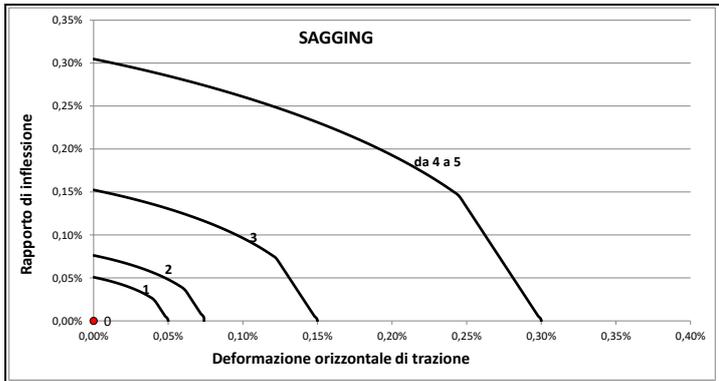
Rotazione max	θ	6,17E-04	1/1622
Distorsione angolare max	β	6,77E-05	1/14766

**ZONA DI SAGGING (zona compressa)**

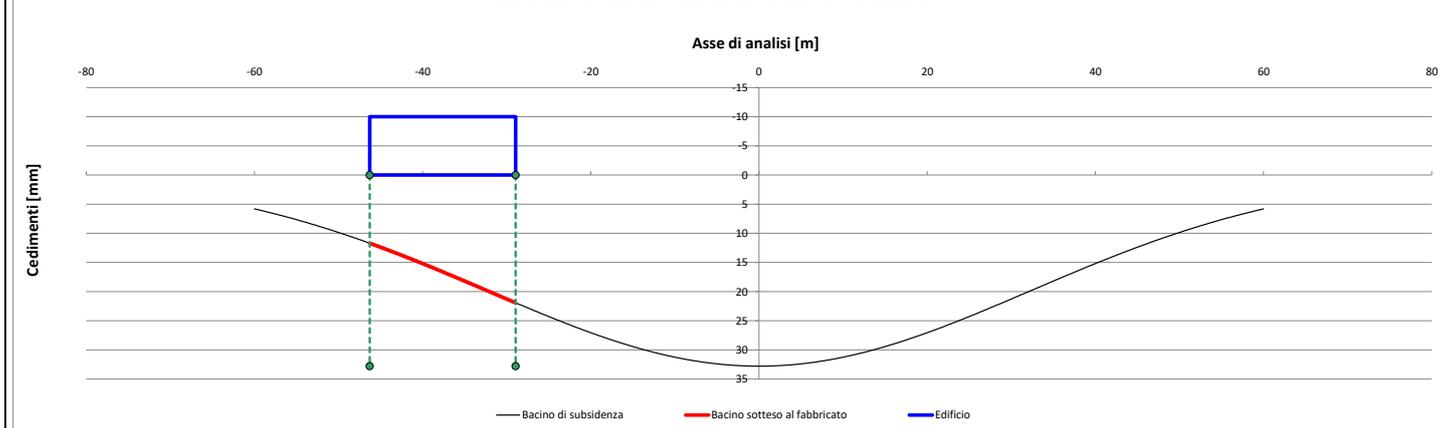
Rapporto di inflessione	Δ/L	0,000%
Deformazione orizzontale	ε <sub>h</sub>	0,000%
Deformazione di allungamento	ε <sub>max</sub>	0,000%
Categoria di danno		0

**ZONA DI HOGGING (zona tesa)**

Rapporto di inflessione	Δ/L	0,001%
Deformazione orizzontale	ε <sub>h</sub>	0,011%
Deformazione di allungamento	ε <sub>max</sub>	0,012%
Categoria di danno		0



**SEZIONE DI ANALISI CON ASSE RIFERITO AL LATO ANALIZZATO**



**CLASSE DI DANNO**

0

**Informazioni Edificio**

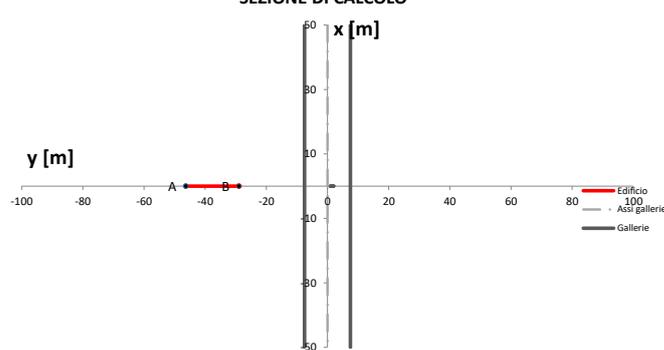
Destinazione d'uso	Residenziale		
Anno di costruzione	Successivo al 1850		
N° piani interrati	1		
N° piani fuori terra	4		
Tipo di struttura	MURATURA		
Tipo di fondazione	dirette		
Quadro lesionativo	presente una crepa verticale di larghezza >2cm lungo tutta l'altezza dell'edificio, sul lato Nord		
Altezza fuori terra	h	10,0	[m]
Profondità fondazioni dal p.c.	z <sub>f</sub>	3,0	[m]
Altezza totale edificio	H	13,0	[m]
Lunghezza lato analizzato	L	17,4	[m]



**Informazioni Gallerie**

Diametro [m]	D	15	
Copertura in calotta [m]	C	57	
Posizione del fronte [m]	X <sub>fronte</sub>	1000	
Volume perso	V <sub>p</sub>	1,5%	
Parametro k	k	0,35	

**SEZIONE DI CALCOLO**



**Coordinate edificio - Assi cartesiani**

Vertice	X [m]	Y [m]
A	0	-46,29
B	0	-28,94

**Cedimenti**

Vertice	w [mm]
A	5,72
B	20,60

**ANALISI DEI DANNI INDOTTI SUL MANUFATTO RISPETTO AL LATO**

**A**

**B**

**GRANDEZZE CINEMATICHE E CATEGORIA DI DANNO (Mair, Taylor e Burland 1995)**

**Cedimenti verticali**

Cedimento max bacino [mm]	W <sub>bacino</sub>	46,84
Cedimento max edificio [mm]	W <sub>edificio</sub>	20,60

**Rotazione e distorsione angolare**

Rotazione max	θ	1,17E-03	1/855
Distorsione angolare max	β	3,37E-04	1/2969

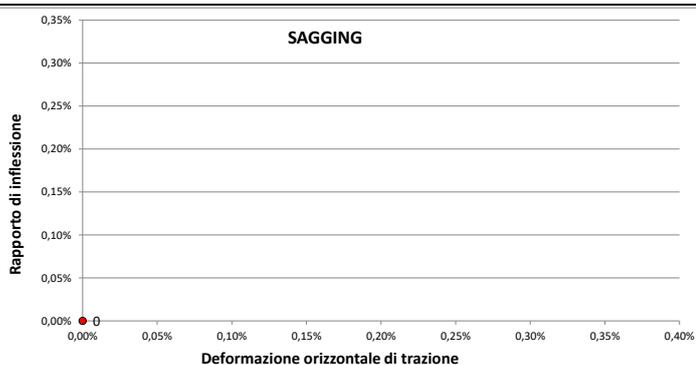
**ZONA DI SAGGING (zona compressa)**

Rapporto di inflessione	Δ/L	
Deformazione orizzontale	ε <sub>h</sub>	0,000%
Deformazione di allungamento	ε <sub>max</sub>	
Categoria di danno		

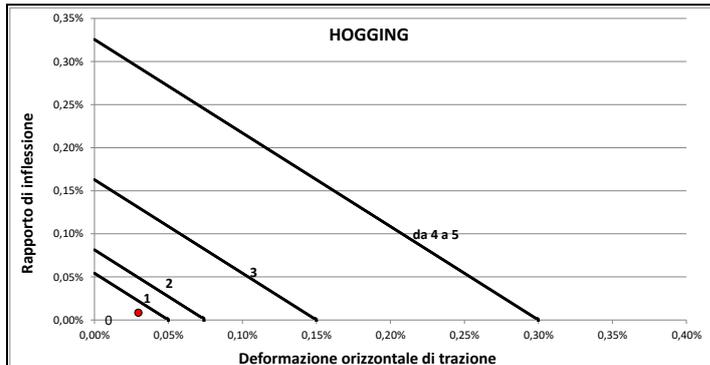
**ZONA DI HOGGING (zona tesa)**

Rapporto di inflessione	Δ/L	0,008%
Deformazione orizzontale	ε <sub>h</sub>	0,030%
Deformazione di allungamento	ε <sub>max</sub>	0,037%
Categoria di danno		0

**SAGGING**

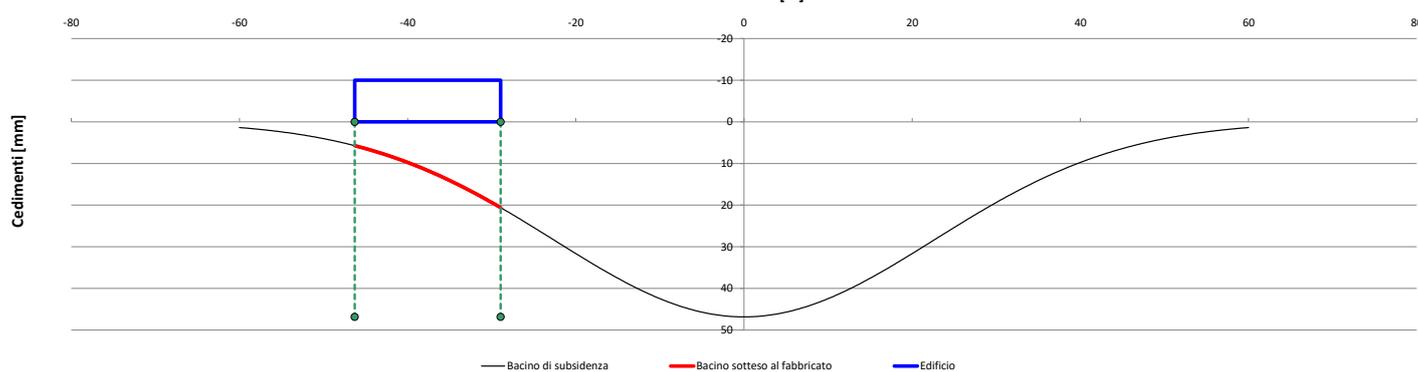


**HOGGING**



**SEZIONE DI ANALISI CON ASSE RIFERITO AL LATO ANALIZZATO**

**Asse di analisi [m]**



**CLASSE DI DANNO**

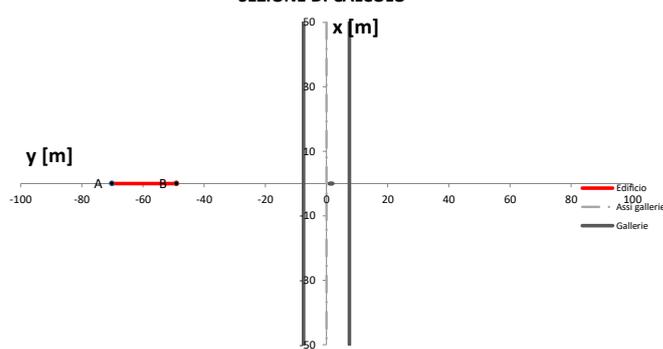
**0**

**EDIFICIO N°**
**003 - Ed pk 815.00**
**Informazioni Edificio**

Destinazione d'uso	Residenziale		
Anno di costruzione	Successivo al 2000		
N° piani interrati	0		
N° piani fuori terra	3		
Tipo di struttura	MURATURA		
Tipo di fondazione	dirette		
Quadro lesionativo	assente qualsiasi tipo di lesione visibile		
Altezza fuori terra	h	8,0	[m]
Profondità fondazioni dal p.c.	$Z_f$	1,0	[m]
Altezza totale edificio	H	9,0	[m]
Lunghezza lato analizzato	L	21,1	[m]


**Informazioni Gallerie**

Diametro [m]	D	15	
Copertura in calotta [m]	C	44	
Posizione del fronte [m]	$X_{fronte}$	1000	
Volume perso	$V_p$	0,8%	
Parametro k	k	0,5	

**SEZIONE DI CALCOLO**

**Coordinate edificio - Assi cartesiani**

Vertice	X [m]	Y [m]
A	0	-70,16
B	0	-49,06

**Cedimenti**

Vertice	w [mm]
A	0,54
B	3,57

**ANALISI DEI DANNI INDOTTI SUL MANUFATTO RISPETTO AL LATO**
**A**
**B**
**GRANDEZZE CINEMATICHE E CATEGORIA DI DANNO (Mair, Taylor e Burland 1995)**
**Cedimenti verticali**

Cedimento max bacino [mm]	$W_{bacino}$	21,90
Cedimento max edificio [mm]	$W_{edificio}$	3,57

**Rotazione e distorsione angolare**

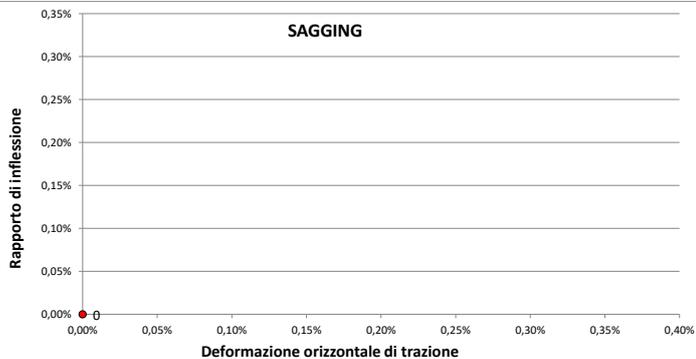
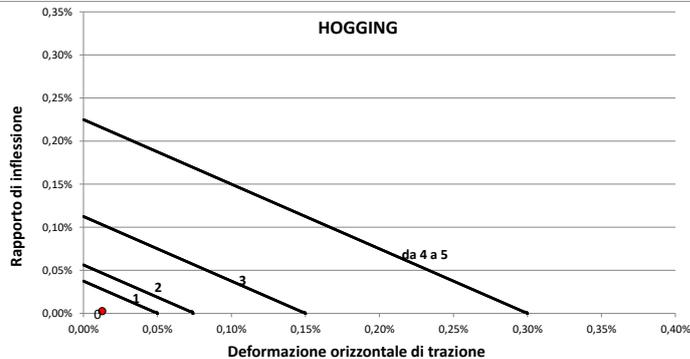
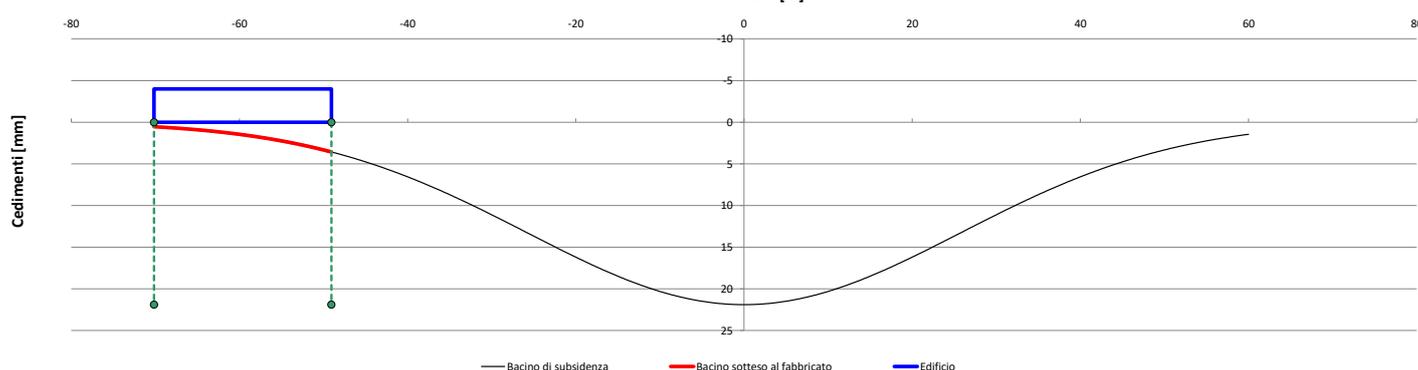
Rotazione max	$\theta$	2,64E-04	1/3794
Distorsione angolare max	$\beta$	1,20E-04	1/8339

**ZONA DI SAGGING (zona compressa)**

Rapporto di inflessione	$\Delta/L$	
Deformazione orizzontale	$\epsilon_h$	0,000%
Deformazione di allungamento	$\epsilon_{max}$	
Categoria di danno		

**ZONA DI HOGGING (zona tesa)**

Rapporto di inflessione	$\Delta/L$	0,003%
Deformazione orizzontale	$\epsilon_h$	0,013%
Deformazione di allungamento	$\epsilon_{max}$	0,016%
Categoria di danno		0

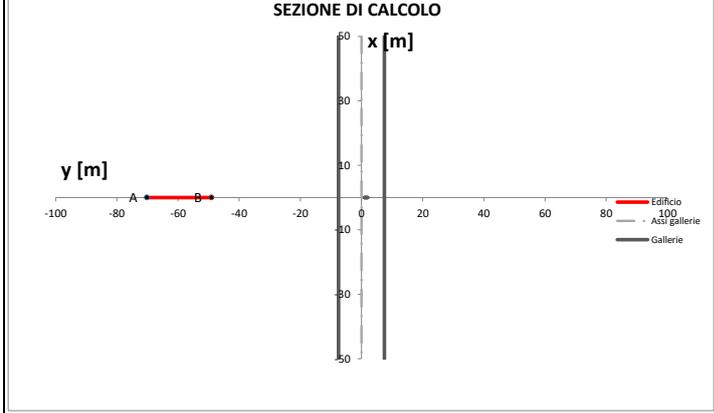
**SAGGING**

**HOGGING**

**SEZIONE DI ANALISI CON ASSE RIFERITO AL LATO ANALIZZATO**
**Asse di analisi [m]**

**CLASSE DI DANNO**
**0**

**Informazioni Edificio**

Destinazione d'uso	Residenziale		
Anno di costruzione	Successivo al 2000		
N° piani interrati	0		
N° piani fuori terra	3		
Tipo di struttura	MURATURA		
Tipo di fondazione	dirette		
Quadro lesionativo	assente qualsiasi tipo di lesione visibile		
Altezza fuori terra	h	8,0	[m]
Profondità fondazioni dal p.c.	$Z_f$	1,0	[m]
Altezza totale edificio	H	9,0	[m]
Lunghezza lato analizzato	L	21,1	[m]


**Informazioni Gallerie**

Diametro [m]	D	15	DX
Copertura in calotta [m]	C	44	
Posizione del fronte [m]	$X_{fronte}$	1000	
Volume perso	$V_p$	0,8%	
Parametro k	k	0,35	


**Coordinate edificio - Assi cartesiani**

Vertice	X [m]	Y [m]
A	0	-70,16
B	0	-49,06

**Cedimenti**

Vertice	w [mm]
A	0,02
B	0,77

**ANALISI DEI DANNI INDOTTI SUL MANUFATTO RISPETTO AL LATO**
**A**
**B**
**GRANDEZZE CINEMATICHE E CATEGORIA DI DANNO (Mair, Taylor e Burland 1995)**
**Cedimenti verticali**

Cedimento max bacino [mm]	$W_{bacino}$	31,29
Cedimento max edificio [mm]	$W_{edificio}$	0,77

**Rotazione e distorsione angolare**

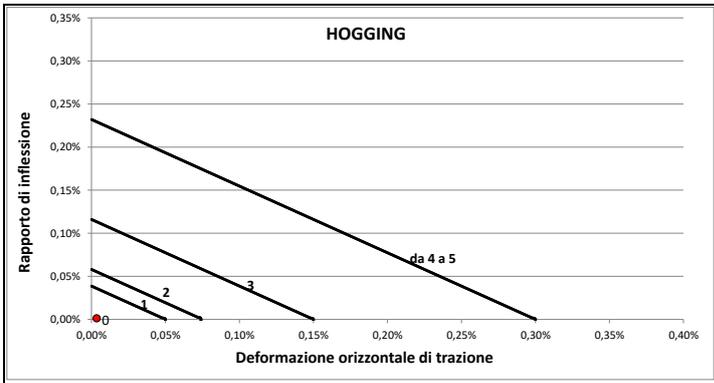
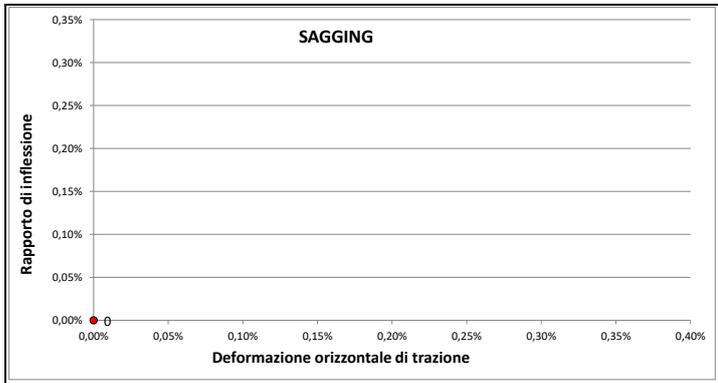
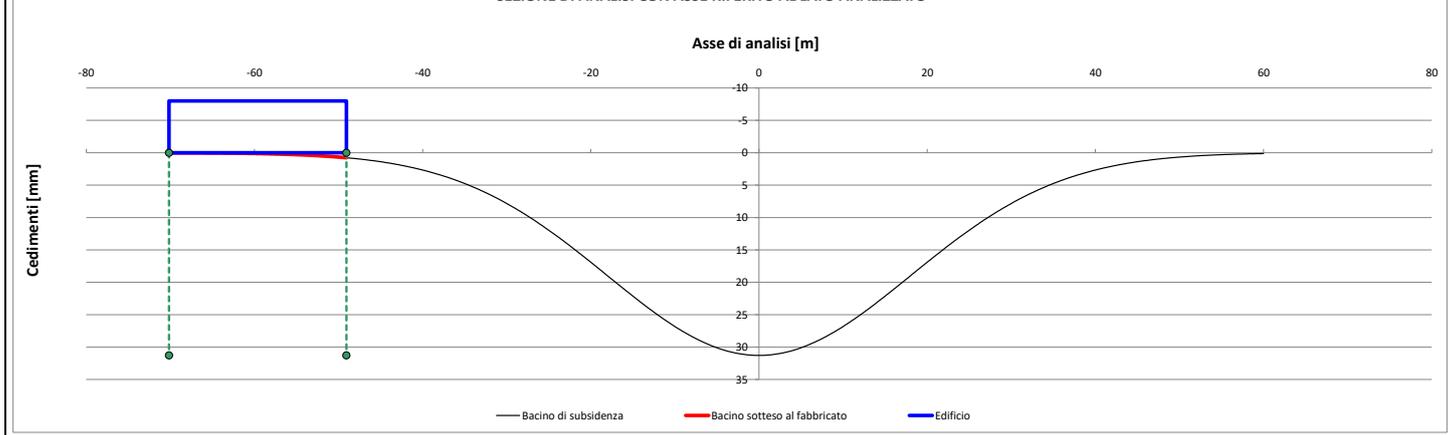
Rotazione max	$\theta$	1,16E-04	1/8619
Distorsione angolare max	$\beta$	8,03E-05	1/12458

**ZONA DI SAGGING (zona compressa)**

Rapporto di inflessione	$\Delta/L$	
Deformazione orizzontale	$\epsilon_h$	0,000%
Deformazione di allungamento	$\epsilon_{max}$	
Categoria di danno		

**ZONA DI HOGGING (zona tesa)**

Rapporto di inflessione	$\Delta/L$	0,001%
Deformazione orizzontale	$\epsilon_h$	0,004%
Deformazione di allungamento	$\epsilon_{max}$	0,005%
Categoria di danno		0

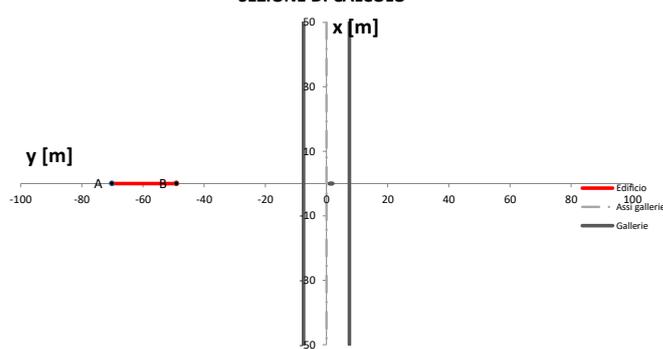

**SEZIONE DI ANALISI CON ASSE RIFERITO AL LATO ANALIZZATO**

**CLASSE DI DANNO**
**0**

**EDIFICIO N°**
**003 - Ed pk 815.00**
**Informazioni Edificio**

Destinazione d'uso	Residenziale		
Anno di costruzione	Successivo al 2000		
N° piani interrati	0		
N° piani fuori terra	3		
Tipo di struttura	MURATURA		
Tipo di fondazione	dirette		
Quadro lesionativo	assente qualsiasi tipo di lesione visibile		
Altezza fuori terra	h	8,0	[m]
Profondità fondazioni dal p.c.	Z <sub>f</sub>	1,0	[m]
Altezza totale edificio	H	9,0	[m]
Lunghezza lato analizzato	L	21,1	[m]


**Informazioni Gallerie**

Diametro [m]	D	15	
Copertura in calotta [m]	C	44	
Posizione del fronte [m]	X <sub>fronte</sub>	1000	
Volume perso	V <sub>p</sub>	1,2%	
Parametro k	k	0,5	

**SEZIONE DI CALCOLO**

**Coordinate edificio - Assi cartesiani**

Vertice	X [m]	Y [m]
A	0	-70,16
B	0	-49,06

**Cedimenti**

Vertice	w [mm]
A	0,80
B	5,35

**ANALISI DEI DANNI INDOTTI SUL MANUFATTO RISPETTO AL LATO**
**A**
**B**
**GRANDEZZE CINEMATICHE E CATEGORIA DI DANNO (Mair, Taylor e Burland 1995)**
**Cedimenti verticali**

Cedimento max bacino [mm]	W <sub>bacino</sub>	32,85
Cedimento max edificio [mm]	W <sub>edificio</sub>	5,35

**Rotazione e distorsione angolare**

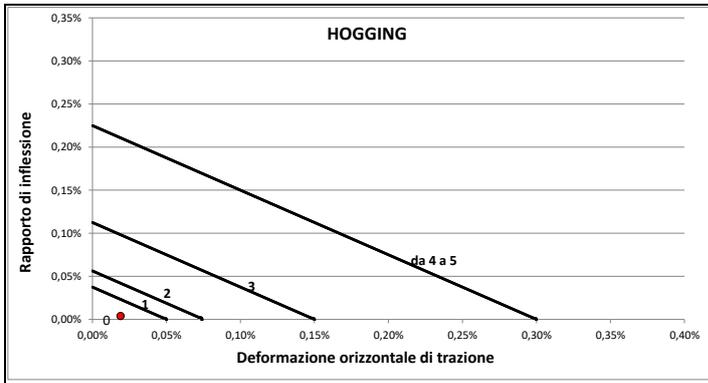
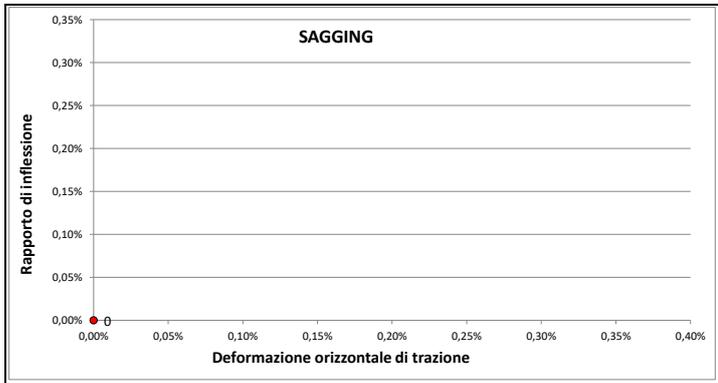
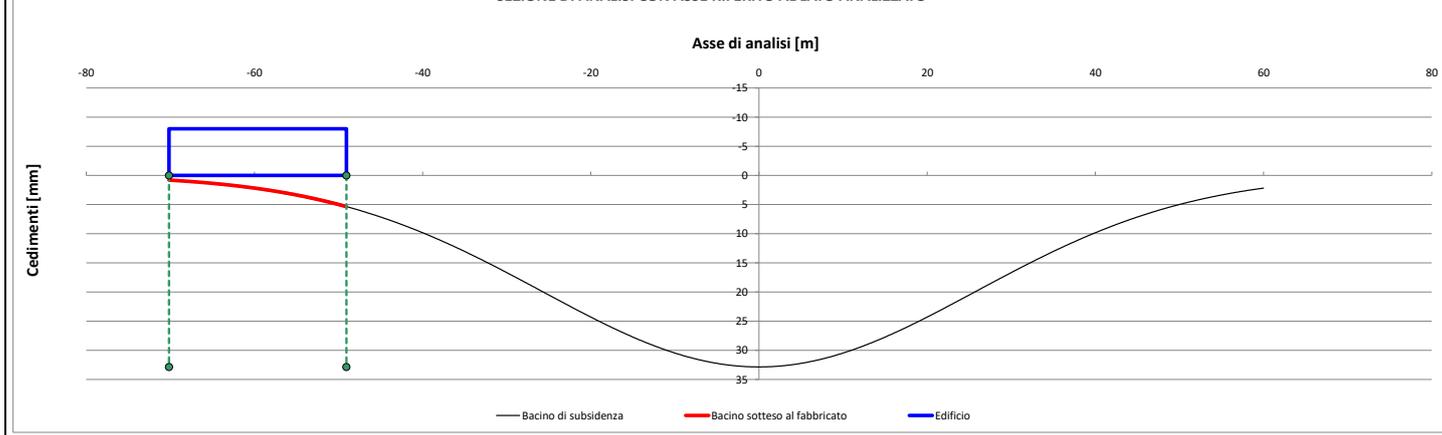
Rotazione max	θ	3,95E-04	1/2529
Distorsione angolare max	β	1,80E-04	1/5559

**ZONA DI SAGGING (zona compressa)**

Rapporto di inflessione	Δ/L	
Deformazione orizzontale	ε <sub>h</sub>	0,000%
Deformazione di allungamento	ε <sub>max</sub>	
Categoria di danno		

**ZONA DI HOGGING (zona tesa)**

Rapporto di inflessione	Δ/L	0,004%
Deformazione orizzontale	ε <sub>h</sub>	0,019%
Deformazione di allungamento	ε <sub>max</sub>	0,024%
Categoria di danno		0

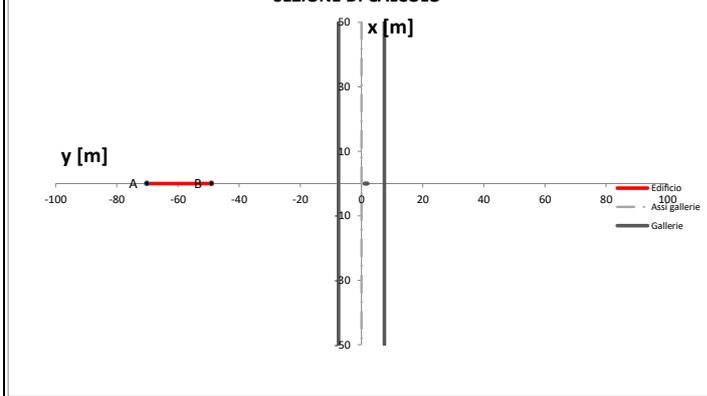

**SEZIONE DI ANALISI CON ASSE RIFERITO AL LATO ANALIZZATO**

**CLASSE DI DANNO**
**0**

**Informazioni Edificio**

Destinazione d'uso	Residenziale		
Anno di costruzione	Successivo al 2000		
N° piani interrati	0		
N° piani fuori terra	3		
Tipo di struttura	MURATURA		
Tipo di fondazione	dirette		
Quadro lesionativo	assente qualsiasi tipo di lesione visibile		
Altezza fuori terra	h	8,0	[m]
Profondità fondazioni dal p.c.	$Z_f$	1,0	[m]
Altezza totale edificio	H	9,0	[m]
Lunghezza lato analizzato	L	21,1	[m]


**Informazioni Gallerie**

Diametro [m]	D	15	
Copertura in calotta [m]	C	44	
Posizione del fronte [m]	$X_{fronte}$	1000	
Volume perso	$V_p$	1,2%	
Parametro k	k	0,35	

**SEZIONE DI CALCOLO**

**Coordinate edificio - Assi cartesiani**

Vertice	X [m]	Y [m]
A	0	-70,16
B	0	-49,06

**Cedimenti**

Vertice	w [mm]
A	0,02
B	1,16

**ANALISI DEI DANNI INDOTTI SUL MANUFATTO RISPETTO AL LATO**
**A**
**B**
**GRANDEZZE CINEMATICHE E CATEGORIA DI DANNO (Mair, Taylor e Burland 1995)**
**Cedimenti verticali**

Cedimento max bacino [mm]	$W_{bacino}$	46,93
Cedimento max edificio [mm]	$W_{edificio}$	1,16

**Rotazione e distorsione angolare**

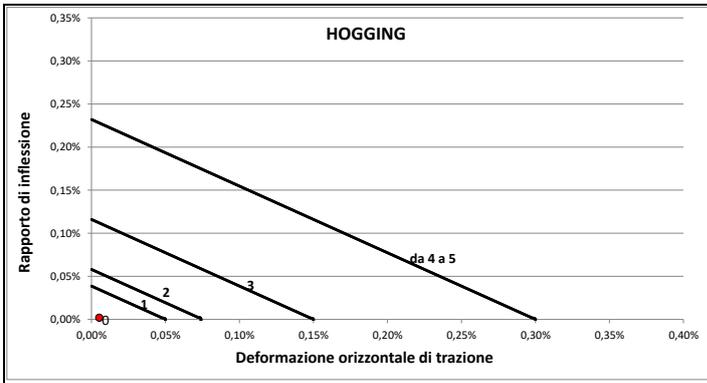
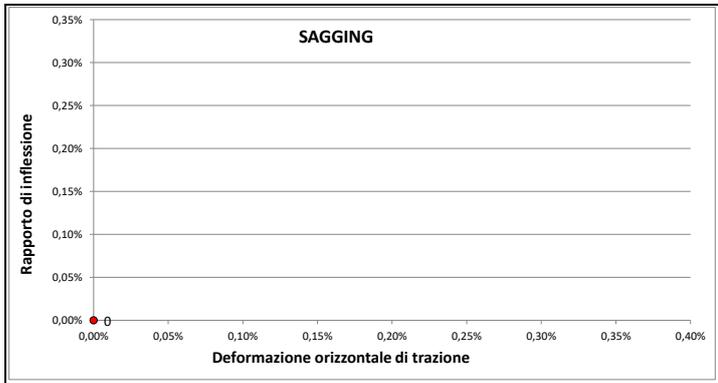
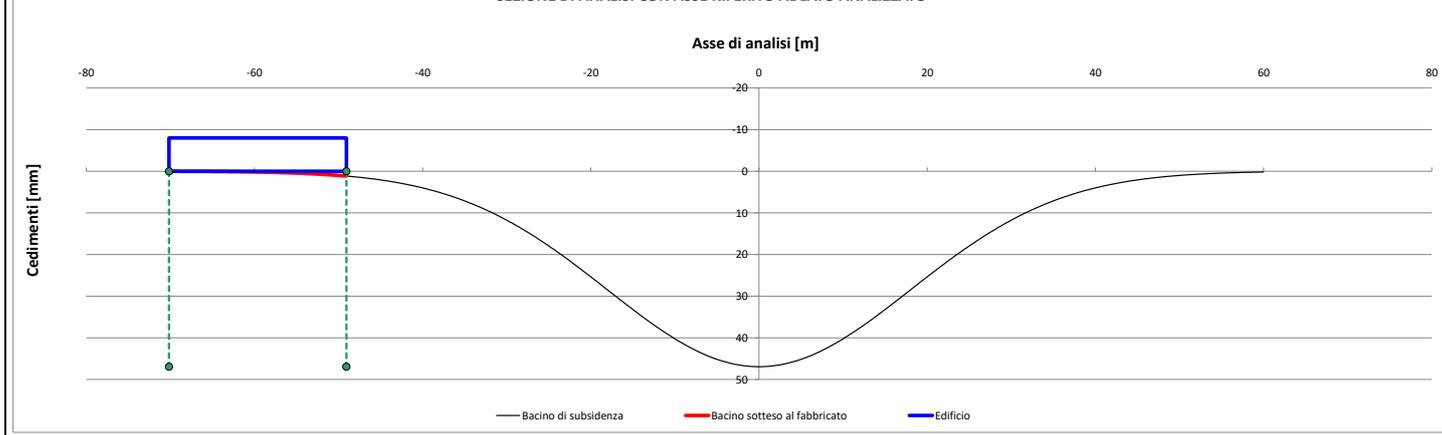
Rotazione max	$\theta$	1,74E-04	1/5746
Distorsione angolare max	$\beta$	1,20E-04	1/8306

**ZONA DI SAGGING (zona compressa)**

Rapporto di inflessione	$\Delta/L$	
Deformazione orizzontale	$\epsilon_h$	0,000%
Deformazione di allungamento	$\epsilon_{max}$	
Categoria di danno		

**ZONA DI HOGGING (zona tesa)**

Rapporto di inflessione	$\Delta/L$	0,002%
Deformazione orizzontale	$\epsilon_h$	0,005%
Deformazione di allungamento	$\epsilon_{max}$	0,008%
Categoria di danno		0

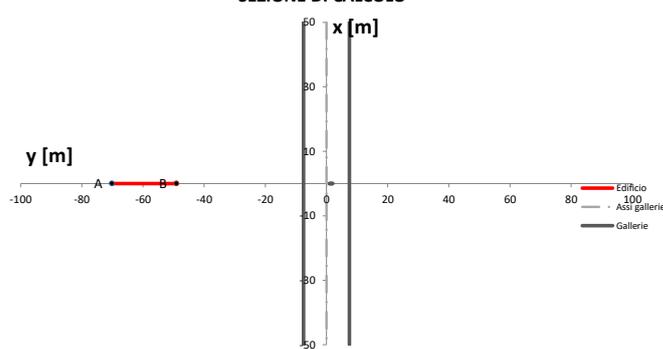

**SEZIONE DI ANALISI CON ASSE RIFERITO AL LATO ANALIZZATO**

**CLASSE DI DANNO**
**0**

**EDIFICIO N°**
**003 - Ed pk 815.00**
**Informazioni Edificio**

Destinazione d'uso	Residenziale		
Anno di costruzione	Successivo al 2000		
N° piani interrati	0		
N° piani fuori terra	3		
Tipo di struttura	MURATURA		
Tipo di fondazione	dirette		
Quadro lesionativo	assente qualsiasi tipo di lesione visibile		
Altezza fuori terra	h	8,0	[m]
Profondità fondazioni dal p.c.	$Z_f$	1,0	[m]
Altezza totale edificio	H	9,0	[m]
Lunghezza lato analizzato	L	21,1	[m]


**Informazioni Gallerie**

Diametro [m]	D	15	
Copertura in calotta [m]	C	44	
Posizione del fronte [m]	$X_{fronte}$	1000	
Volume perso	$V_p$	1,5%	
Parametro k	k	0,5	

**SEZIONE DI CALCOLO**

**Coordinate edificio - Assi cartesiani**

Vertice	X [m]	Y [m]
A	0	-70,16
B	0	-49,06

**Cedimenti**

Vertice	w [mm]
A	1,00
B	6,69

**ANALISI DEI DANNI INDOTTI SUL MANUFATTO RISPETTO AL LATO**
**A**
**B**
**GRANDEZZE CINEMATICHE E CATEGORIA DI DANNO (Mair, Taylor e Burland 1995)**
**Cedimenti verticali**

Cedimento max bacino [mm]	$W_{bacino}$	41,07
Cedimento max edificio [mm]	$W_{edificio}$	6,69

**Rotazione e distorsione angolare**

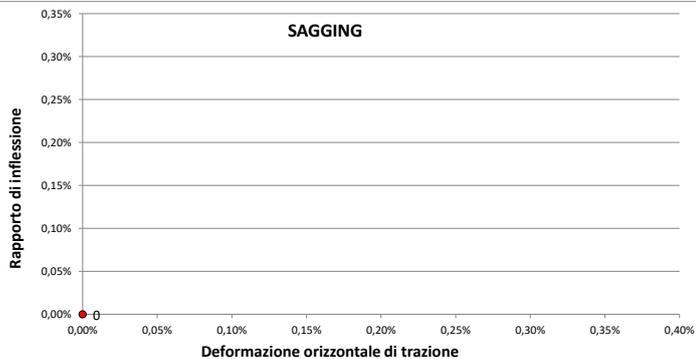
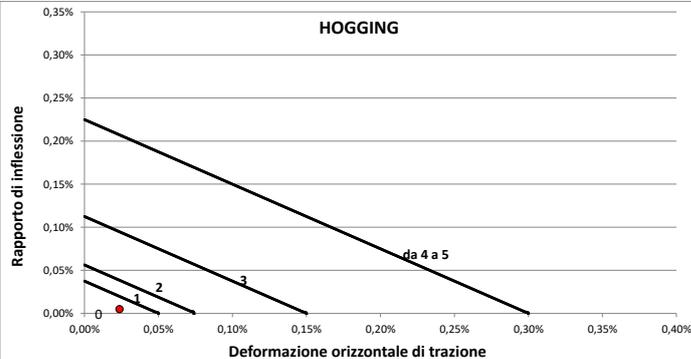
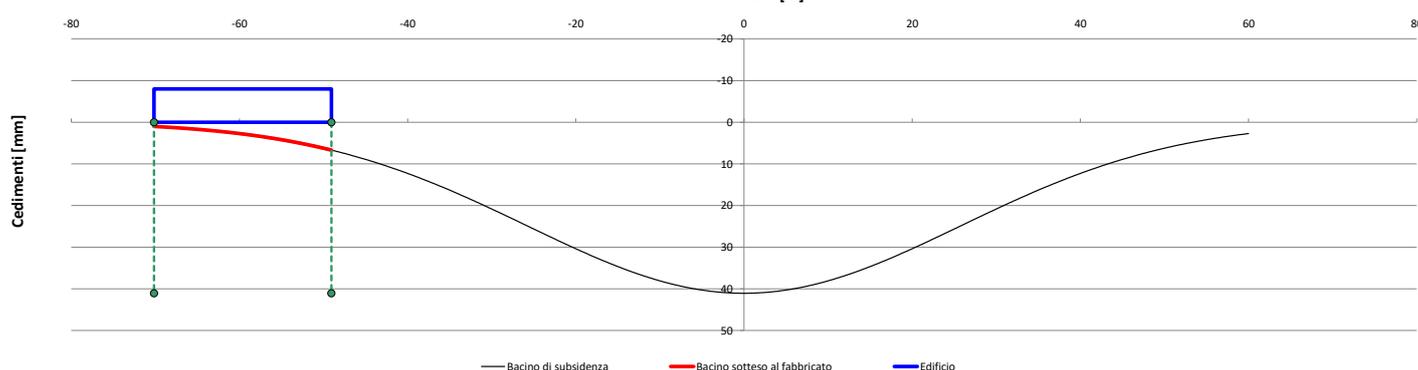
Rotazione max	$\theta$	4,94E-04	1/2023
Distorsione angolare max	$\beta$	2,25E-04	1/4447

**ZONA DI SAGGING (zona compressa)**

Rapporto di inflessione	$\Delta/L$	
Deformazione orizzontale	$\epsilon_h$	0,000%
Deformazione di allungamento	$\epsilon_{max}$	
Categoria di danno		

**ZONA DI HOGGING (zona tesa)**

Rapporto di inflessione	$\Delta/L$	0,005%
Deformazione orizzontale	$\epsilon_h$	0,024%
Deformazione di allungamento	$\epsilon_{max}$	0,030%
Categoria di danno		0

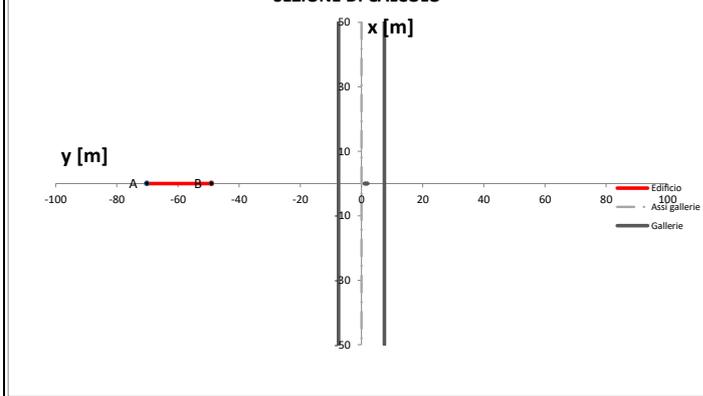
**SAGGING**

**HOGGING**

**SEZIONE DI ANALISI CON ASSE RIFERITO AL LATO ANALIZZATO**
**Asse di analisi [m]**

**CLASSE DI DANNO**
**0**

**EDIFICIO N°**
**003 - Ed pk 815.00**
**Informazioni Edificio**

Destinazione d'uso	Residenziale		
Anno di costruzione	Successivo al 2000		
N° piani interrati	0		
N° piani fuori terra	3		
Tipo di struttura	MURATURA		
Tipo di fondazione	dirette		
Quadro lesionativo	assente qualsiasi tipo di lesione visibile		
Altezza fuori terra	h	8,0	[m]
Profondità fondazioni dal p.c.	$Z_f$	1,0	[m]
Altezza totale edificio	H	9,0	[m]
Lunghezza lato analizzato	L	21,1	[m]


**Informazioni Gallerie**

Diametro [m]	D	15	
Copertura in calotta [m]	C	44	
Posizione del fronte [m]	$X_{fronte}$	1000	
Volume perso	$V_p$	1,5%	
Parametro k	k	0,35	

**SEZIONE DI CALCOLO**


Coordinate edificio - Assi cartesiani		
Vertice	X [m]	Y [m]
A	0	-70,16
B	0	-49,06

Cedimenti	
Vertice	w [mm]
A	0,03
B	1,44

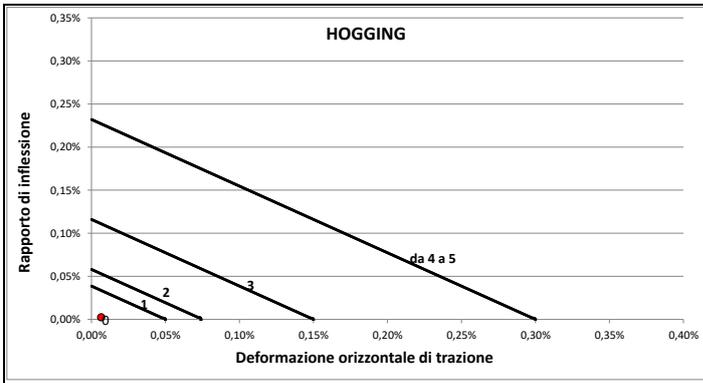
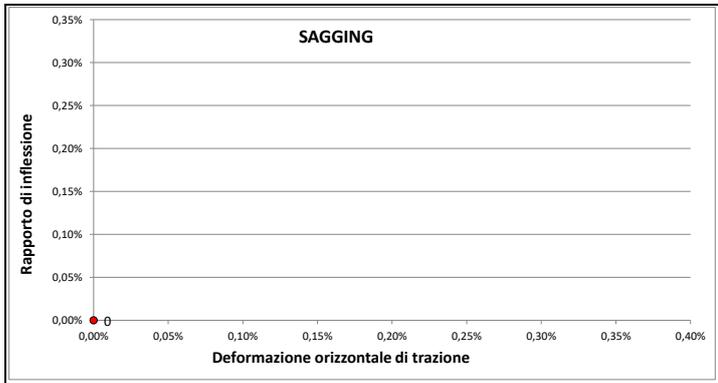
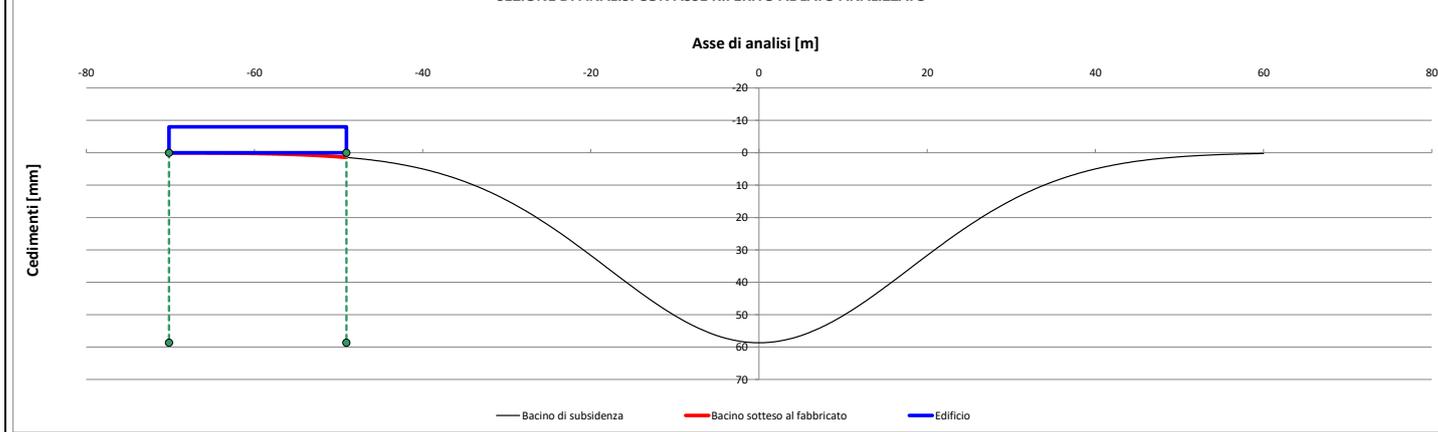
**ANALISI DEI DANNI INDOTTI SUL MANUFATTO RISPETTO AL LATO**
**A**
**B**
**GRANDEZZE CINEMATICHE E CATEGORIA DI DANNO (Mair, Taylor e Burland 1995)**

Cedimenti verticali		
Cedimento max bacino [mm]	$W_{bacino}$	58,67
Cedimento max edificio [mm]	$W_{edificio}$	1,44

Rotazione e distorsione angolare			
Rotazione max	$\theta$	2,18E-04	1/4597
Distorsione angolare max	$\beta$	1,50E-04	1/6645

ZONA DI SAGGING (zona compressa)		
Rapporto di inflessione	$\Delta/L$	
Deformazione orizzontale	$\epsilon_h$	0,000%
Deformazione di allungamento	$\epsilon_{max}$	
Categoria di danno		

ZONA DI HOGGING (zona tesa)		
Rapporto di inflessione	$\Delta/L$	0,002%
Deformazione orizzontale	$\epsilon_h$	0,007%
Deformazione di allungamento	$\epsilon_{max}$	0,010%
Categoria di danno		0


**SEZIONE DI ANALISI CON ASSE RIFERITO AL LATO ANALIZZATO**

**CLASSE DI DANNO**
**0**

<b>Edificio 1</b>		Codice edificio		PAG.
INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI DEL RILIEVO - Indice di vulnerabilità				1/2
<b>Valore massimo: 30</b>	<b>COMPORAMENTO STRUTTURALE DELL' IMMOBILE</b>			
	<b>Caratteristica</b>	<b>Indice</b>	<b>Scelta</b>	
	<b>Orizzontamenti</b>			
	1. Struttura in c.a./Acciaio	0		
	2. Struttura in latero-cemento/Laterizi	2		
	3. Struttura in tegno/voite in mattoni	6	6	X
	<b>Fondazioni - Fonte dell'informazione</b>			
	1. Diretta (disegni di progetto, costruttore)	0	0	X
	2. Indiretta (proprietario, inquilino, personale amministrativo, per similitudine con strutture note, per stima)	4		
	<b>Fessure e crepe nelle strutture verticali</b>			
	1. Fessure diffuse senza causa apparente/ Indebolimento struttura	6		
	2. Crepe diffuse senza causa apparente/ Indebolimento struttura	8	8	X
	3. Fessure diffuse per comportamento proprio della struttura (variazioni termiche; ritiro intonaco, deformazione elastica degli elementi strutturali, vibrazioni indotte dal traffico). C.a. degradato	2		
	4. Crepe diffuse per comportamento proprio della struttura (variazioni termiche; ritiro intonaco, deformazione elastica degli elementi strutturali, vibrazioni indotte dal traffico)	3		
	5. Fessure per cedimento della fondazione senza causa apparente	6		
	6. Crepe per cedimento della fondazione senza causa apparente	8		
	7. Fessure per cedimento delle fondazioni dovuto ad aumento di carico nell'edificio stesso	7		
	8. Crepe per cedimento delle fondazioni dovuto ad aumento di carico nell'edificio stesso	9		
	9. Fessure per cedimento delle fondazioni dovuto ad aumento di carico nell'edificio vicino	6		
	10. Crepe per cedimento delle fondazioni dovuto ad aumento di carico nell'edificio vicino	8		
	<b>Interventi di ristrutturazione</b>			
	1. Non si ha conoscenza	2	2	X
	3. Ampliamento mantenendo il sistema costruttivo	0		
	4. Ampliamento migliorando il sistema costruttivo	3		
	2. Riduzione della struttura portante/Sopraelevazione	8		
5. Consolidamento (della struttura portante o delle fondazioni)	8			
6. Rimodellazione / ristrutturazione della facciata	6			
<b>Stato di fatto dell'intervento (*)</b>				
1. Realizzato o in corso	1	0		
2. In progetto o in approvazione	0	1		
<b>Cantine</b>				
Assenti	0	0	X	
Presenti	3			
Totale parziale			<b>16</b>	

(\*) coefficiente moltiplicativo per la correzione del peso degli interventi

<b>Valore massimo: 20</b>	<b>ORIENTAZIONE DELL' IMMOBILE</b>			
	<b>Caratteristica</b>	<b>Indice</b>		<b>Scelta</b>
	<b>L1 / L2</b>	<b>B.T.</b>	<b>L.T.</b>	
	< 1/2	0	20	
	>1/2; < 2	8	10	X
	>2	16	0	
	Totale parziale			<b>8   10</b>
	<b>LEGENDA</b>			
	L1: dimensione misurata in direzione parallela al tracciato			
	L2: dimensione misurata in direzione perpendicolare al tracciato			
B.T. = condizione di breve termine				
L.T. = condizione di lungo termine				
<b>Indice di vulnerabilità (lungo termine):</b>		<b>46</b>		
<b>Indice di vulnerabilità (breve termine):</b>		<b>44</b>		

<b>Edificio 1</b>		Codice edificio	PAG.
INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI DEL RILIEVO - Indice di vulnerabilità			2/2
<b>Valore massimo: 20</b>	<b>FUNZIONALITÀ DELL' IMMOBILE</b>		
	<b>Caratteristica</b>	<b>Indice</b>	<b>Scelta</b>
	<b>Segnali di cedimento nelle vicinanze dell'edificio</b>		
	SI	8	
	NO	0	X
	<b>Destinazione d'uso</b>		
	1. Civile abitazione	0	
	2. Attività commerciale	0	
	3. Edificio pubblico adibito ad uffici	0	
	4. Uffici privati / studi	0	
	5. Insediamento industriale	2	
	6. Chiesa	0	
	7. Ospedale / Clinica	4	
	8. Parcheggio sotterraneo	0	
	9. Deposito / magazzino indipendente	-4	-4
	10. Deposito facente parte di edificio	0	
	11. Parcheggi indipendenti	-4	
	12. Parcheggi facenti parte di edificio	0	
	13. Albergo	0	
	14. Pensione	0	
	15. Ristorante	0	
	16. Agenzia bancaria	0	
	17. Centro commerciale	0	
	18. Officina senza strumenti sensibili	0	
	19. Officina con strumenti sensibili	4	
	20. Laboratorio artigianale	0	
	21. Museo	2	
	22. Edificio adibito ad uso pubblico (scuole, palestre, etc...)	0	
	<b>Copertura</b>		
	1. Tegole / coppi su struttura in legno	4	4
	2. A volta per capannoni	2	
	3. Shed in c.a. per capannoni	2	
	4. Tegole / coppi su struttura in c.a.	2	
5. A terrazzo	0		
6. Travi in c.a.p. e copertura in eternit	0		
7. Travi in c.a.p. ad omega	0		
8. Travi e pannelli in c.a.+ lastre fibrocemento	0		
9. Travi in c.a.p.	0		
10. Travi in c.a.p. + lastre fibrocemento	0		
11. A due falde con travi in c.a.p. + lastre prefabbricate	0		
12. Copertura in lamiera su travi in c.a. e travetti in legno	0		
<b>Soffitti</b>			
1. Controsoffittatura	0		
2. Affrescati	4		
3. Falso in gesso	2		
4. Intonacato	0		
Totale parziale			<b>0</b>

<b>ASPETTO ESTETICO DELL' IMMOBILE</b>			
<b>Caratteristica</b>	<b>Indice</b>	<b>Scelta</b>	
<b>Vincoli</b>			
NO	0	0	X
SI	5		
<b>Tramezzi / Tamponamenti</b>			
1. Muratura in mattone	3		
2. Pietra	0		
3. Gesso	4		
4. Legno	5	5	X
5. Alluminio e vetro	0		
6. Cartongesso	3		
7. Pannelli in c.a.	1		
8. Lastre in c.a.p./Lastre in c.a.v.	1		
<b>Rivestimenti esterni strutture verticali</b>			
1. Materiale ceramico di pregio (piastrelle)	5		
2. Materiale ceramico ordinario (piastrelle)	3		
3. Intonaco e pittura	2		
4. Lastre di pietra/marmo	1		
5. Muratura paramano	2		
6. Pannelli in lamiera	0		
7. Pannelli in c.a./Blocchi in cis.	1		
8. Lastre in c.a.p./Lastre in c.a.v.	1		
Totale parziale			<b>5</b>

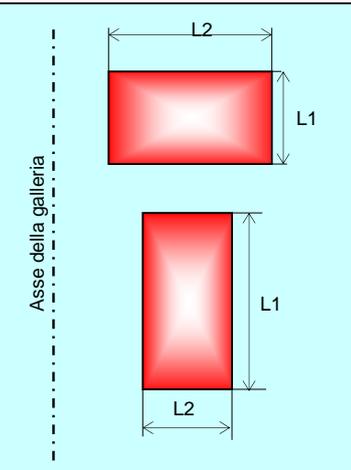
<b>STATO DI CONSERVAZIONE DELL' IMMOBILE</b>			
<b>Caratteristica</b>	<b>Indice</b>	<b>Scelta</b>	
1. Buono	0		
2. Ragionevole	7		
3. Cattivo	15	15	X
Totale parziale			<b>15</b>

<b>Edificio 2</b>		Codice edificio		PAG.
INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI DEL RILIEVO - Indice di vulnerabilità				1/2
<b>Valore massimo: 30</b>	<b>COMPORAMENTO STRUTTURALE DELL' IMMOBILE</b>			
	<b>Caratteristica</b>	<b>Indice</b>		<b>Scelta</b>
	<b>Orizzontamenti</b>			
	1. Struttura in c.a./Acciaio	0		
	2. Struttura in latero-cemento/Laterizi	2		
	3. Struttura in tegno/voite in mattoni	6		6
				X
	<b>Fondazioni - Fonte dell'informazione</b>			
	1. Diretta (disegni di progetto, costruttore)	0		0
				X
	2. Indiretta (proprietario, inquilino, personale amministrativo, per similitudine con strutture note, per stima)	4		
	<b>Fessure e crepe nelle strutture verticali</b>			
	1. Fessure diffuse senza causa apparente/ Indebolimento struttura	6		
	2. Crepe diffuse senza causa apparente/ Indebolimento struttura	8		8
				X
	3. Fessure diffuse per comportamento proprio della struttura (variazioni termiche; ritiro intonaco, deformazione elastica degli elementi strutturali, vibrazioni indotte dal traffico). C.a. degradato	2		
	4. Crepe diffuse per comportamento proprio della struttura (variazioni termiche; ritiro intonaco, deformazione elastica degli elementi strutturali, vibrazioni indotte dal traffico)	3		
	5. Fessure per cedimento della fondazione senza causa apparente	6		
	6. Crepe per cedimento della fondazione senza causa apparente	8		
	7. Fessure per cedimento delle fondazioni dovuto ad aumento di carico nell'edificio stesso	7		
	8. Crepe per cedimento delle fondazioni dovuto ad aumento di carico nell'edificio stesso	9		
	9. Fessure per cedimento delle fondazioni dovuto ad aumento di carico nell'edificio vicino	6		
	10. Crepe per cedimento delle fondazioni dovuto ad aumento di carico nell'edificio vicino	8		
	<b>Interventi di ristrutturazione</b>			
	1. Non si ha conoscenza	2		
3. Ampliamento mantenendo il sistema costruttivo	0			
4. Ampliamento migliorando il sistema costruttivo	3			
2. Riduzione della struttura portante/Sopraelevazione	8		3	
			X	
5. Consolidamento (della struttura portante o delle fondazioni)	8		8	
			X	
6. Rimodellazione / ristrutturazione della facciata	6			
<b>Stato di fatto dell'intervento (*)</b>				
1. Realizzato o in corso	1	0	X	
2. In progetto o in approvazione	0	1		
<b>Cantine</b>				
Assenti	0			
Presenti	3		3	
			X	
Totale parziale			<b>20</b>	

(\*) coefficiente moltiplicativo per la correzione del peso degli interventi

<b>Valore massimo: 20</b>	<b>ORIENTAZIONE DELL' IMMOBILE</b>			
	<b>Caratteristica</b>	<b>Indice</b>		<b>Scelta</b>
	<b>L1 / L2</b>	<b>B.T.</b>	<b>L.T.</b>	<b>B.T.</b>
				<b>L.T.</b>
	< 1/2	0	20	
	>1/2; < 2	8	10	8 10
	>2	16	0	
	Totale parziale			<b>8 10</b>
	<b>LEGENDA</b>			
	<p>L1: dimensione misurata in direzione parallela al tracciato  L2: dimensione misurata in direzione perpendicolare al tracciato  B.T. = condizione di breve termine  L.T. = condizione di lungo termine</p>			

**Valore massimo: 20**



<b>Indice di vulnerabilità (lungo termine):</b>	<b>49</b>
<b>Indice di vulnerabilità (breve termine):</b>	<b>47</b>

<b>Edificio 2</b>		Codice edificio	PAG.
INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI DEL RILIEVO - Indice di vulnerabilità			2/2
<b>Valore massimo: 20</b>	<b>FUNZIONALITÀ DELL' IMMOBILE</b>		
	<b>Caratteristica</b>	<b>Indice</b>	<b>Scelta</b>
	<b>Segnali di cedimento nelle vicinanze dell'edificio</b>		
	SI	8	
	NO	0	X
	<b>Destinazione d'uso</b>		
	1. Civile abitazione	0	X
	2. Attività commerciale	0	
	3. Edificio pubblico adibito ad uffici	0	
	4. Uffici privati / studi	0	
	5. Insediamento industriale	2	
	6. Chiesa	0	
	7. Ospedale / Clinica	4	
	8. Parcheggio sotterraneo	0	
	9. Deposito / magazzino indipendente	-4	
	10. Deposito facente parte di edificio	0	
	11. Parcheggi indipendenti	-4	
	12. Parcheggi facenti parte di edificio	0	
	13. Albergo	0	
	14. Pensione	0	
	15. Ristorante	0	
	16. Agenzia bancaria	0	
	17. Centro commerciale	0	
	18. Officina senza strumenti sensibili	0	
	19. Officina con strumenti sensibili	4	
	20. Laboratorio artigianale	0	
	21. Museo	2	
	22. Edificio adibito ad uso pubblico (scuole, palestre, etc...)	0	
	<b>Copertura</b>		
	1. Tegole / coppi su struttura in legno	4	X
	2. A volta per capannoni	2	
	3. Shed in c.a. per capannoni	2	
4. Tegole / coppi su struttura in c.a.	2		
5. A terrazzo	0		
6. Travi in c.a.p. e copertura in eternit	0		
7. Travi in c.a.p. ad omega	0		
8. Travi e pannelli in c.a.+ lastre fibrocemento	0		
9. Travi in c.a.p.	0		
10. Travi in c.a.p. + lastre fibrocemento	0		
11. A due falde con travi in c.a.p. + lastre prefabbricate	0		
12. Copertura in lamiera su travi in c.a. e travetti in legno	0		
<b>Soffitti</b>			
1. Controsoffittatura	0		
2. Affrescati	4		
3. Falso in gesso	2		
4. Intonacato	0	X	
Totale parziale			<b>4</b>

<b>Valore massimo: 15</b>	<b>ASPETTO ESTETICO DELL' IMMOBILE</b>		
	<b>Caratteristica</b>	<b>Indice</b>	<b>Scelta</b>
	<b>Vincoli</b>		
	NO	0	X
	SI	5	
	<b>Tramezzi / Tamponamenti</b>		
	1. Muratura in mattone	3	
	2. Pietra	0	X
	3. Gesso	4	
	4. Legno	5	
	5. Alluminio e vetro	0	
	6. Cartongesso	3	
	7. Pannelli in c.a.	1	
	8. Lastre in c.a.p./Lastre in c.a.v.	1	
	<b>Rivestimenti esterni strutture verticali</b>		
	1. Materiale ceramico di pregio (piastrelle)	5	
	2. Materiale ceramico ordinario (piastrelle)	3	
	3. Intonaco e pittura	2	
	4. Lastre di pietra/marmo	1	
	5. Muratura paramano	2	
	6. Pannelli in lamiera	0	
	7. Pannelli in c.a./Blocchi in cis.	1	
8. Lastre in c.a.p./Lastre in c.a.v.	1		
Totale parziale			<b>0</b>

<b>V.max: 15</b>	<b>STATO DI CONSERVAZIONE DELL' IMMOBILE</b>		
	<b>Caratteristica</b>	<b>Indice</b>	<b>Scelta</b>
	1. Buono	0	
	2. Ragionevole	7	
3. Cattivo	15	X	
Totale parziale			<b>15</b>

<b>Edificio 3</b>		Codice edificio		PAG.
INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI DEL RILIEVO - Indice di vulnerabilità				1/2
<b>Valore massimo: 30</b>	<b>COMPORAMENTO STRUTTURALE DELL' IMMOBILE</b>			
	<b>Caratteristica</b>	<b>Indice</b>	<b>Scelta</b>	
	<b>Orizzontamenti</b>			
	1. Struttura in c.a./Acciaio	0		
	2. Struttura in latero-cemento/Laterizi	2	2	X
	3. Struttura in tegno/voite in mattoni	6		
	<b>Fondazioni - Fonte dell'informazione</b>			
	1. Diretta (disegni di progetto, costruttore)	0	0	X
	2. Indiretta (proprietario, inquilino, personale amministrativo, per similitudine con strutture note, per stima)	4		
	<b>Fessure e crepe nelle strutture verticali</b>			
	1. Fessure diffuse senza causa apparente/ Indebolimento struttura	6		
	2. Crepe diffuse senza causa apparente/ Indebolimento struttura	8		
	3. Fessure diffuse per comportamento proprio della struttura (variazioni termiche; retro intonaco, deformazione elastica degli elementi strutturali, vibrazioni indotte dal traffico). C.a. degradato	2	2	X
	4. Crepe diffuse per comportamento proprio della struttura (variazioni termiche; retro intonaco, deformazione elastica degli elementi strutturali, vibrazioni indotte dal traffico)	3		
	5. Fessure per cedimento della fondazione senza causa apparente	6		
	6. Crepe per cedimento della fondazione senza causa apparente	8		
	7. Fessure per cedimento delle fondazioni dovuto ad aumento di carico nell'edificio stesso	7		
	8. Crepe per cedimento delle fondazioni dovuto ad aumento di carico nell'edificio stesso	9		
	9. Fessure per cedimento delle fondazioni dovuto ad aumento di carico nell'edificio vicino	6		
	10. Crepe per cedimento delle fondazioni dovuto ad aumento di carico nell'edificio vicino	8		
	<b>Interventi di ristrutturazione</b>			
	1. Non si ha conoscenza	2	2	X
	3. Ampliamento mantenendo il sistema costruttivo	0		
	4. Ampliamento migliorando il sistema costruttivo	3		
	2. Riduzione della struttura portante/Sopraelevazione	8		
5. Consolidamento (della struttura portante o delle fondazioni)	8			
6. Rimodellazione / ristrutturazione della facciata	6			
<b>Stato di fatto dell'intervento (*)</b>				
1. Realizzato o in corso	1	0	X	
2. In progetto o in approvazione	0	1		
<b>Cantine</b>				
Assenti	0	0	X	
Presenti	3			
Totale parziale			<b>6</b>	

(\*) coefficiente moltiplicativo per la correzione del peso degli interventi

<b>Valore massimo: 20</b>	<b>ORIENTAZIONE DELL' IMMOBILE</b>			
	<b>Caratteristica</b>	<b>Indice</b>		<b>Scelta</b>
	<b>L1 / L2</b>	<b>B.T.</b>	<b>L.T.</b>	
	< 1/2	0	20	
	>1/2; < 2	8	10	X
	>2	16	0	
	<b>8   10</b>			Totale parziale
	<b>LEGENDA</b>			
	L1: dimensione misurata in direzione parallela al tracciato			
	L2: dimensione misurata in direzione perpendicolare al tracciato			
B.T. = condizione di breve termine				
L.T. = condizione di lungo termine				
<b>Indice di vulnerabilità (lungo termine):</b>		<b>23</b>		
<b>Indice di vulnerabilità (breve termine):</b>		<b>21</b>		

<b>Edificio 3</b>		Codice edificio	PAG.
INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI DEL RILIEVO - Indice di vulnerabilità			2/2
<b>Valore massimo: 20</b>	<b>FUNZIONALITÀ DELL' IMMOBILE</b>		
	<b>Caratteristica</b>	<b>Indice</b>	<b>Scelta</b>
	<b>Segnali di cedimento nelle vicinanze dell'edificio</b>		
	SI	8	
	NO	0	X
	<b>Destinazione d'uso</b>		
	1. Civile abitazione	0	X
	2. Attività commerciale	0	
	3. Edificio pubblico adibito ad uffici	0	
	4. Uffici privati / studi	0	
	5. Insediamento industriale	2	
	6. Chiesa	0	
	7. Ospedale / Clinica	4	
	8. Parcheggio sotterraneo	0	
	9. Deposito / magazzino indipendente	-4	
	10. Deposito facente parte di edificio	0	
	11. Parcheggi indipendenti	-4	
	12. Parcheggi facenti parte di edificio	0	
	13. Albergo	0	
	14. Pensione	0	
	15. Ristorante	0	
	16. Agenzia bancaria	0	
	17. Centro commerciale	0	
	18. Officina senza strumenti sensibili	0	
	19. Officina con strumenti sensibili	4	
	20. Laboratorio artigianale	0	
	21. Museo	2	
	22. Edificio adibito ad uso pubblico (scuole, palestre, etc...)	0	
	<b>Copertura</b>		
	1. Tegole / coppi su struttura in legno	4	
	2. A volta per capannoni	2	
	3. Shed in c.a. per capannoni	2	
4. Tegole / coppi su struttura in c.a.	2		
5. A terrazzo	0		
6. Travi in c.a.p. e copertura in eternit	0		
7. Travi in c.a.p. ad omega	0		
8. Travi e pannelli in c.a.+ lastre fibrocemento	0		
9. Travi in c.a.p.	0		
10. Travi in c.a.p. + lastre fibrocemento	0		
11. A due falde con travi in c.a.p. + lastre prefabbricate	0		
12. Copertura in lamiera su travi in c.a. e travetti in legno	0	X	
<b>Soffitti</b>			
1. Controsoffittatura	0		
2. Affrescati	4		
3. Falso in gesso	2		
4. Intonacato	0	X	
Totale parziale			<b>0</b>

<b>Valore massimo: 15</b>	<b>ASPETTO ESTETICO DELL' IMMOBILE</b>		
	<b>Caratteristica</b>	<b>Indice</b>	<b>Scelta</b>
	<b>Vincoli</b>		
	NO	0	X
	SI	5	
	<b>Tramezzi / Tamponamenti</b>		
	1. Muratura in mattone	3	X
	2. Pietra	0	
	3. Gesso	4	
	4. Legno	5	X
	5. Alluminio e vetro	0	
	6. Cartongesso	3	
	7. Pannelli in c.a.	1	
	8. Lastre in c.a.p./Lastre in c.a.v.	1	
	<b>Rivestimenti esterni strutture verticali</b>		
	1. Materiale ceramico di pregio (piastrelle)	5	
	2. Materiale ceramico ordinario (piastrelle)	3	
	3. Intonaco e pittura	2	X
	4. Lastre di pietra/marmo	1	
	5. Muratura paramano	2	
	6. Pannelli in lamiera	0	
	7. Pannelli in c.a./Blocchi in cis.	1	
8. Lastre in c.a.p./Lastre in c.a.v.	1		
Totale parziale			<b>7</b>

<b>V.max: 15</b>	<b>STATO DI CONSERVAZIONE DELL' IMMOBILE</b>		
	<b>Caratteristica</b>	<b>Indice</b>	<b>Scelta</b>
	1. Buono	0	X
	2. Ragionevole	7	
3. Cattivo	15		
Totale parziale			<b>0</b>