



Anas SpA Società con Socio Unico  
 Cap. Soc. € 2.269.892.000,00 - Iscr. R.E.A. 1024951 - P.IVA 02133681003 - C.F. 80208450587  
 Sede legale: Via Monzambano, 10 - 00185 Roma - Tel. 06 44461 - Fax 06 4456224  
 Sede Compartimentale: Contrada Ligiuri - 87100 Cosenza - Tel. 0984.308301 - Fax. 0984.36500  
 Ufficio Alta Sorveglianza - Macrolotto 6°: Strada Comunale Divale - C.da S. Trada 89010 Villa S. Giovanni (RC)

Ufficio per l'Autostrada SA-RC di Cosenza

**DG 87/03**

**AUTOSTRADA SALERNO-REGGIO CALABRIA**

LAVORI DI AMMODERNAMENTO ED ADEGUAMENTO AL TIPO 1A DELLE NORME  
 CNR/80 DAL KM 423+300 (SVINCOLO DI SCILLA INCLUSO) AL KM 442+920

CODICE UNICO PROGETTO: F31 B05000070001



**Reggio Calabria - Scilla**  
 società consortile per azioni

**PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO**

0	020215	PRIMA EMISSIONE	UT	UT	E. CECERE
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

OGGETTO:

**MODALITA' DI DISMISSIONE DELLA CARREGGIATA NORD DELLA A3**  
**VIADOTTI SAN GREGORIO E LIVORNO**  
**RELAZIONE DESCRITTIVA DEMOLIZIONI**

LO411F PC XX HYP A00 0000000 000 AMB RE201 0

SCALA:

**PROGETTISTI**

PROGETTISTI: R.T.P.

PROGETTISTA:  
 Arch. Eduardo Bruno

IL GEOLOGO:  
 Geol. Giuseppe Cerchiaro



**Gruppo di Progettazione**

- |                   |                               |
|-------------------|-------------------------------|
| Geol. A. Grispino | - Geologia e Idrogeologia     |
| Geol. P. Cozza    | - Geomeccanica                |
| Ing. F. Molinaro  | - Geotecnica                  |
| Ing. G. Oliverio  | - Strutture                   |
| Arch. I. Tedesco  | - Paesaggio                   |
| Ing. F. Trovati   | - Idrologia e idraulica       |
| Ing. D.De Bartolo | - Aspetti ambientali          |
| Ing. D. Bianchi   | - Gestione T&RS e demolizioni |

Responsabile integrazione prestazioni specialistiche  
 Prof. Ing. F. M. La Camera

IL DIRETTORE DEI LAVORI  
 Dott. Ing. Giampiero De Michelis

IL PROJECT MANAGER  
 Dott. Ing. Ettore Pagani

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO Dott. Ing. Carlo Muscatello

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>NOTE PRELIMINARI.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>DOCUMENTAZIONE UTILIZZATA PER LA REDAZIONE DEL PROGETTO .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>INQUADRAMENTO GENERALE DELL'INTERVENTO.....</b>	<b>6</b>
4.1	STATO DI FATTO DEL VIADOTTO LIVORNO (CARREGGIATA NORD).....	6
4.2	STATO DI FATTO DEL VIADOTTO SAN GREGORIO (CARREGGIATA NORD) .....	8
4.3	VOLUMI PREESISTENZE E RIFIUTI PRODOTTI.....	10
<b>5</b>	<b>IL PIANO DI DECOSTRUZIONE E DEMOLIZIONE LIVORNO NORD.....</b>	<b>11</b>
5.1	TECNICHE DI DEMOLIZIONE UTILIZZATE .....	11
5.2	ORDINE DELLE DEMOLIZIONI .....	12
5.3	TECNICHE DI DEMOLIZIONE CAMPATE .....	14
	5.3.1 Demolizione meccanica per crollo verticale C1 e C6.....	14
	5.3.2 Demolizione mediante smontaggio con coppia di autogrù delle campate C2-C3-C4 e C5	15
5.4	TECNICHE DI DEMOLIZIONE PILE .....	15
	5.4.1 Demolizione meccanica top down.....	15
	5.4.2 Crollo indotto meccanicamente .....	16
	5.4.3 Demolizione con microcariche esplosive .....	17
5.5	TECNICHE DI DEMOLIZIONE SPALLE .....	18
	5.5.1 Demolizione meccanica top down.....	18
<b>6</b>	<b>IL PIANO DI DECOSTRUZIONE E DEMOLIZIONE DEL VIADOTTO SAN GREGORIO NORD</b>	<b>19</b>
6.1	TECNICHE DI DEMOLIZIONE UTILIZZATE .....	19
6.2	ORDINE DELLE DEMOLIZIONI .....	20
6.3	TECNICHE DI DEMOLIZIONE CAMPATE .....	21
	6.3.1 Demolizione meccanica per crollo verticale .....	21
	6.3.2 Demolizione con microcariche esplosive .....	23
6.4	TECNICHE DI DEMOLIZIONE PILE .....	23
	6.4.1 Demolizione meccanica top down.....	23
	6.4.2 Crollo indotto meccanicamente .....	23
	6.4.3 Demolizione con microcariche esplosive .....	25
6.5	TECNICHE DI DEMOLIZIONE SPALLE .....	26
	6.5.1 Demolizione meccanica top down.....	26
<b>7</b>	<b>INTERFERENZE E RISCHI TRASMESSI ALL'ESTERNO .....</b>	<b>28</b>
7.1	ALVEI E CANALI.....	28
7.2	SPECIE ARBOREE.....	28

7.3	FAUNA.....	28
7.4	EMISSIONE DI POLVERI .....	28
8	RECUPERO DELLE MACERIE .....	29

## 1 PREMESSA

La seguente Relazione Tecnica costituisce il Progetto preliminare delle demolizioni per i lavori di **demolizione della carreggiata nord dei Viadotti San Gregorio e Livorno** nell'ambito dei lavori di ammodernamento ed adeguamento al 1° tipo della Norme CNR/80 del macrolotto DG87/3 dal km 423+300 (svincolo di Scilla incluso) al km 442+920 sull'autostrada A3 Salerno Reggio Calabria.

Nella relazione verranno presentate le scelte progettuali che saranno adottate durante i lavori di demolizione della carreggiata nord (impalcati, pile e spalle) del viadotto, nel rispetto dei documenti e degli elaborati grafici in possesso, nonché di tutte le norme di legge o regolamenti vigenti applicabili.

Lo studio si basa su di un modello operativo che consente di individuare e pianificare le fasi di lavoro in funzione di:

- tipologia della struttura da demolire
- tecnologie di demolizione disponibili
- contesto ambientale nel quale la struttura si inserisce
- minimizzazione degli impatti ambientali
- massimizzazione delle condizioni di sicurezza per gli operatori
- interferenze con i lavori di costruzione delle nuove strutture.

## **2 NOTE PRELIMINARI**

Le valutazioni e le raccomandazioni riportate in questa relazione sono basate esclusivamente su informazioni ottenute dalle osservazioni effettuate in sito dal personale tecnico e dall'analisi di documenti e disegni tecnici reperiti.

Lo stato dei luoghi descritto è riferito allo stato degli stessi al momento dei sopralluoghi.

### **3 DOCUMENTAZIONE UTILIZZATA PER LA REDAZIONE DEL PROGETTO**

Le geometrie del viadotto sono state dedotte dall'analisi della documentazione reperita negli archivi storici della Committente, integrata da rilievi visivi in campo eseguiti durante i sopralluoghi effettuati in fase di studio.

Di seguito vengono analizzate le tecniche di demolizione da proporre per il viadotto da demolire: queste dipenderanno essenzialmente dal contesto in cui si inserisce l'opera, dalla geometria e dalle altezze delle strutture che si andranno a demolire, dal grado di sicurezza delle lavorazioni, dai tempi di esecuzione.

*Prima di iniziare i lavori di demolizione, il personale tecnico dell'Impresa accerterà con ogni cura la natura, lo stato ed il sistema costruttivo delle opere da demolire, in modo da verificare direttamente la rispondenza di quanto descritto in fase di progetto, al fine di affrontare con tempestività ed adeguatezza di mezzi e sicurezza operativa ogni evenienza che possa comunque presentarsi.*

## 4 INQUADRAMENTO GENERALE DELL'INTERVENTO

L'analisi dell'ambiente circostante il viadotto è necessaria alla corretta valutazione e quantificazione degli spazi che li circondano. Il risultato di queste analisi è la mappatura dei punti sensibili ed una quantificazione degli spazi utili disponibili per l'allestimento del cantiere e per gli spazi operativi dei mezzi d'opera.

### 4.1 Stato di fatto del viadotto Livorno (carreggiata nord)

Il Viadotto Livorno è situato lungo l'autostrada A3 Salerno Reggio Calabria poco dopo, provenendo da Salerno, lo svincolo di Scilla.

La carreggiata Nord del viadotto, come visibile in Figura 1, risulta composta da 5 pile con una altezza variabile tra i 8 ed i 56 m sovrastanti un impalcato avente una lunghezza complessiva di circa 191 m.

Ciascun impalcato è formato da 4 travi in c.a.p. aventi lunghezza massima di 36,5 m e altezza di 1,8 m, completano l'impalcato una soletta di spessore 20 cm circa, 4 traversi di collegamento delle travi e un cordolo in c.a. di sezione 25 x 50 cm.

Le pile sono di tipo monolitico con uno spessore delle pareti di circa 40 cm.

La quota di imposta degli impalcati di carreggiata nord è superiore di circa 2 m a quelle degli impalcati di carreggiata sud.

Oggetto dell'appalto è la demolizione degli impalcati e pile della carreggiata nord.



**Figura 1: vista di inquadramento del viadotto Livorno nord/sud**

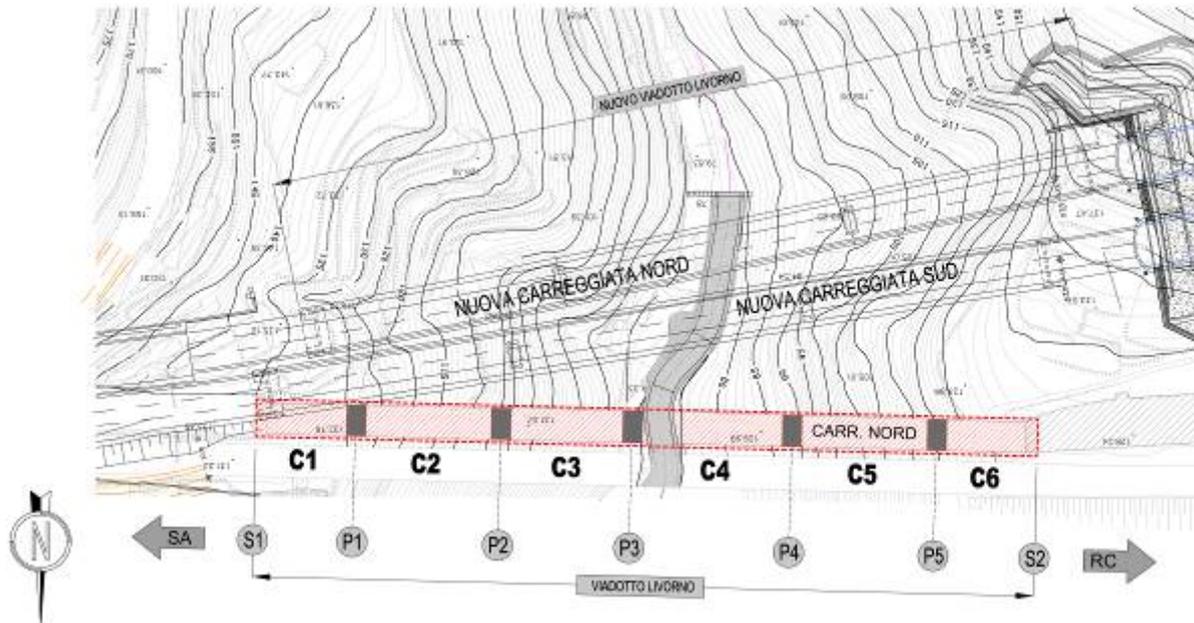


Figura 2: Planimetria di inquadramento del viadotto Livorno nord

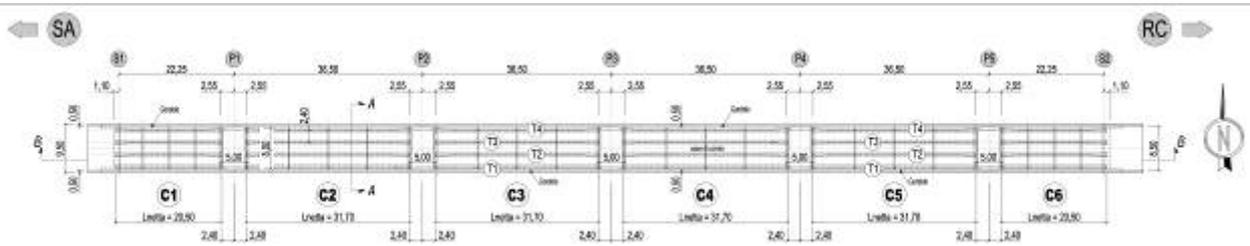


Figura 3: Pianta indicativa del viadotto Livorno nord

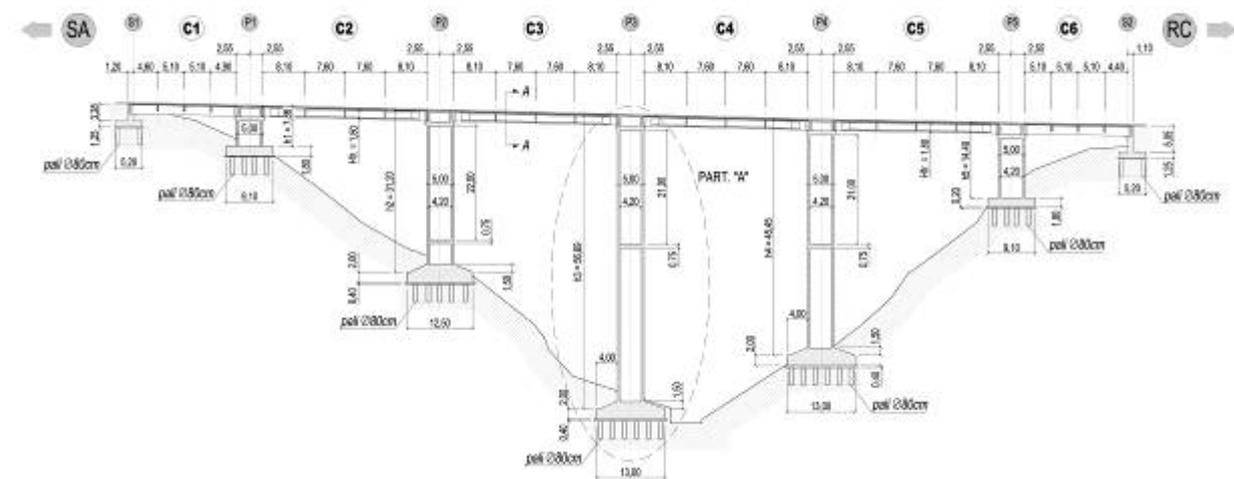


Figura 4: Prospetto indicativo del viadotto Livorno nord

Di seguito viene analizzato il contesto nel quale si inserisce la carreggiata nord del viadotto da demolire (la

carreggiata sud non sarà oggetto di demolizione e andrà preservata), in modo da quantificare gli spazi operativi ed individuare la presenza di tutte le costruzioni fuori terra ed eventualmente sotto terra come parcheggi, serbatoi, sottoservizi posti nelle vicinanze del cantiere, che potrebbero venire danneggiati durante l'intervento di demolizione.

Attualmente il viadotto si presenta con la carreggiata da demolire chiusa al traffico e priva del pacchetto bituminoso che risulta già rimosso all'atto della consegna dei lavori.

Parallelamente alla carreggiata nord corre la carreggiata sud del viadotto che dovrà essere preservata durante i lavori in quanto aperta al traffico veicolare.

Dalla documentazione fornita dal Contraente Generale e dai sopralluoghi direttamente effettuati in sito risulta che all'interno delle aree di lavorazione ed in prossimità del viadotto sono presenti:

- *Piste di cantiere*: realizzate per la realizzazione del nuovo Viadotto Livorno
- *Un torrente*: che corre al di sotto della campata C4.

## **4.2 Stato di fatto del viadotto San Gregorio (carreggiata nord)**

Il Viadotto San Gregorio è situato lungo l'autostrada A3 Salerno Reggio Calabria poco dopo, provenendo da Salerno, lo svincolo di Scilla.

La carreggiata Nord del viadotto, come visibile in Figura 6, risulta composta da 4 pile con una altezza variabile tra i 36,0 ed i 62,0 ml circa sovrastanti un impalcato avente una lunghezza complessiva di circa 175,0 ml.

Ciascun impalcato è formato da 4 travi in c.a.p. aventi lunghezza massima netta di 32,0 ml e altezza di 1,8 ml, completano l'impalcato una soletta di spessore 20 cm circa, 4 traversi di collegamento delle travi e un cordolo in c.a. di sezione 25 x 50 cm.

Le pile sono di tipo monolitico con uno spessore delle pareti variabile, ossia presentano nella prima porzione superiore 40 cm, poi nella zona media 40 cm e infine nella zona inferiore 60 cm.

La quota di imposta degli impalcati di carreggiata nord è uguale a quella degli impalcati di carreggiata sud.



Figura 1: vista di da sotto del viadotto San Gregorio nord/sud

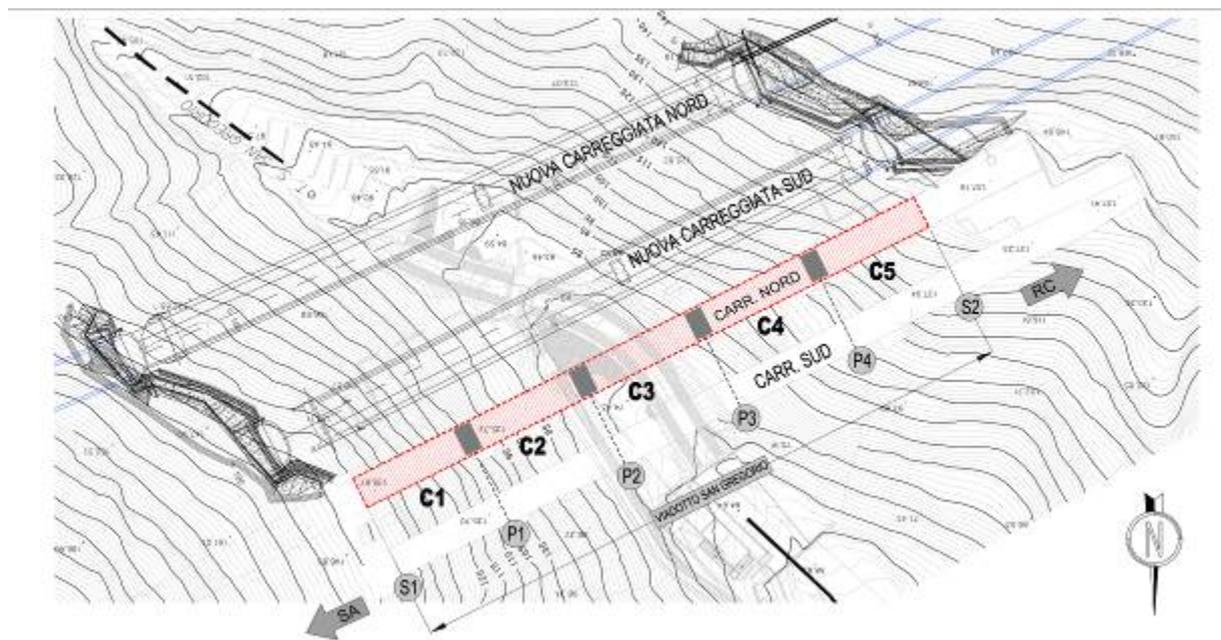


Figura 2: Planimetria di inquadramento del viadotto San Gregorio nord

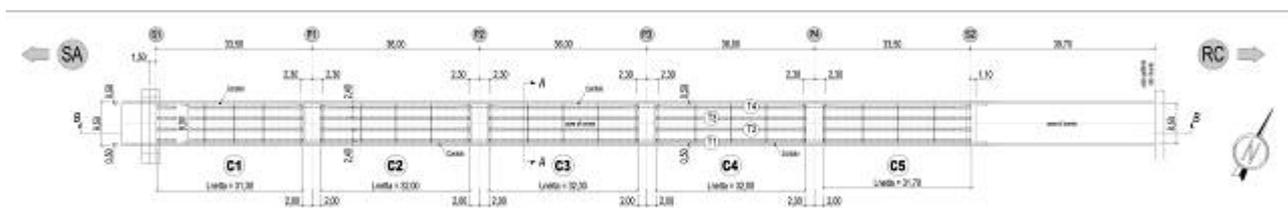
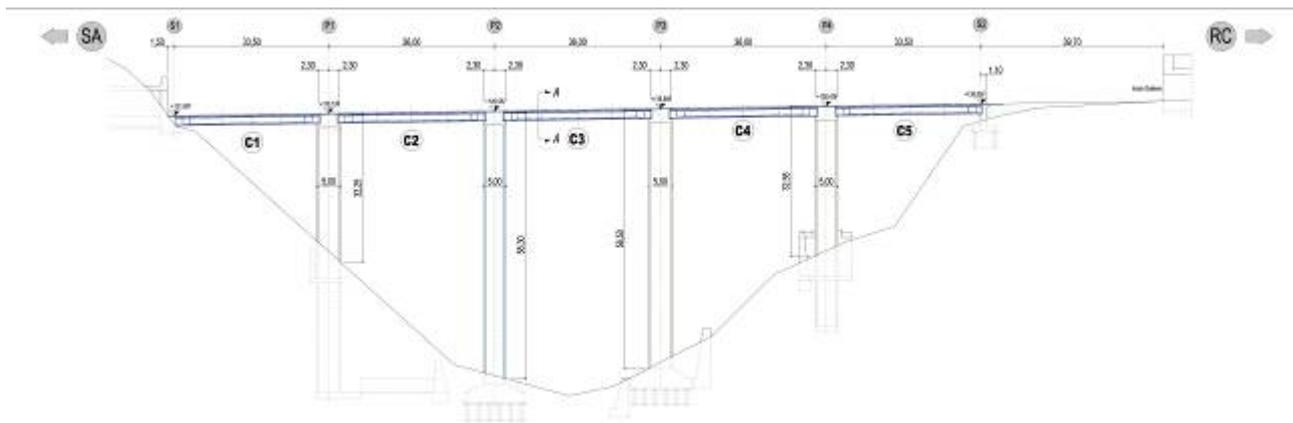


Figura 3: Pianta indicativa del viadotto San Gregorio nord



**Figura4: Prospetto indicativo del viadotto San Gregorio nord**

### 4.3 Volumi preesistenze e rifiuti prodotti

Per la determinazione del peso del viadotti è stato assunto un peso in volume medio del calcestruzzo armato di 2,5 ton/mc

**Tabella 1: volumi e pesi complessivi del viadotto Livorno**

Carreggiata Nord	<b>2.300 mc</b>	<b>5.750 ton</b>
------------------	-----------------	------------------

**Tabella 2: volumi e pesi complessivi del viadotto San Gregorio**

Carreggiata Nord	<b>2.600 mc</b>	<b>6.500 ton</b>
------------------	-----------------	------------------

I suddetti valori sono soggetti a tolleranza dovute alle misurazioni eseguite del 15%.

I materiali prodotti, stimati in complessive 6.500 ton, in qualità di materie prime secondarie, potranno essere utilizzati come materiali di riempimento delle gallerie, in ossequio al DecVia 7014 del 20/03/2002.

## 5 IL PIANO DI DECOSTRUZIONE E DEMOLIZIONE LIVORNO NORD

In questo Capitolo vengono descritte e programmate l'insieme di attività e lavorazioni che costituiscono il Piano di Decostruzione e Demolizione che sarà realizzato per demolire la carreggiata nord del viadotto oggetto del presente studio.

Lo scopo del piano è la definizione di un progetto dettagliato della demolizione atto ad individuare:

- le modalità tecniche con le quali procedere alla demolizione delle diverse parti strutturali costituenti il viadotto;
- la sequenza delle attività e delle fasi operative del processo demolitivo.

Le tecniche di demolizione che si intendono utilizzare saranno finalizzate al raggiungimento di una procedura operativa che porti alla completa demolizione della carreggiata nord in piena sicurezza per gli operatori, recando il minor disturbo possibile alla viabilità autostradale, in funzione dei dati raccolti sul contesto e sul viadotto.

### 5.1 Tecniche di demolizione utilizzate

Le tecniche di demolizione da utilizzare dipenderanno essenzialmente dalle altezze delle strutture che si andranno a demolire e dall'esigenza di limitare in ogni fase di lavoro i disturbi prodotti dall'intervento di demolizione nell'ambiente circostante.

Le altezze variabili degli impalcati e la conformazione del versante fanno propendere per una demolizione controllata per caduta verticale degli impalcati delle Campate C1 e C6, eseguita mediante escavatori dall'alto.

Invece le pile con altezze fino a circa 12-15 m (ad esempio pila P1 e P5) verranno demolite dal basso con tecniche top down mediante escavatori dotati di braccio da demolizione; la demolizione delle pile con altezze superiori ai 15 m circa avverrà per crollo, indotto o meccanicamente o con microcariche esplosive. Le direzioni di caduta delle pile saranno sempre scelte in asse impalcato esistente.

Per le spalle si prevede l'utilizzo delle tecniche tradizionali top down con escavatori dotati di martelloni e pinze idrauliche.

Nella tabella seguente vengono riportati per ogni elenco strutturale del viadotto le tecniche di demolizione previste:

CAMPATE CARREGGIATA NORD	
CAMPATA C1	<i>Demolizione per crollo verticale meccanico</i>
CAMPATA C2	<i>Smontaggio con coppia di autogrù</i>
CAMPATA C3	<i>Smontaggio con coppia di autogrù</i>
CAMPATA C4	<i>Smontaggio con coppia di autogrù</i>
CAMPATA C5	<i>Smontaggio con coppia di autogrù</i>
CAMPATA C6	<i>Demolizione per crollo verticale meccanico</i>

**Tabella 2: tecniche di demolizione impalcati**

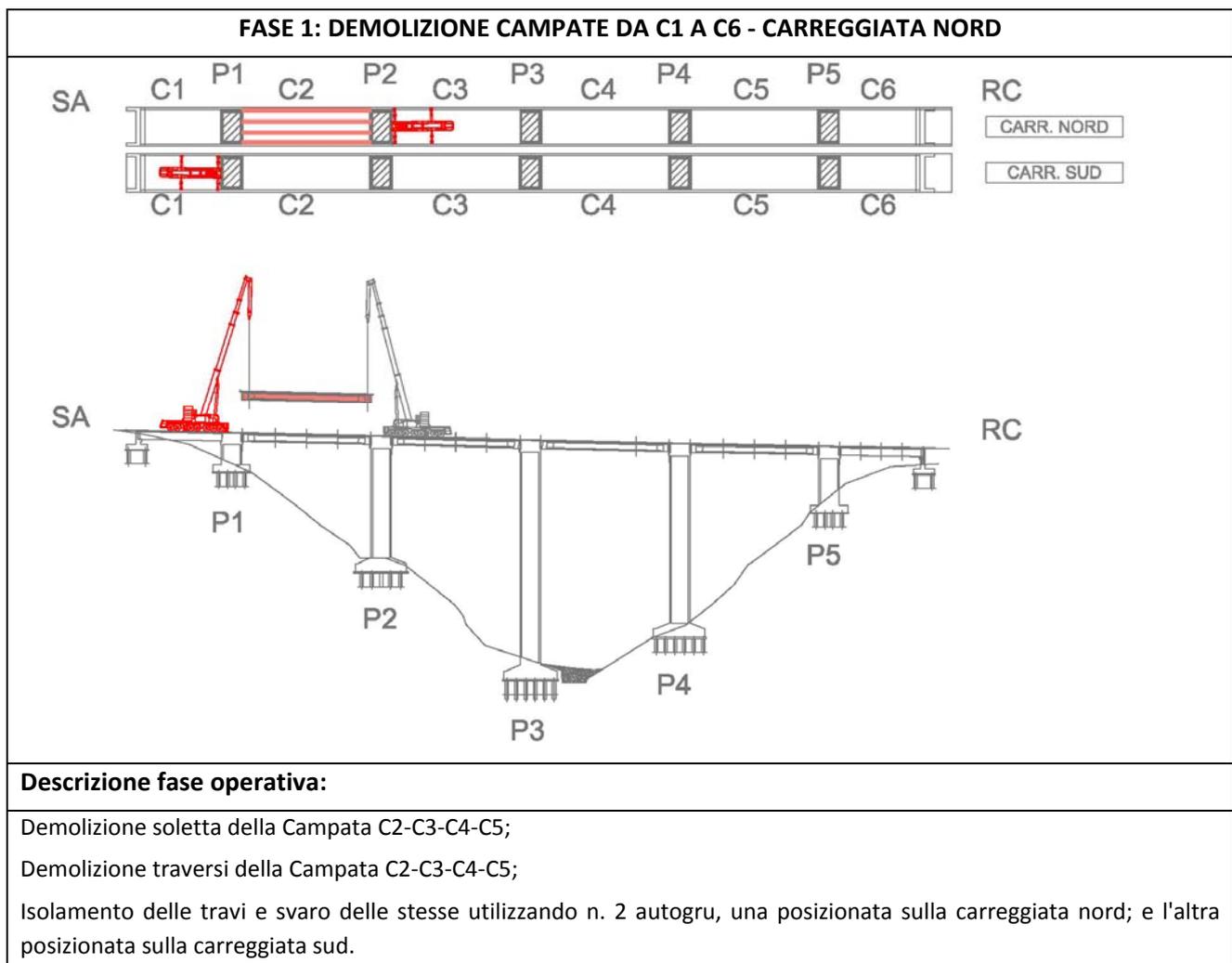
CAMPATE CARREGGIATA NORD	
<b>PILA P1</b>	<i>Demolizione meccanica top down</i>
<b>PILA P2</b>	<i>Demolizione per ribaltamento controllato meccanico / esplosivo</i>
<b>PILA P3</b>	<i>Demolizione per ribaltamento controllato meccanico / esplosivo</i>
<b>PILA P4</b>	<i>Demolizione per ribaltamento controllato meccanico / esplosivo</i>
<b>PILA P5</b>	<i>Demolizione meccanica top down</i>
<b>SPALLE</b>	<i>Demolizione meccanica top down</i>

**Tabella 3: tecniche di demolizione impalcata**

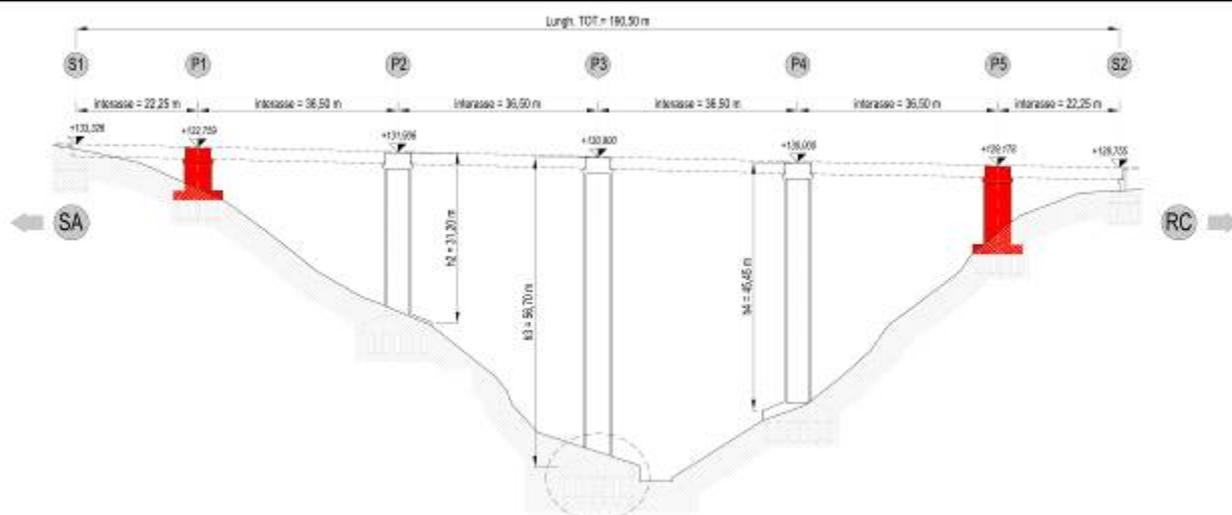
## 5.2 Ordine delle demolizioni

La procedura di demolizione degli elementi costituenti il viadotto Livorno nord avverrà secondo un ordine ben definito, strutturato in modo da ottimizzare i tempi di intervento, massimizzare la sicurezza degli operatori e minimizzare gli impatti prodotti dalla demolizione.

L'intervento nel suo complesso, oltre alle operazioni preliminari, prevede le seguenti macrofasi di intervento.



## FASE 2: DEMOLIZIONE PILE P1 e P5 - CARREGGIATA NORD



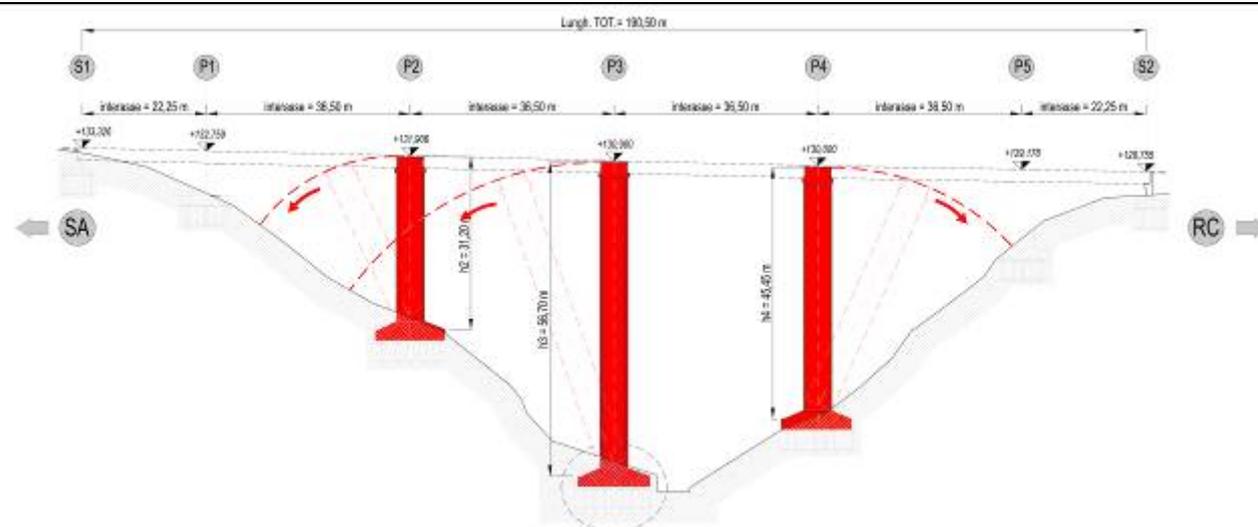
### Descrizione fase operativa:

Demolizione meccanica top-down delle pile P1 e P5 con escavatore dotato di braccio da demolizione.

Il totale di mc demoliti in questa fase è pari a 300.

Le macerie prodotte saranno accumulate alla base della pila.

## FASE 3: DEMOLIZIONE PILE P2 e P3 e P4 - CARREGGIATA NORD



### Descrizione fase operativa:

Demolizione delle pile mediante utilizzo controllato di microcariche esplosive oppure mediante crollo indotto meccanicamente.

Il ribaltamento delle pile mediante utilizzo controllato di microcariche di esplosivo potrà avvenire anche su più pile contemporaneamente.

**Il totale di mc demoliti in questa fase è pari a 1400.**

Le direzioni di caduta delle pile saranno sempre scelte in asse viadotto esistente.

Le macerie prodotte cadranno in prossimità della pila lungo l'asse del viadotto.

## 5.3 Tecniche di demolizione campate

### 5.3.1 *Demolizione meccanica per crollo verticale C1 e C6*

Questa tecnica di demolizione prevede di operare con un escavatore meccanico posto al di sopra dell'impalcato.

Si precisa che il verso di demolizione avverrà procedendo in arretramento da RC in direzione SA per l'impalcato della Campata C1 e da SA in direzione RC per la campata C6.

Come prima operazione si dovrà procedere alla separazione quasi completa delle 4 travi della campata C1 operando con un escavatore in arretramento verso SA al di sopra della campata stessa.

L'escavatore si posiziona sulla campata in direzione RC e procedendo in arretramento verso SA inizia la demolizione della soletta tra le travi e dei traversi operando il taglio dei ferri con la lama in dotazione della pinza stessa.

I cingoli durante la fase di lavoro dovranno sempre poggiare al di sopra delle travi.

L'operazione di separazione verrà eseguita in arretramento in modo continuo procedendo alla separazione di porzioni successive di soletta tra le travi fino al raggiungimento della distanza D1 pari a circa 5 m dal limite verso RC. Tale area dovrà rimanere intatta per garantire la stabilità globale dell'impalcato nelle fasi successive della demolizione.

Terminate le operazioni di indebolimento, potranno iniziare le operazioni propedeutiche al collasso controllato in sequenza delle travi.

L'operatore posiziona l'escavatore dotandolo di martello da demolizione o pinza idraulica sulla campata successiva appena a tergo della campata in demolizione e provvede alla frantumazione delle soletta delle 4 travi, in modo da portare in vista l'anima di ogni trave in corrispondenza dell'appoggio e della cerniera di collasso che si vuole ingenerare.

A questo punto l'operatore procede a sezionare il traverso di testata della trave esterna (trave 1), che risulterà completamente svincolata dal resto della campata, e successivamente, partendo dall'alto verso il basso a disgregare il c.a. della trave ad una distanza di circa 4-5 m dal traverso di testata.



**Figura 5: esempio di una trave demolita per crollo (foto archivio General Smontaggi)**

La trave smagrita progressivamente diminuirà la sezione resistente; raggiunta una disgregazione di circa il 50-60% della sezione della trave, l'operatore comincerà a battere al di sopra della trave in modo ripetuto fino a produrre la plasticizzazione della sezione rimanente della trave che sotto l'azione della propria forza peso crollerà a terra.

La suddetta fase operativa andrà ripetuta in sequenza per le rimanenti 3 travi per giungere al completamento della demolizione della campata.

### **5.3.2 Demolizione mediante smontaggio con coppia di autogrù delle campate C2-C3-C4 e C5**

Questa tecnica di demolizione prevede di operare con due autogrù, una posta nella campata di carreggiata Sud esistente ed una posta nella campata successiva a quella da demolire in carreggiata Nord.

Si precisa che il verso di demolizione avverrà procedendo in arretramento da SA in direzione RC.

Come prima operazione si dovrà procedere alla separazione quasi completa delle 4 travi della campata C2 operando con un escavatore in arretramento verso SA al di sopra della campata stessa.

L'escavatore si posiziona sulla campata in direzione RC e procedendo in arretramento verso SA inizia la demolizione della soletta tra le travi e dei traversi operando il taglio dei ferri con la lama in dotazione della pinza stessa.

I cingoli durante la fase di lavoro dovranno sempre poggiare al di sopra delle travi.

L'operazione di separazione verrà eseguita in arretramento in modo continuo procedendo alla separazione di porzioni successive di soletta tra le travi fino al raggiungimento della distanza D1 pari a circa 5 m dal limite verso RC. Tale area dovrà rimanere intatta per garantire la stabilità globale dell'impalcato nelle fasi successive della demolizione.

Terminate le operazioni di indebolimento, potranno iniziare le operazioni propedeutiche allo svaro con autogrù.

La suddetta fase operativa andrà ripetuta in sequenza per le rimanenti 3 travi per giungere al completamento della demolizione della campata. Successivamente tutte le fasi verranno ripetute per la demolizione delle campate C3 – C4 – C5.

## **5.4 Tecniche di demolizione pile**

### **5.4.1 Demolizione meccanica top down**

Questa metodologia di demolizione prevede di operare la demolizione delle pile direttamente da terra mediante escavatori da demolizione attrezzati ove necessario con braccio super long demolition.

Gli escavatori accederanno alla base di ciascuna pila su piazzole appositamente realizzate, e procedendo secondo un preciso piano di lavoro con ordine dall'alto verso il basso eseguiranno la demolizione completa della pila facendo cadere a terra le macerie.

L'operatore, e l'escavatore, dovranno stare ad una distanza di sicurezza fissata pari a non meno di 1/3 dell'altezza della pila in demolizione. In taluni casi potranno essere realizzati dei cumuli in materiale sciolto per rialzare l'escavatore in prossimità delle pile più alte.

#### **5.4.2 Crollo indotto meccanicamente**

Questa metodologia di demolizione produce il collasso controllato delle pile, in una direzione predefinita, producendo un progressivo indebolimento della pila realizzando un'apertura a cuneo nelle pareti in cemento armato alla base di ciascuna pila utilizzando degli escavatori cingolati.

Per minimizzare le aree occupate dalle macerie esterne all'impronta del viadotto la direzione caduta delle pile viene individuata sempre lungo l'asse del viadotto in un'area totalmente libera e sgombrata da manufatti o impedimenti, in modo da garantire anche adeguati margini di sicurezza contro eventuali deviazioni del crollo di massimo 2-5 gradi rispetto alla direzione teorica.

Come prima operazione con un mezzo meccanico si produce un'apertura nella parete alla base della pila; tale apertura dovrà essere realizzata nella parete posta nella direzione di caduta, e comprendere l'eventuale setto interno che dovrà essere indebolito a forma di cuneo secondo le geometrie imposte per le pareti laterali.

Uno o due escavatori cingolati dotati di martello demolitore posti simmetricamente all'asse di caduta accedono alla base della pila procedono a rimuovere porzioni di sezione resistente delle due pareti laterali della pila progredendo mediante step successivi a partire dall'apertura precedentemente realizzata.

Le porzioni di sezione da rimuovere nelle pareti laterali (step di demolizione) dovranno seguire le geometrie ben definite in modo da formare un cuneo di via via più grande fino a quando non si crei la plasticizzazione della sezione resistente di pila lasciata in posto, producendo così un movimento che evolve in crollo.



**Figura 6: esempio realizzazione di un cuneo di caduta (foto archivio General Smontaggi)**



**Figura 7: esempio di una pila demolita per crollo indotto (foto archivio General Smontaggi)**

#### **5.4.3 Demolizione con microcariche esplosive**

La tecnica demolitiva prevede di inserire delle microcariche di esplosivo alla base di ciascuna pila provocandone il crollo nelle direzioni dell'attuale asse del viadotto.

Le cariche verranno inserite in fori realizzati alla base di ogni pila secondo una maglia di tiro predeterminata a formare un cuneo ideale alla base di ciascuna pila, in modo da provocare la rotazione della pila nella direzione voluta.

Per ridurre il consumo di esplosivo ed allo stesso tempo predisporre ciascuna pila al crollo nella direzione voluta, verrà realizzata alla base di ogni stilata un'apertura rettangolare sul lato lungo, o comunque quello posto nella direzione di caduta.



**Figura 8: esempio di pile demolite con esplosivo (foto archivio General Smontaggi)**

La tecnica di demolizione per una pila tipo prevedere le seguenti fasi:

- Realizzazione con mezzo meccanico dell'apertura rettangolare sul lato lungo posto nella direzione di caduta;

- Realizzazione con mezzo meccanico dell'apertura triangolare setto centrale ove presente;
- Esecuzione dei fori di carotaggio  $\Phi$  32 mm per l'alloggiamento delle cariche; i fori saranno realizzati con una maglia tale da formare un cuneo triangolare nelle due pareti laterali;
- Caricamento, collegamento dei circuiti e brillamento delle cariche di esplosivo.

La sequenza cinematica che si vuole produrre nella pila è la seguente:

- nelle prime fasi della plasticizzazione la parte superiore del cuneo inizia a ruotare;
- nelle parte posta a tergo del cuneo (preservata dalla demolizione) si formano delle cerniere plastiche;
- la pila privata dei suoi appoggi comincia a ruotare (in realtà si ha una progressiva rotazione combinata ad un movimento verticale verso il basso) per effetto della forza peso della struttura stessa;
- i movimenti di caduta verticale e rotazione, evolvono in crollo sotto l'azione della componente verticale della forza peso terminando a terra il moto.

Una volta terra le pile saranno demolite e deferrizzate con mezzi meccanici.

## **5.5 Tecniche di demolizione spalle**

### **5.5.1 *Demolizione meccanica top down***

Questa metodologia di demolizione prevede di operare la demolizione delle spalle direttamente da terra mediante escavatori da demolizione attrezzati ove necessario con braccio super long demolition.

Gli escavatori accederanno alla base di ciascuna spalla su piazzole appositamente realizzate, e procedendo secondo un preciso piano di lavoro con ordine dall'alto verso il basso eseguiranno al demolizione completa della spalla facendo cadere a terra le macerie.

L'operatore, e l'escavatore, dovranno stare ad una distanza di sicurezza fissata pari a non meno di 1/3 dell'altezza della spalla in demolizione.

## **6 IL PIANO DI DECOSTRUZIONE E DEMOLIZIONE DEL VIADOTTO SAN GREGORIO NORD**

In questo Capitolo vengono descritte e programmate l'insieme di attività e lavorazioni che costituiscono il Piano di Decostruzione e Demolizione che sarà realizzato per demolire la carreggiata nord del viadotto San Gregorio del presente studio.

Lo scopo del piano è la definizione di un progetto dettagliato della demolizione atto ad individuare:

- le modalità tecniche con le quali procedere alla demolizione delle diverse parti strutturali costituenti il viadotto;
- la sequenza delle attività e delle fasi operative del processo demolitivo.

Le tecniche di demolizione che si intendono utilizzare saranno finalizzate al raggiungimento di una procedura operativa che porti alla completa demolizione delle campate e delle pile della carreggiata nord in piena sicurezza per gli operatori in funzione dei dati raccolti sul contesto e sul viadotto.

### **6.1 Tecniche di demolizione utilizzate**

Le tecniche di demolizione da utilizzare dipenderanno essenzialmente dalle altezze delle strutture che si andranno a demolire e dall'esigenza di limitare in ogni fase di lavoro i disturbi prodotti dall'intervento di demolizione nell'ambiente circostante.

Le altezze considerevoli degli impalcati e la conformazione del versante fanno propendere per una demolizione controllata per caduta verticale degli impalcati, eseguita mediante escavatori dall'alto, oppure mediante microcariche esplosive.

Invece le pile, avendo altezze superiori ai 15 m, verranno demolite per crollo indotto con microcariche esplosive. Le direzioni di caduta delle pile saranno sempre scelte in asse al viadotto esistente e in demolizione.

Per le spalle si prevede l'utilizzo delle tecniche tradizionali top down con escavatori dotati di martelloni e pinze idrauliche.

Nella tabella seguente vengono riportati per ogni elenco strutturale del viadotto le tecniche di demolizione previste:

CAMPATE CARREGGIATA NORD	
CAMPATA C1	Demolizione per crollo verticale meccanico
CAMPATA C2	Demolizione per crollo verticale meccanico
CAMPATA C3	Demolizione per crollo verticale meccanico
CAMPATA C4	Demolizione per crollo verticale meccanico
CAMPATA C5	Demolizione per crollo verticale meccanico

**Tabella 4: tecniche di demolizione impalcati**

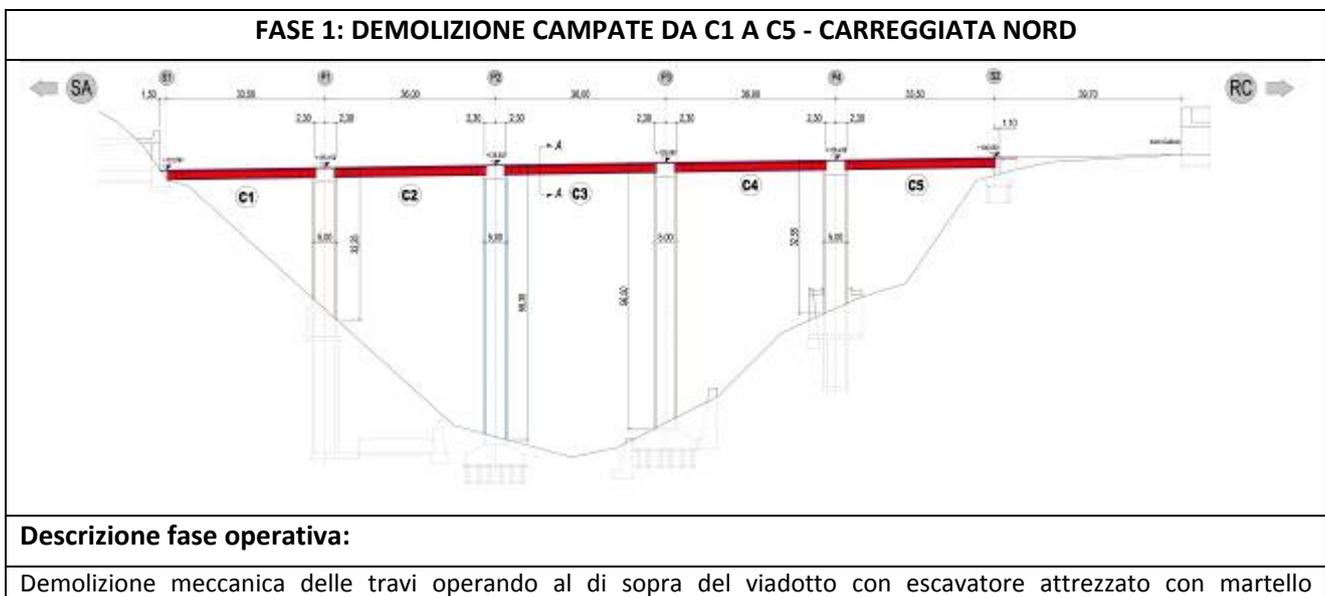
CAMPATE CARREGGIATA NORD	
PILA P1	Demolizione per ribaltamento controllato con esplosivo
PILA P2	Demolizione per ribaltamento controllato con esplosivo
PILA P3	Demolizione per ribaltamento controllato con esplosivo
PILA P4	Demolizione per ribaltamento controllato con esplosivo
SPALLE	Demolizione meccanica top down

**Tabella 5: tecniche di demolizione impalcati**

## 6.2 Ordine delle demolizioni

La procedura di demolizione degli elementi costituenti il viadotto San Gregorio nord avverrà secondo un ordine ben definito, strutturato in modo da ottimizzare i tempi di intervento, massimizzare la sicurezza degli operatori e minimizzare gli impatti prodotti dalla demolizione.

L'intervento nel suo complesso, oltre alle operazioni preliminari, prevede le seguenti macrofasi di intervento.



demolitore o pinza idraulica, previo alleggerimento e separazione delle travi.

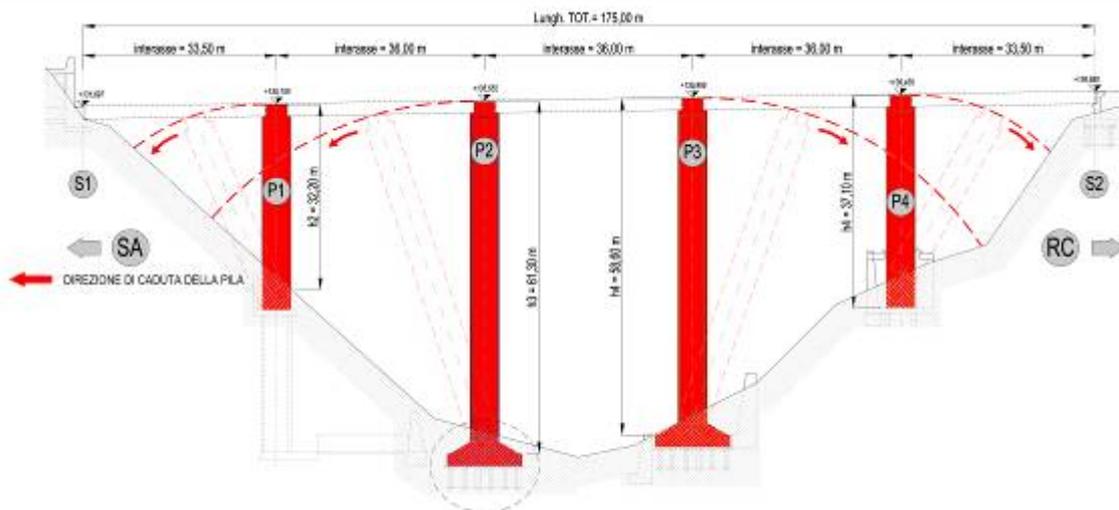
La demolizione del viadotto inizierà dalla Spalla SB e procederà in arretramento verso SA.

**Il totale di mc demoliti in questa fase è pari a 720,0.**

Le macerie prodotte cadranno a terra in prossimità della pila e in corrispondenza dell'impronta dell'impalcato stesso.

La demolizione procederà per step progressivi in modo da limitare il quantitativo materiale di volta in volta a terra al di sotto del viadotto.

### FASE 2: DEMOLIZIONE PILE - CARREGGIATA NORD



#### Descrizione fase operativa:

Demolizione delle pile mediante utilizzo controllato di microcariche.

Il ribaltamento delle pile mediante utilizzo controllato di microcariche di esplosivo potrà avvenire anche su più pile contemporaneamente.

**Il totale di mc demoliti in questa fase è pari a 2000.**

Le direzioni di caduta delle pile saranno sempre scelte in asse viadotto esistente.

Le macerie prodotte cadranno in prossimità della pila lungo l'asse del viadotto.

## 6.3 Tecniche di demolizione campate

### 6.3.1 *Demolizione meccanica per crollo verticale*

Questa tecnica di demolizione prevede di operare con un escavatore meccanico posto al di sopra dell'impalcato.

Si precisa che il verso di demolizione avverrà procedendo in arretramento da SA in direzione RC per tutti gli impalcati (da C1 a C5).

Come prima operazione si dovrà procedere alla separazione quasi completa delle 4 travi della campata C1 operando con un escavatore in arretramento verso RC al di sopra della campata stessa.

L'escavatore si posiziona sulla campata in direzione SA e procedendo in arretramento verso RC inizia la demolizione della soletta tra le travi e dei trasversi operando il taglio dei ferri con la lama in dotazione della pinza stessa.

I cingoli durante la fase di lavoro dovranno sempre poggiare al di sopra delle travi.

L'operazione di separazione verrà eseguita in arretramento in modo continuo procedendo alla separazione di porzioni successive di soletta tra le travi fino al raggiungimento della distanza  $D1$  pari a circa 5 m dal limite verso RC. Tale area dovrà rimanere intatta per garantire la stabilità globale dell'impalcato nelle fasi successive della demolizione.

Terminate le operazioni di indebolimento, potranno iniziare le operazioni propedeutiche al collasso controllato in sequenza delle travi.

L'operatore posiziona l'escavatore dotandolo di martello da demolizione o pinza idraulica sulla campata successiva appena a tergo della campata in demolizione e provvede alla frantumazione delle soletta delle 4 travi, in modo da portare in vista l'anima di ogni trave in corrispondenza dell'appoggio e della cerniera di collasso che si vuole ingenerare.

A questo punto l'operatore procede a sezionare il traverso di testata della trave esterna (trave 1), che risulterà completamente svincolata dal resto della campata, e successivamente, partendo dall'alto verso il basso a disgregare il c.a. della trave ad una distanza di circa 4-5 m dal traverso di testata.



**Figura 9: esempio di una trave demolita per crollo (foto archivio General Smontaggi)**

La trave smagrita progressivamente diminuirà la sezione resistente; raggiunta una disgregazione di circa il 50-60% della sezione della trave, l'operatore comincerà a battere al di sopra della trave in modo ripetuto fino a produrre la plasticizzazione della sezione rimanente della trave che sotto l'azione della propria forza peso crollerà a terra.

La suddetta fase operativa andrà ripetuta in sequenza per le rimanenti 3 travi per giungere al completamento della demolizione della campata.

### **6.3.2 Demolizione con microcariche esplosive**

Questa tecnica di demolizione prevede il collasso controllato delle travi di ogni campata mediante utilizzo di microcariche esplosive posizionate in prossimità delle due testate.

Come tecnica demolitiva per le campate verrà privilegiata quella di demolizione meccanica; tuttavia si riporta a livello di fattibilità anche questa tecnica che di fatto risulta del tutto analoga a quella precedente in merito all'impatto al suolo delle travi, con il vantaggio che utilizzando l'esplosivo potranno essere demolite più campate contemporaneamente.

La tecnica di demolizione per una campata tipo prevedere le seguenti fasi:

- Indebolimento delle zone di plasticizzazione nella campata mediante rimozione con mezzo meccanico delle porzioni di soletta tra le travi per una lunghezza di circa 4-5 m in prossimità della parte di trave che verrà caricata con le cariche di esplosivo.
- Esecuzione di fori di verticali di caricamento delle cariche di esplosivo per ogni trave in corrispondenza delle testate;
- Messa in opera delle reti di protezione.
- Caricamento, collegamento dei circuiti e brillamento delle cariche di esplosivo.

A seguito del brillamento in ciascuna campata verranno generate due cerniere di plasticizzazione che produrranno il collasso controllato delle campate a terra.

Una volta a terra le campate saranno demolite e deferrizzate con mezzi meccanici.

## **6.4 Tecniche di demolizione pile**

### **6.4.1 Demolizione meccanica top down**

Questa metodologia di demolizione prevede di operare la demolizione delle pile direttamente da terra mediante escavatori da demolizione attrezzati ove necessario con braccio super long demolition.

Gli escavatori accederanno alla base di ciascuna pila su piazzole appositamente realizzate, e procedendo secondo un preciso piano di lavoro con ordine dall'alto verso il basso eseguiranno la demolizione completa della pila facendo cadere a terra le macerie.

L'operatore, e l'escavatore, dovranno stare ad una distanza di sicurezza fissata pari a non meno di 1/3 dell'altezza della pila in demolizione. In taluni casi potranno essere realizzati dei cumuli in materiale sciolto per rialzare l'escavatore in prossimità delle pile più alte.

### **6.4.2 Crollo indotto meccanicamente**

Questa metodologia di demolizione produce il collasso controllato delle pile, in una direzione predefinita, producendo un progressivo indebolimento della pila realizzando un'apertura a cuneo nelle pareti in cemento armato alla base di ciascuna pila utilizzando degli escavatori cingolati.

Per minimizzare le aree occupate dalle macerie esterne all'impronta del viadotto la direzione caduta delle pile viene individuata sempre lungo l'asse del viadotto in un'area totalmente libera e sgombera da

manufatti o impedimenti, in modo da garantire anche adeguati margini di sicurezza contro eventuali deviazioni del crollo di massimo 2-5 gradi rispetto alla direzione teorica.

Come prima operazione con un mezzo meccanico si produce un'apertura nella parete alla base della pila; tale apertura dovrà essere realizzata nella parete posta nella direzione di caduta, e comprendere l'eventuale setto interno che dovrà essere indebolito a forma di cuneo secondo le geometrie imposte per le pareti laterali.

Uno o due escavatori cingolati dotati di martello demolitore posti simmetricamente all'asse di caduta accedono alla base della pila procedono a rimuovere porzioni di sezione resistente delle due pareti laterali della pila progredendo mediante step successivi a partire dall'apertura precedentemente realizzata.

Le porzioni di sezione da rimuovere nella pareti laterali (step di demolizione) dovranno seguire le geometrie ben definite in modo da formare un cuneo di via via più grande fino a quando non si crei la plasticizzazione della sezione resistente di pila lasciata in posto, producendo così un movimento che evolve in crollo.



**Figura 10: esempio realizzazione di un cuneo di caduta (foto archivio General Smontaggi)**



**Figura 11: esempio di una pila demolita per crollo indotto (foto archivio General Smontaggi)**

#### **6.4.3 Demolizione con microcariche esplosive**

La tecnica demolitiva prevede di inserire delle microcariche di esplosivo alla base di ciascuna pila provocandone il crollo nelle direzioni dell'attuale asse del viadotto.

Le cariche verranno inserite in fori realizzati alla base di ogni pila secondo una maglia di tiro predeterminata a formare un cuneo ideale alla base di ciascuna pila, in modo da provocare la rotazione della pila nella direzione voluta.

Per ridurre il consumo di esplosivo ed allo stesso tempo predisporre ciascuna pila al crollo nella direzione voluta, verrà realizzata alla base di ogni stilata un'apertura rettangolare sul lato lungo, o comunque quello posto nella direzione di caduta.



**Figura 12: esempio di pile demolite con esplosivo (foto archivio General Smontaggi)**

La tecnica di demolizione per una pila tipo prevedere le seguenti fasi:

- Realizzazione con mezzo meccanico dell'apertura rettangolare sul lato lungo posto nella direzione di caduta;

- Realizzazione con mezzo meccanico dell'apertura triangolare setto centrale ove presente;
- Esecuzione dei fori di carotaggio  $\Phi$  32 mm per l'alloggiamento delle cariche; i fori saranno realizzati con una maglia tale da formare un cuneo triangolare nelle due pareti laterali;
- Caricamento, collegamento dei circuiti e brillamento delle cariche di esplosivo.

La sequenza cinematica che si vuole produrre nella pila è la seguente:

- nelle prime fasi della plasticizzazione la parte superiore del cuneo inizia a ruotare;
- nelle parte posta a tergo del cuneo (preservata dalla demolizione) si formano delle cerniere plastiche;
- la pila privata dei suoi appoggi comincia a ruotare (in realtà si ha una progressiva rotazione combinata ad un movimento verticale verso il basso) per effetto della forza peso della struttura stessa;
- i movimenti di caduta verticale e rotazione, evolvono in crollo sotto l'azione della componente verticale della forza peso terminando a terra il moto.

Una volta terra le pile saranno demolite e deferrizzate con mezzi meccanici.

## **6.5 Tecniche di demolizione spalle**

### **6.5.1 *Demolizione meccanica top down***

Questa metodologia di demolizione prevede di operare la demolizione delle spalle direttamente da terra mediante escavatori da demolizione attrezzati ove necessario con braccio super long demolition.

Gli escavatori accederanno alla base di ciascuna spalla su piazzole appositamente realizzate, e procedendo secondo un preciso piano di lavoro con ordine dall'alto verso il basso eseguiranno la demolizione completa della spalla facendo cadere a terra le macerie.

L'operatore, e l'escavatore, dovranno stare ad una distanza di sicurezza fissata pari a non meno di 1/3 dell'altezza della spalla in demolizione.



## **7 INTERFERENZE E RISCHI TRASMESSI ALL'ESTERNO**

L'area oggetto degli interventi si estende lungo le carreggiate nord, ed al di sotto delle stesse, dei viadotti Livorno e San Gregorio, ed in prossimità delle pile delle carreggiate. L'area di cantiere non interferisce con il nuovo tracciato dell'autostrada A3.

Nel seguito si riportano i principali ricettori e gli accorgimenti che saranno messi in pratica per minimizzare i disturbi.

### **7.1 Alvei e canali**

Durante la demolizione della parte di viadotti sovrastanti ed interferenti con alvei o canali o fiumare, si procederà alla rimozione contestuale delle macerie prodotte in modo che non costituiscano impedimento per il deflusso della fiamara.

### **7.2 Specie arboree**

Verrà eseguito un rilievo ed un censimento delle specie arboree presenti. Per limitare ulteriormente l'impatto delle macerie sulle specie arboree presenti al suolo, si procederà con una frantumazione spinta degli elementi, in modo da ridurre la pezzatura. Tale accorgimento fa sì che le macerie che impattano al suolo siano di dimensioni minori limitando le interferenze con le specie arboree e garantendo l'accesso di mezzi d'opera di dimensioni e pesi inferiori per le successive operazioni di frantumazione, deferrizzazione e rimozione delle macerie.

### **7.3 Fauna**

Per limitare il più possibile i disturbi arrecati alla fauna locale si procederà nel modo seguente: si cercherà di ridurre la durata complessiva dell'intervento, con scadenze tali da minimizzare il disturbo alla fauna nei periodi riproduttivi e migratori.

### **7.4 Emissione di polveri**

Per limitare il più possibile la diffusione di polveri al di fuori dell'area di cantiere si procederà con un bagnaggio sistematico a mezzo di lance delle aree in demolizione e di quelle di caduta al suolo delle macerie.

## 8 RECUPERO DELLE MACERIE

Indipendentemente dalla tecnica di demolizione utilizzata, sarà necessario accedere al di sotto dei viadotti per poter frantumare, deferrizzare e recuperare le macerie prodotte durante la demolizione dei vari elementi costituenti i viadotti in oggetto.

L'accesso dovrà essere garantito per escavatori cingolati e camion a 4 assi, ed avverrà accedendo direttamente dalle spalle movimentando il terreno al di sotto del viadotto.

Tutte le piste saranno realizzate entro l'impronta a terra dei viadotti limitando al massimo gli impatti sull'ecosistema esistente, progredendo in avanzamento seguendo le demolizioni, in modo da utilizzare lo stesso materiale proveniente dalle travi e dalle pile a terra frantumato e deferrizzato per regolarizzare il terreno e renderlo idoneo all'avanzamento delle parti di viadotto ancora da demolire.

Per accedere al di sotto dei viadotti nelle zone più acclivi, in funzione delle pendenze, potranno essere utilizzati anche appositi escavatori del tipo "Ragno" dotati di bracci stabilizzatori in grado di operare in sicurezza su pendenze elevate.



**Figura 13: esempio escavatore tipo "ragno"**