

Autostrada A19 "Palermo - Catania"

Lavori di risanamento strutturale del viadotto Alfio, sito al km 157+600

Carreggiata in direzione Catania

PROGETTO ESECUTIVO

COD. UP7455

PROGETTAZIONE: **ATI VIA - NET - PUCCINELLI**

PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)

GEOLOGO:

Dott. Geol. Maurizio Lanzini (Ord. dei Geologi del Lazio 385)

COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Matteo Di Girolamo (Ord. Ing. Prov. Roma 15138)

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

MANDATARIA:



MANDANTI:



STUDIO TECNICO
ING. PUCCINELLI
www.puccinelli.webs.com

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Carlo Piraino

ELABORATI GENERALI

Relazione Tecnica Generale

CODICE PROGETTO			NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	ANNO.	T00EG00GENRE01_C			
SIMSUP00241	E	22	T00EG00GENRE01		C	—
D	—	—	—	—	—	—
C	REVISIONE SISTEMA DI DEMOLIZIONE IMPALCATI		LUG. 2023	V. NASUTI	G. PIAZZA	G. PIAZZA
B	REV. PER PROCEDURA ART. 6 COMMA 9		FEB. 2023	V. NASUTI	G. PIAZZA	G. PIAZZA
A	EMISSIONE		OTT. 2022	V. NASUTI	G. PIAZZA	G. PIAZZA
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

INDICE

1	GENERALITA'	3
1.1	Oggetto	3
1.2	Percorso conoscitivo e decisionale	3
1.3	Elenco degli interventi previsti nell'ambito del presente progetto	5
2	DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE ESISTENTI	7
3	NORMATIVE E RIFERIMENTI	9
3.1	Strutture.....	9
3.2	Progettazione stradale	9
3.3	Gestione delle materie.....	10
3.4	Sicurezza.....	11
4	INQUADRAMENTO DEGLI INTERVENTI AI SENSI DEL CAPITOLO 8 NTC2018	13
5	PROGETTAZIONE STRADALE	14
5.1	Inquadramento normativo.....	14
5.2	Caratteristiche geometriche	15
5.2.1	Andamento planimetrico	15
5.2.2	Andamento altimetrico	16
5.2.3	Sezione trasversale	17
5.2.4	Considerazioni sull'infrastruttura storica	17
5.3	Approccio progettuale	17
5.3.1	Sezione trasversale	17
5.3.2	Pendenze trasversali	18
5.4	Verifica di sicurezza.....	19
5.4.1	Diagramma delle velocità	19
5.4.2	Verifiche di visibilità	20
6	DATI DI BASE PROGETTAZIONE STRUTTURALE.....	21
6.1	Vita Nominale di progetto, Classe d'uso e Periodo di Riferimento dell'opera	21
6.1.1	Vita Nominale V_n	21
6.1.2	Classi d'Uso	21
6.1.3	Periodo di Riferimento per l'azione sismica	22
7	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO, SISMICO E GEOTECNICO	23
7.1	Ubicazione e morfologia	23

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	Relazione Tecnica Generale	

7.2	Inquadramento geologico	25
7.3	Inquadramento idrogeologico	27
7.4	Indagini geognostiche	30
7.4.1	Sondaggi geognostici	30
7.4.2	Indagini geofisiche.....	30
7.5	Successione stratigrafica.....	32
7.6	Sismicità	34
7.6.1	Caratteri macrosismici	34
7.6.2	Sismicità locale.....	39
7.6.3	Liquefazione dei terreni	41
7.7	Caratteristiche geotecniche dei terreni	43
8	INTERVENTI PREVISTI IN PROGETTO	46
8.1	Demolizioni	46
8.2	Risanamento corticale e consolidamento dei pulvini.....	47
8.3	Intervento di realizzazione di nuovi baggioli in c.a.	48
8.4	Realizzazione dei nuovi impalcati in sezione mista acciaio-calcestruzzo su isolatori elastomerici .	48
8.4.1	Nuovi impalcati in sezione mista acciaio-calcestruzzo	48
8.4.2	Sistema di vincolo – isolatori elastomerici.....	51
8.5	Nuovo sistema di smaltimento acque di piattaforma formato da caditoie, e pluviali di scarico a dispersione.....	51
8.6	Pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso (base 6 cm, usura 4 cm).....	52
8.7	Posa in opera barriere di sicurezza BP-H4	52
9	PIANO DI GESTIONE DELLE MATERIE.....	53
9.1	Cave e siti di destinazione finale	54
10	CANTIERIZZAZIONE.....	55
10.1	Attraversamento provvisorio del Vallone De Rosa	55
11	CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI	57
12	PREZZIARIO DI RIFERIMENTO	59

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

1 GENERALITA'

1.1 Oggetto

Il presente documento è relativo ai **"Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600 dell'Autostrada A19 Palermo-Catania"**. Il progetto è relativo ai soli lavori sulla **carreggiata in direzione Catania**.

Si tratta di un viadotto composto da 26 campate del tipo a travi in c.a.p, semplicemente poggiate alle estremità, con luce tipica pari a 34 m misurata in asse pile. La lunghezza complessiva è pari a circa 882 m, misurata in asse appoggi spalle.

I lavori sono finalizzati all'**adeguamento sismico e statico delle strutture del viadotto ai sensi delle NTC2018**.

Per conseguire questo risultato, è prevista la **completa demolizione degli impalcati attuali e la relativa sostituzione con nuovi impalcati a struttura mista acciaio-calcestruzzo**, con schema statico a trave continua.

Inoltre, è prevista l'adozione di un **sistema di isolamento mediante isolatori elastomerici di opportuna rigidità**, che permetteranno di limitare a valori tollerabili, le azioni orizzontali trasmesse alle sottostrutture e relative fondazioni particolarmente in caso sismico.

La soluzione progettuale prevede la riduzione del numero complessivo di giunti di dilatazione. In particolare, le 26 campate di impalcato saranno divise in 5 tratti, ciascuno con schema di trave continua, di cui 4 tratti formati da 5 campate e 1 da 6 campate.

Le condizioni di estremo degrado dei pulvini, hanno portato a prevederne il completo risanamento corticale e il reintegro/incremento delle armature di forza per far fronte all'elevata corrosione che caratterizza le armature esistenti, molto spesso totalmente prive di copriferro ed esposte da lungo tempo all'azione degli agenti atmosferici.

Le migliori condizioni di conservazione dei fusti pile, permettono di limitare le operazioni di risanamento corticale ad una percentuale della superficie complessiva.

Relativamente alle spalle, oltre ad interventi di ripristino corticale è prevista la completa demolizione e ricostruzione del paraghiaia, ed il consolidamento mediante ancoraggi passivi da eseguire sul paramento, che permetteranno di conseguire un adeguato grado di vincolamento delle spalle per azioni orizzontali longitudinali legate al sisma o alla frenatura.

1.2 Percorso conoscitivo e decisionale

Il Viadotto Alfio è stato oggetto a partire dal 2015 di indagini e verifiche finalizzate principalmente alla valutazione delle condizioni di conservazione delle strutture di impalcato ed in particolare, dei cavi di precompressione delle travi principali. Una prima campagna di ispezioni visive è stata condotta dalla

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	Relazione Tecnica Generale	

GEOLAB srl, con lo scopo di localizzare e mappare le difettosità delle travi e le condizioni dei cavi di precompressione in termini di elementi scoperti, di guaine corrose e/o danneggiate, di condizioni di riempimento dei cavi e di eventuali presenze di ossidazione/corrosione nelle armature di precompressione. Successivamente, si è dato corso ad una estesa campagna di indagini diagnostiche, a cura di SIDERCEM srl, con le seguenti finalità:

- Accertamento delle caratteristiche geometriche delle strutture di impalcato;
- Accertamento delle relative caratteristiche meccaniche dei materiali;
- Accertamento del tracciato, del numero dei cavi e loro composizione;
- Accertamento dello stato tensionale a vuoto.

Come risulta evidente le indagini hanno avuto altresì lo scopo di accertare le geometrie delle strutture di impalcato e le caratteristiche meccaniche dei materiali, **in completa assenza delle documentazione relativa al progetto originario ed agli elaborati di contabilità.**

Più recentemente, nel corso del 2020 il quadro conoscitivo dell'opera è stato implementato con ulteriori campagne di indagine e con l'esecuzione di verifiche statiche e prove dinamiche lungo la carreggiata CT-PA. Infine, tra novembre 2020 e gennaio 2021, lungo la medesima carreggiata, ulteriori indagini sono state condotte per completare definitivamente il quadro conoscitivo utile alla redazione delle **verifiche di sicurezza degli impalcati** ai sensi delle NTC18 e delle LLGG2020.

I risultati delle verifiche di sicurezza sono illustrati nella "Relazione Verifica di Sicurezza", a firma dell'ing. A.Contin, di cui si riassumono i principali risultati:

- **Le verifiche di sicurezza hanno fornito esito negativo relativamente alle condizioni di "Adeguatezza",** ovvero considerando le azioni previste dalle NTC18 ed i relativi coefficienti parziali di amplificazione per verifiche SLU;
- **Le verifiche di sicurezza hanno fornito esito negativo relativamente alle condizioni di "Operatività",** ovvero considerando le azioni previste dalle NTC18 ma coefficienti parziali di amplificazione per verifiche SLU ridotti e corrispondenti ad un tempo di riferimento pari a 30 anni;
- **Le verifiche di sicurezza hanno fornito esito negativo relativamente alle condizioni di "Transitabilità – Livello 1",** ovvero considerando le azioni previste dalle NTC18 ma coefficienti parziali di amplificazione per verifiche SLU ridotti e corrispondenti ad un tempo di riferimento pari a 5 anni con limitazioni geometriche all'uso della piattaforma (interdizione della corsia di emergenza per una larghezza di 2.0 m);
- **Le verifiche di sicurezza hanno fornito esito positivo relativamente alle condizioni di "Transitabilità – Livello 2",** che prevede l'imposizione di limitazioni sia di carico che geometriche, ed in particolare:
 - o Interdizione della carreggiata con due fasce laterali di ampiezza 1 m da ambo i lati della carreggiata stessa;
 - o Limitazione del carico massimo transitante a 44 ton.

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	Relazione Tecnica Generale	

Le verifiche di sicurezza svolte sul viadotto PA-CT non possono prescindere dalle attività svolte lungo la carreggiata opposta per la quale Anas ha già stabilito la demolizione e la ricostruzione degli impalcati dell'intera carreggiata. Infatti, le criticità osservate lungo la carreggiata PA-CT, il livello di conservazione e la qualità del degrado dell'opera, per evidenti difetti costruttivi delle travi, non consentono ipotesi progettuali conservative o migliorative diverse dalle analisi già svolte per la carreggiata opposta. L'impegno economico non giustificerebbe soluzioni di minor impatto in ragione del risultato ottenibile. Gli effetti degenerativi sulla precompressione esistente delle travi comunque non potrebbero essere eliminati.

In sintesi, i difetti costruttivi delle travi, la corrosione dei cavi di precompressione conseguenza della cattiva realizzazione delle travi, un sistema di precompressione non uniforme, non consentono uno sviluppo di un modello di calcolo coerente al reale anche con adeguati ed amplificati coefficienti di sicurezza previsti dalle NTC18.

Per tali ragioni, non possono che condividersi le risultanze delle analisi riportate nella "Relazione Verifica di Sicurezza", a firma dell'ing. A.Contin per la carreggiata opposta.

Il progetto esecutivo in oggetto, limitato alle sole strutture della carreggiata in direzione PA-CT, individua quale soluzione di riferimento la demolizione e ricostruzione degli impalcati, mirando al conseguimento del livello di piena adeguatezza in condizioni statiche e sismiche nella configurazione post-operam successiva alla esecuzione dei lavori.

1.3 Elenco degli interventi previsti nell'ambito del presente progetto

Di seguito, per maggiore evidenza, si riepilogano le lavorazioni previste nell'ambito dei lavori:

1. Asportazione barriere stradali, asportazione canaletta in VTR ancorata al cordolo interno, demolizione pavimentazione esistente e giunti;
2. Demolizione integrale impalcati esistenti e rimozione appoggi (cuscinetti in gomma armata);
3. Demolizione completa dei "gradini" esistenti in c.a. all'estradosso dei pulvini, realizzati all'epoca della costruzione per conseguire un piano di appoggio delle travi adeguatamente in pendenza trasversale;
4. Asportazione completa dello strato di cls corticale sull'intera superficie dei pulvini, mediante idrodemolizione, fino al rinvenimento delle armature di forza e relativa ricostruzione mediante impiego di malte e betoncini fibrorinforzati, previo reintegro delle armature ammalorate e posa in opera di armature integrative debitamente collegate al cls in opera mediante inghisaggio di barre in acciaio;
5. ricostruzione nuovi baggioli in c.a.;
6. Interventi di risanamento corticale delle superfici a vista delle spalle, consolidamento mediante realizzazione di ancoraggi passivi sui paramenti, demolizione e ricostruzione dei paraghiaia;
7. Realizzazione nuovi impalcati in sezione mista acciaio calcestruzzo su isolatori elastomerici (adeguamento sismico del viadotto);
8. Stesa del manto protettivo di impermeabilizzazione estradosale della soletta d'impalcato;
9. Sistema di smaltimento acque di piattaforma formato da caditoie e pluviali di scarico a dispersione;
10. rifacimento pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso (base 6 cm, usura 4 cm);

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

11. nuove barriere stradali di classe BP-H4.

Le lavorazioni saranno estese anche ai rilevati di approccio per i quali si prevede:

1. Asportazione barriere stradali e demolizione pavimentazione esistente per uno spessore pari a circa 20 cm;
2. Realizzazione di cordoli laterali per l'infissione di barriere di sicurezza BP-H3, che permetteranno di conseguire una graduale variazione di rigidità tra le barriere previste sul viadotto e le esistenti barriere presenti sui rilevati;
3. Realizzazione di cuneo in misto stabilizzato a cemento a tergo delle spalle, per l'intera altezza interessata dai lavori di demolizione e ricostruzione dei paraghiaia;
4. rifacimento pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso (base 15 cm, binder 6 cm, usura 4 cm);
5. posa in opera di nuove barriere stradali di classe BP-H3.

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	Relazione Tecnica Generale	

2 DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE ESISTENTI

La figura seguente illustra una vista satellitare della A19 con individuazione dell'opera in oggetto e la corografia generale:



Figura 2.1. - Vista aerea con individuazione del Viadotto Alfio

Il viadotto **Alfio** è stato costruito negli anni **70** del secolo scorso, nell'ambito dei lavori di realizzazione dell'Autostrada A19 Palermo – Catania.

L'opera è ubicata nei pressi dell'abitato di **Catenanuova** (EN), e si sviluppa parallelamente all'alveo del Fiume Dittaino.

L'estensione complessiva del viadotto è pari a circa **882** m.

Sono presenti due viadotti separati, ciascuno a servizio di una via di corsa. Come riportato in premessa, **oggetto dei presenti lavori sono esclusivamente le strutture del viadotto sulla via di corsa in direzione Catania.**

La scansione tipica delle campate adottata è di **34** m, misurata in asse tra due pile successive. Sono presenti complessivamente **26** campate.

L'impalcato ha una larghezza pari a **10.30** m, di cui **9.20** destinata alla piattaforma stradale e **0.55** m per parte ai cordoli marginali su cui sono posizionate le barriere di sicurezza metalliche.

La geometria delle strutture è stata ricostruita mediante rilievo laserscanner, non disponendo dei disegni relativi al progetto originario nè dei disegni allegati alla contabilità.

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

La sezione trasversale dell'impalcato è composta da **4 travi in CAP**, di lunghezza complessiva pari a circa **33.0 m**, aventi luce di calcolo pari a **32.0 m**. Le travi sono state prefabbricate a piè d'opera e successivamente varate a mezzo di apposite apparecchiature. Le travi sono disposte ad interasse di circa **2.50 m** ed hanno un'altezza complessiva pari a circa **2.0 m**.

La soletta di completamento ha di spessore pari a **20 cm**.

Il graticcio d'impalcato è completato da **5 trasversi**, **2** di testata e **3** di campata, disposti ad interasse di circa **8 m**, aventi sezione rettangolare di dimensioni **30x180**, solidali alla soletta.

Gli **apparecchi di appoggio** delle travi in CAP, sono costituiti da cuscinetti in neoprene armato di altezza centimetrica.

Le **pile** sono piena a sezione circolare, avente diametro pari a **2.80 m**. L'altezza del fusto varia tra **4.75** e **9.60 m** circa.

I fusti sono sormontati da **pulvini in c.a.** di forma trapezoidale e sezione rettangolare di larghezza pari a circa **2.86 m** e altezza variabile tra **1.25 m** alle estremità e **2.00 m** in corrispondenza del fusto.

In testa ai pulvini, mediante getti armati integrativi sono stati realizzati i "**gradini**" per l'appoggio delle travi, in accordo alle pendenze trasversali di progetto.

Le **fondazioni delle pile** sono di tipo indiretto, costituite da zattere di dimensioni **7.30 m x 7.30 m** e spessore **2.80 m** su palificate di **5 pali $\phi 1250$** .

Sebbene non siano stati trovati i documenti di progetto originario, la geometria dei plinti e delle palificate è chiaramente indicata nella documentazione progettuale relativa alle paratie di protezione idraulica eseguite parallelamente al viadotto ed è stata verificata nell'ambito della campagna di indagine a supporto della presente progettazione.

I plinti, peraltro, sono sostanzialmente privi di rinterro e chiaramente individuabili.

La geometria delle spalle è stata ricostruita solo limitatamente alla parte in elevazione.

Autostrada A19 “Palermo – Catania” – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

3 NORMATIVE E RIFERIMENTI

3.1 Strutture

Le analisi e le verifiche delle strutture sono state effettuate nel rispetto della seguente normativa vigente:

- [D_1]. DM 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle <<Norme tecniche per le costruzioni>> (nel seguito indicate come NTC18).
- [D_2]. Circolare 21 gennaio 2019 n.7: Istruzioni per l'applicazione dell' "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 17 gennaio 2018, supplemento ordinario n° 5 alla G. U. n° 35 del 11/02/2019 (nel seguito indicate come CNTC18).
- [D_3]. Norma Europea UNI EN 206: Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità (Dicembre 2016).
- [D_4]. Norma Italiana UNI 11104: Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206 (luglio 2016).
- [D_5]. C.S.L.L.P.P.: Linee guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera (settembre 2017).
- [D_6]. C.S.L.L.P.P.: Linee guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio dei ponti esistenti (aprile 2020).

Ulteriori riferimenti sono rappresentati dai seguenti documenti:

- [D_7]. Reluis – Linee guida e Manuale applicativo per la valutazione della sicurezza sismica e il consolidamento dei ponti esistenti in c.a. (marzo 2009).

3.2 Progettazione stradale

- [D_8]. D.L. 30.04.1992 n.285: “Nuovo Codice della Strada” (G.U. 18.05.1992 n.114 suppl.) Modificato ed integrato dal D.L. 10.10.1993 n.360 (G.U. 15.09.1993 n.217 suppl.);
- [D_9]. D.P.R. 16.12.1992 n.495: “Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada” (G.U. 28.12.1992 n.303 suppl.);
- [D_10]. D.P.R. 16.09.1996 n.610: “Regolamento recante modifiche al D.P.R. 16.12.1992 n.495, concernente il regolamento di esecuzione e attuazione del Nuovo Codice della strada” e s.m.i.;
- [D_11]. D.M. 05.11.2001: “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”;
- [D_12]. D.M. 22.04.2004 “Modifica del decreto 05.11.2001 n.6792, relativo alle norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”;
- [D_13]. D.M. 19.04.2006 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”;
- [D_14]. CNR B.U. n.77 del 5/5/80 “istruzioni per la redazione dei progetti stradali”;
- [D_15]. CNR B.U. n.178 del 15/9/95: “Catalogo delle pavimentazioni stradali”;
- [D_16]. L. 29 luglio 2010 n.210 – Disposizioni in materia di sicurezza stradale;

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

- [D_17]. Direttiva LL.PP. 24.10.2000 – Direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del Codice della Strada in materia di segnaletica e criteri per l'installazione e la manutenzione (G.U.28.12.2000 n.301);
- [D_18]. D.M. 18.02.1992 n.223 "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza "e s.m.i.;
- [D_19]. Direttiva del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 3065 del 25.08.2004: "Direttiva sui criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali".
- [D_20]. D.M. 21 giugno 2004 (G.U. n. 182 del 05.08.04): "Aggiornamento alle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale".
- [D_21]. Circolare Ministero dei Trasporti del 15.11.2007: "Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere di sicurezza rilasciate ai sensi delle norme antecedenti il D.M. 21.06.2004".
- [D_22]. Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21.07.2010 "Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali".
- [D_23]. Norme UNI EN 1317: "Barriere di sicurezza stradali":
- [D_24]. UNI EN 1317-1:2010: "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 1: Terminologia e criteri generali per i metodi di prova";
- [D_25]. UNI EN 1317-2:2010: "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 2: Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza inclusi i parapetti veicolari";
- [D_26]. UNI EN 1317-3:2010: "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 3: Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto";
- [D_27]. UNI ENV 1317-4:2003: "Barriere di sicurezza stradali - Classi di prestazione, criteri di accettazione per la prova d'urto e metodi di prova per terminali e transizioni delle barriere di sicurezza";
- [D_28]. UNI EN 1317-5:2012 "Sistemi di ritenuta stradali - Parte 5: Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli".
- [D_29]. DM 28.06.2011 (G.U. n. 233 del 6.10.2011): "Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale".

3.3 Gestione delle materie

- [D_30]. Direttiva 1999/31/CE del Consiglio del 26.04.1999 relative alle discariche di rifiuti.
- [D_31]. Decisione della Commissione del 3 maggio 2000 che sostituisce la decisione 94/3/CE che istituisce un elenco di rifiuti conformemente all'articolo 1, lettera a), della direttiva 75/442/CEE del Consiglio relativa ai rifiuti e la decisione 94/904/CE del Consiglio che istituisce un elenco di rifiuti pericolosi ai sensi dell'articolo 1, paragrafo 4, della direttiva 91/689/CEE del Consiglio relativa ai rifiuti pericolosi.

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

- [D_32]. Decisione del Consiglio del 19 dicembre 2002 che stabilisce criteri e procedure per l'ammissione dei rifiuti nelle discariche ai sensi dell'articolo 16e dell'allegato II della direttiva 1999/31/CE.
- [D_33]. Regolamento (CE) n. 850/2004 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 29 aprile 2004 relativo agli inquinanti organici persistenti e che modifica la direttiva 79/117/CEE.
- [D_34]. Direttiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive.
- [D_35]. DM 05.02.1998 e s.m.i. "Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22".
- [D_36]. DLgs 13 gennaio 2003, n. 36 e s.m.i. "Attuazione della direttiva 1999/31/Ce relativa alle discariche di rifiuti".
- [D_37]. DLgs 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. "Norme in materia ambientale".
- [D_38]. DM 5 aprile 2006, n. 186: "Regolamento recante modifiche al decreto ministeriale 5 febbraio 1998".
- [D_39]. DLgs 16 gennaio 2008, n. 4 "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale".
- [D_40]. DLgs 3 dicembre 2010, n. 205 "Disposizioni di attuazione della direttiva 2008/98/Ce del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive".
- [D_41]. DM 27/09/2010 "Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica, in sostituzione di quelli contenuti nel decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio 3 agosto 2005".
- [D_42]. DM 12.06.2002, n. 161 "Norme tecniche per il recupero agevolato dei rifiuti pericolosi ex Dlgs 22/1997".
- [D_43]. Dlgs n. 116/2020 in vigore dal 26 settembre 2020 - modifica il D.Lgs 152/2006 recependo le direttive europee sui rifiuti UE 2018/851 e sugli imballaggi e rifiuti di imballaggio 2018/852.
- [D_44]. Linee guida per la classificazione dei rifiuti - Delibera-SNPA-61/2019
- [D_45]. Legge Regionale 9/2010 sulla gestione dei rifiuti, modificata dalla LR del 9 gennaio 2013 n.3 in materia di gestione integrata dei rifiuti. (GU 3a Serie Speciale - Regioni n.16 del 20-04-2013)

3.4 Sicurezza

- [D_46]. Legge 26/04/1974, n.191 "Prevenzione degli infortuni sul lavoro nei servizi e negli impianti gestiti dall'Azienda Autonoma delle Ferrovie dello Stato";
- [D_47]. DPR 20 marzo 1956 n. 320, "Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro in sotterraneo";
- [D_48]. DPR 24 luglio 1996, n. 459, "Regolamento per l'attuazione delle direttive 89/392/CEE, 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE concernenti il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine";
- [D_49]. Autorità di Vigilanza sui Lavori Pubblici Determinazione n. 37 del 26 luglio 2000 - "Calcolo degli oneri di sicurezza e dell'incidenza della manodopera in attesa del regolamento attuativo";

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

- [D_50]. Autorità di Vigilanza sui Lavori Pubblici - Allegato alla determinazione n. 37 del 26 luglio 2000, linee guida per la determinazione dell'incidenza della manodopera;
- [D_51]. Decreto Ministero Salute 15 luglio 2003 n° 388 "Regolamento sul pronto soccorso aziendale" • Linee guida per l'applicazione del D.P.R. 222/03 (01 marzo 2006) "Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome - Documento ITACA";
- [D_52]. Autorità di Vigilanza sui Lavori Pubblici Determinazione n. 4/2006 del 26 luglio 2006 "Sicurezza nei cantieri temporanei o mobili relativamente agli appalti di lavori pubblici. D.P.R. 222/2003. Art. 131 d.lgs. n. 163 del 12.4.2006";
- [D_53]. Autorità di Vigilanza sui Lavori Pubblici Determinazione n. 5/2007 del 05 maggio 2007 - "Contenzioso in fase di esecuzione: Accordo Bonario";
- [D_54]. DM 37/2008, "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11- quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici";
- [D_55]. Decreto Legislativo 9 aprile 2008 n. 81, "Testo Unico in materia di Salute e Sicurezza delle Lavoratrici e dei Lavoratori";
- [D_56]. Decreto Legislativo 3 agosto 2009, n. 106 "Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008 n° 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".
- [D_57]. Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali – Direzione Generale della Tutela e delle Condizioni di Lavoro – Div. VI – Circolare Prot.. 15/VI/0017549/MA001.A007 del 19/8/2010 "Titolo IV, Capo I - "Misure per la salute e sicurezza nei cantieri temporanei o mobili", del D.Lgs. n.81/08 e s.m.i.- Richiesta di parere in ordine ai costi della sicurezza riguardanti gli "apprestamenti" con particolare riferimento ai "baraccamenti".
- [D_58]. Decreto Legislativo 27 Gennaio 2010 n. 17 (Nuova "Direttiva Macchine");
- [D_59]. DPR 1 agosto 2011, n° 151 – "Regolamento della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi".

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

4 INQUADRAMENTO DEGLI INTERVENTI AI SENSI DEL CAPITOLO 8 NTC2018

Ai sensi del capitolo 8 delle NTC2018 "Costruzioni esistenti", e delle ulteriori indicazioni illustrate nelle relative circolari applicative al paragrafo §C8.8 "Indicazioni aggiuntive relative ai ponti esistenti", gli interventi di **demolizione degli impalcati esistenti** sulla carreggiata PA-CT e la **successiva sostituzione con impalcati del tipo a sezione mista acciaio-clt con schema statico di trave continua**, che prevedono altresì **l'adozione di uno specifico sistema di isolamento** delle strutture di impalcato tramite "isolatori elastomerici" interposti tra impalcati e sottostrutture rappresentano **Interventi di Adeguamento**, secondo quanto esplicitamente illustrato nell'ultimo comma del citato paragrafo della NTC2018.

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

5 PROGETTAZIONE STRADALE

L'intervento ha come oggetto la manutenzione straordinaria di un'opera d'arte non inquadrata in un progetto complessivo e coordinato di adeguamento funzionale o di sicurezza dell'infrastruttura. In quanto tale, non trova applicazione il DM 5.11.2001 e tutti quelli successivamente emanati ai sensi dell'art. 13, comma 1, del D. L.vo 285/92.

Ciò nonostante, il progetto dovrà comunque conservare nella sua impostazione complessiva i principi di coerenza, leggibilità, guida ottica e rispondenza ai modi d'uso e ai comportamenti richiesti su cui si basa una progettazione stradale attenta a migliorare la sicurezza della circolazione.

A tal fine, si sono utilizzati gli strumenti di verifica previsti dall'allegato tecnico al D.M. 5.11.2001 (diagramma delle velocità e diagramma delle visibilità), e si è fatto riferimento, dove possibile, ai requisiti tecnici del medesimo - non come prescrizioni cogenti ma da un punto di vista prestazionale cui tendere - in modo da assicurare il soddisfacimento dei requisiti necessari a garantire la sicurezza della circolazione e ove possibile un generale miglioramento rispetto alla situazione preesistente.

5.1 Inquadramento normativo

La costruzione del "Viadotto **Alfio**" risale ai primi anni 70 quando non esisteva ancora una normativa cogente per la progettazione stradale. Sono, infatti, del 1963 le prime norme tecniche C.N.R. 10005 e 10015, non cogenti, che introducono una classificazione dei tipi di strada, il concetto di velocità di progetto nonché i parametri minimi del tracciato planimetrico e del profilo. Si tratta di standard che oggi, anche in funzione delle accresciute prestazioni del parco circolante, possono ovviamente apparire inadeguati, specialmente per quanto riguarda i raggi di curvatura minimi e l'organizzazione minima di piattaforma.

Solo successivamente, attraverso la emissione delle norme C.N.R. 60/78 e C.N.R. 78/80 si arriva alla emanazione nel 1992 del Nuovo Codice Della Strada (D. Lgs. n.285 del 30/04/1992) con cui viene affidato (art.3) al Ministero dei Lavori Pubblici il compito di emanare le norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade.

Con l'emanazione del D.M. 05/11/2001 -"Norme Funzionali e Geometriche per la costruzione delle Strade"- viene quindi pubblicata la prima norma sulla disciplina della progettazione stradale, a carattere cogente.

A completamento del quadro normativo deve essere infine citato il D.M. 22/04/2004 che, al fine di tenere conto delle difficoltà applicative del D.M. 05/11/2001 agli adeguamenti delle strade esistenti, ha limitato le competenze di tale norma alle sole strade di nuova costruzione (Art.2 e Art.3).

Nelle more della emanazione della suddetta prevista norma specifica nella pratica corrente vengono anche presi a riferimento i contenuti della "Bozza di norma per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti" del 21/03/2006.

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	Relazione Tecnica Generale	

Alla data di redazione del progetto storico del Viadotto **Alfio** gli unici riferimenti normativi stradali disponibili, non cogenti, erano quindi le norme emesse dal C.N.R.

L'elenco delle principali disposizioni legislative e riferimenti considerati nella redazione del progetto stradale di ripristino del Viadotto Alfio è riportato al capitolo 0.

5.2 Caratteristiche geometriche

Per la definizione del progetto stradale si è cercato di ricostruire le principali caratteristiche geometriche della piattaforma stradale anche al fine di poter conseguire con il progetto di rifacimento dell'impalcato, compatibilmente con i forti vincoli imposti dal mantenimento delle sottostrutture, ogni possibile ottimizzazione e miglioramento.

Non è stato possibile reperire la documentazione progettuale storica dell'infrastruttura relativamente alla parte stradale e, per tale ragione, le considerazioni che seguono, limitatamente agli elementi della infrastruttura che rivestono interesse per il progetto, derivano dalla ricostruzione per quanto possibile del tracciato e delle geometrie esistenti effettuata sulla base di rilievi celerimetrici e laser scanner effettuati "ad hoc" e successivamente elaborati mediante software specifici di restituzione e tracciamento stradale.

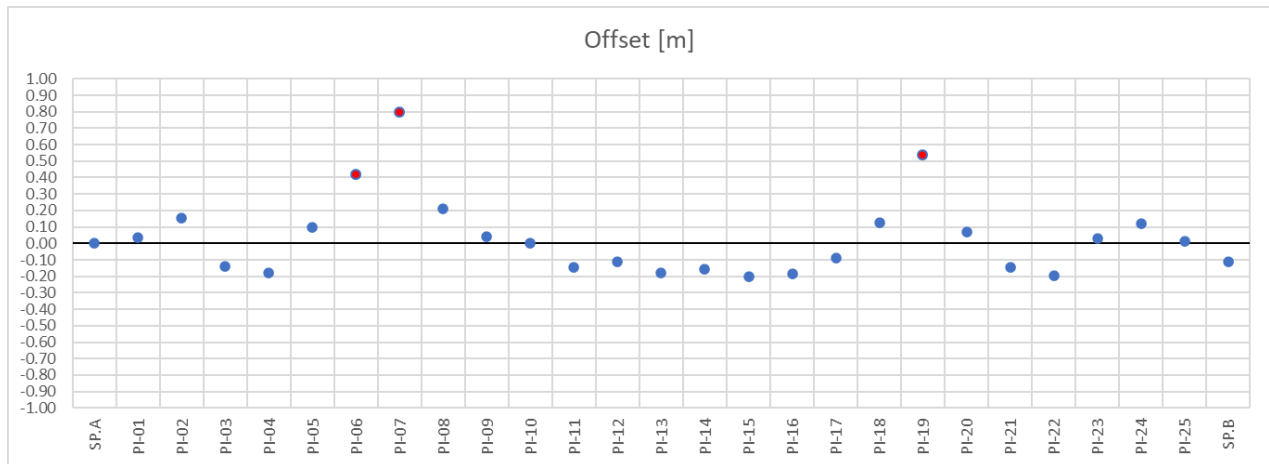
5.2.1 Andamento planimetrico

Prendendo in considerazione l'arco stradale compreso tra le spalle del viadotto e con riferimento all'asse mediano dell'impalcato, si è potuta ricostruire la successione teorica degli elementi geometrici riassunti nei punti successivi.

Indice	Entità	L [m]	PK Iniz.	Radius	A
1	Line	82.5423	-0+100.000		
2.1	Spiral	273.344	0+017.458		815
2.2	Curve	872.986	0+255.886	2430	
2.3	Spiral	395.226	1+128.872		980
3	Line	43.3761	1+524.098		

Il tracciato così descritto è quello che meglio approssima i punti rilevati; le discrepanze tra asse teorico così ricostruito e gli assi delle pile rilevati, diagrammati nella figura sottostante, sono molto contenuti, e per quasi tutte le pile inferiori ai 20cm (si segnalano tre dati anomali in corrispondenza delle pile 6, 7 e 19, dove viene riscontrata una differenza rispettivamente di 41, 79 e 53cm).

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	Relazione Tecnica Generale	



L'andamento planimetrico così definito risponde ai requisiti del D.M.2001. Il Viadotto Alfio si sviluppa per la prima parte in clotoide e per la restante in curva circolare.

5.2.2 Andamento altimetrico

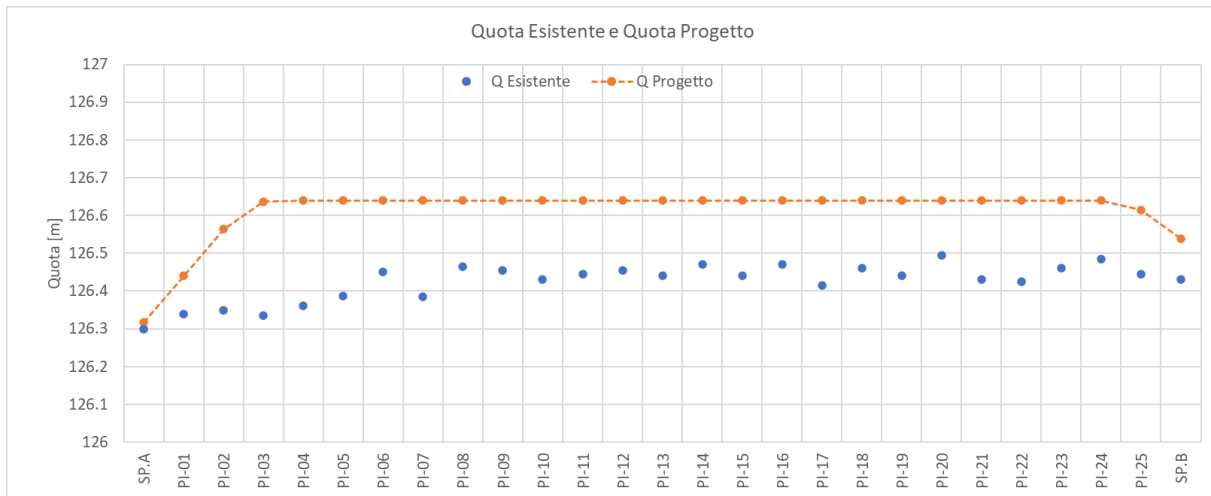
In maniera analoga si è proceduto per ricostruire il profilo altimetrico. Tuttavia, stante la necessità strutturale di prevedere l'idrodemolizione delle piattaforme appoggi sui pulvini e la loro ricostruzione con aggiunta di armatura, si è reso necessario alzare la quota del viadotto di circa 20cm rispetto al piano viario attuale.

La nuova quota viene raccordata ai rilevati di approccio con due brevi tratti di raccordo altimetrico:

Indice	Entità	L [m]	PK Iniz.	PK Fine	i [%]	Di [%]	Raccordo	R
1	Tangent	116.994	-0+050.000	0+066.994	0.37%			
2	Parabola	42.0739	0+066.994	0+109.068		-0.37%	Convesso	11500
3	Tangent	708.216	0+109.068	0+817.284	0.00%			
4	Parabola	66.1474	0+817.284	0+883.431		-0.30%	Convesso	22000
5	Tangent	6.8107	0+883.431	0+890.242	-0.30%			
6	Parabola	39.2796	0+890.242	0+929.521		0.52%	Concavo	-7500
7	Tangent	10.4785	0+929.521	0+940.000	0.22%			

Il grafico seguente mostra le quote rilevate sull'esistente e le nuove quote di progetto. A fronte di una elevazione media di 126,44m dell'esistente, la QP nuova è fissata a 126,64m slm.

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	Relazione Tecnica Generale	



L'andamento altimetrico così definito risponde ai requisiti del D.M.2001 per quanto riguarda pendenze e raggi di curvatura altimetrici. Si segnala per contro che la pendenza longitudinale del viadotto è perfettamente orizzontale (0,0%), inferiore al limite richiesto di 0,30%. Stante quanto illustrato in premessa riguardo al fatto che si sta intervenendo su di un'opera esistente di cui si mantengono le sottostrutture, non risulta possibile modificare tale parametro geometrico.

5.2.3 Sezione trasversale

Per quanto riguarda le sezioni trasversali sul viadotto, si riscontra una dimensione trasversale di piattaforma complessivamente disponibile pari a circa 9,2 m ove sono inserite corsie e banchine di dimensioni non rilevate.

5.2.4 Considerazioni sull'infrastruttura storica

Sulla base dei dati sopra esposti, confrontando l'infrastruttura storica con i requisiti del D.M. 05/11/2001, si presenta una situazione essenzialmente favorevole con alcuni deficit, principalmente:

1. sezioni trasversali non rispondenti alla organizzazione e alle dimensioni minime di piattaforma previste dalla norma attuale.
2. pendenza longitudinale orizzontale lungo l'opera
3. leggero deficit di pendenza trasversale rispetto ai criteri della norma oggi vigente

Non si segnalano altri casi, ed in particolare non si sono riscontrati deficit di visibilità.

5.3 Approccio progettuale

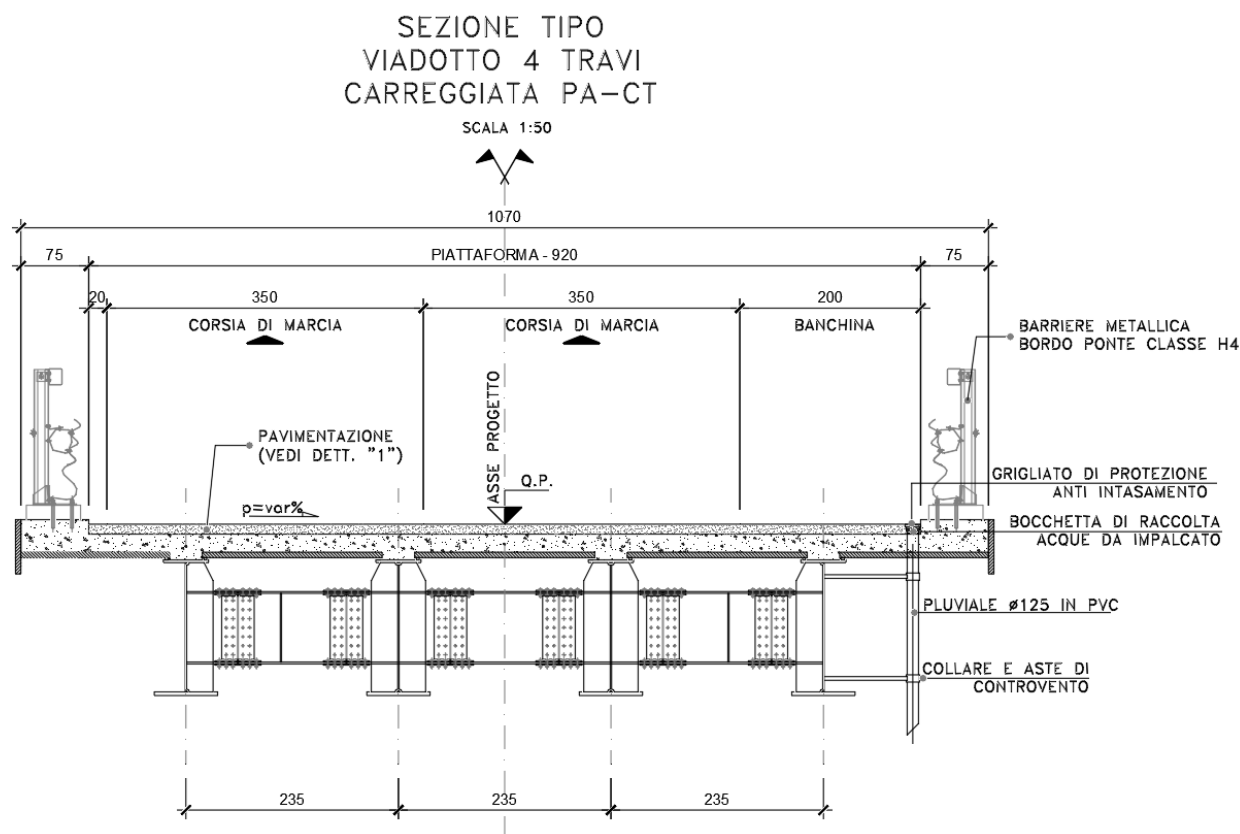
5.3.1 Sezione trasversale

Per quanto riguarda la composizione della sezione trasversale, si è previsto di mantenere quella esistente in virtù di quanto detto in premessa al presente capitolo (l'intervento ha come oggetto una manutenzione straordinaria di un'opera d'arte non inquadrata in un progetto complessivo e coordinato di adeguamento

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	Relazione Tecnica Generale	

funzionale o di sicurezza dell'infrastruttura) e del principio di **uniformità delle soluzioni previste con le caratteristiche dei tratti stradali che precedono e che seguono**.

Si è inoltre seguito l'approccio già seguito per la manutenzione straordinaria della carreggiata opposta PA-CT; pertanto la piattaforma viene organizzata secondo il seguente schema:



Come dettagliato più avanti, tale sezione è in ogni caso compatibile con gli strumenti di verifica previsti (diagramma delle velocità e diagramma delle visibilità) anche in assenza di specifici allargamenti aggiuntivi.

5.3.2 Pendenze trasversali

In considerazione del fatto che l'intervento di risanamento strutturale previsto lo consente senza particolari complicazioni, si è scelto di **adeguare le pendenze trasversali** ai vigenti parametri, al fine di migliorare la sicurezza stradale, sia grazie ad un più efficiente gestione delle acque di piattaforma, sia grazie al miglioramento della stabilità in curva dovuta alle maggiori pendenze trasversali.

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	Relazione Tecnica Generale	

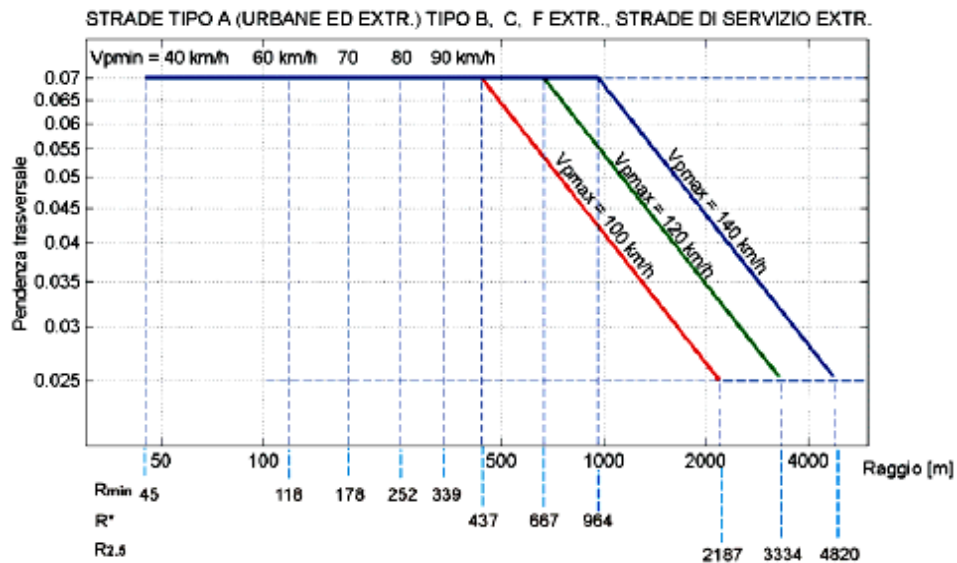


Figura 2. D.M. 05.11.2001 - Abaco per il calcolo delle pendenze trasversali.

In particolare per la curva su cui si sviluppa il viadotto, che oggi presenta pendenza pari a circa il 2,6%, si incrementerà tale pendenza al 3,06%.

In sintesi si avrà la seguente situazione:

Elemento	Pendenza attuale	Pendenza di progetto
Curva 1 (R 2430)	ca. (-)2,6%	3,06%

La rotazione avverrà intorno all'asse di simmetria dell'impalcato. Questo è funzionale a limitare gli innalzamenti/abbassamenti delle travi di estremità in curva, al fine di poter realizzare i nuovi baggioli compatibilmente con le quote dei pulvini esistenti che vengono mantenuti.

5.4 Verifica di sicurezza

5.4.1 Diagramma delle velocità

Le verifiche della corretta progettazione comportano la redazione del diagramma delle velocità per ogni senso di marcia. Esso è la rappresentazione grafica dell'andamento della velocità di progetto in funzione della progressiva dell'asse stradale.

La sezione stradale esistente non è ascrivibile ad alcuna tipologia prevista nel DM 2001; tuttavia le caratteristiche compositive (carreggiate separate) e la dimensione delle corsie e delle banchine si approssimano – per difetto – a quelle della Tipo B, caratterizzata da una $V_{p,max} = 120$ km/h.

Tale valore è in effetti superiore a quello attualmente imposto sulla carreggiata attuale nella zona (limite 100 km/h).

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

Considerato che un limite di 100 km/h equivale ad una $V_p=110$ km/h, l'adozione nel diagramma di una velocità di progetto pari a **$V_p = 120$ km/h** a fini delle verifiche di visibilità è certamente a favore di sicurezza.

5.4.2 Verifiche di visibilità

La visuale libera per l'arresto e la distanza di visibilità per l'arresto sono state calcolate mediante l'ausilio del software di progettazione stradale Civil 3D.

Il diagramma riporta i valori della visuale libera e della distanza di visibilità per l'arresto da cui si evince che il tracciato è verificato anche senza alcun allargamento supplementare.

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	Relazione Tecnica Generale	

6 DATI DI BASE PROGETTAZIONE STRUTTURALE

6.1 Vita Nominale di progetto, Classe d'uso e Periodo di Riferimento dell'opera

6.1.1 Vita Nominale V_N

La vita nominale di progetto V_N di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali. I valori minimi di V_N da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.4.I. (§ 2.4.1 NTC2018). Tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Tabella 6.1 – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

In accordo con la Committenza Anas è stato assunto:

- Vita Nominale di progetto: $V_N = 50$ anni (costruzioni con livelli di prestazione ordinari).

6.1.2 Classi d'Uso

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite (§2.4.2 NTC2018):

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Relativamente alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, delle opere di cui trattasi, vi si attribuisce:

- Classe d'Uso: **IV**;
- Coefficiente d'Uso: $C_U = 2.0$.

6.1.3 Periodo di Riferimento per l'azione sismica

Il periodo di riferimento, impiegato nella valutazione delle azioni sismiche risulta pari a:

- Periodo di Riferimento: $V_R = V_N \times C_U = 50 \times 2.0 = 100$ anni.

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

7 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO, SISMICO E GEOTECNICO

7.1 Ubicazione e morfologia

Il viadotto in esame è localizzato, lungo la A19, a sud-est dell'abitato di Catenanuova, nell'ambito della pianura del Fiume Dittaino affluente, più ad est, del Fiume Simeto (Figura 7.1).

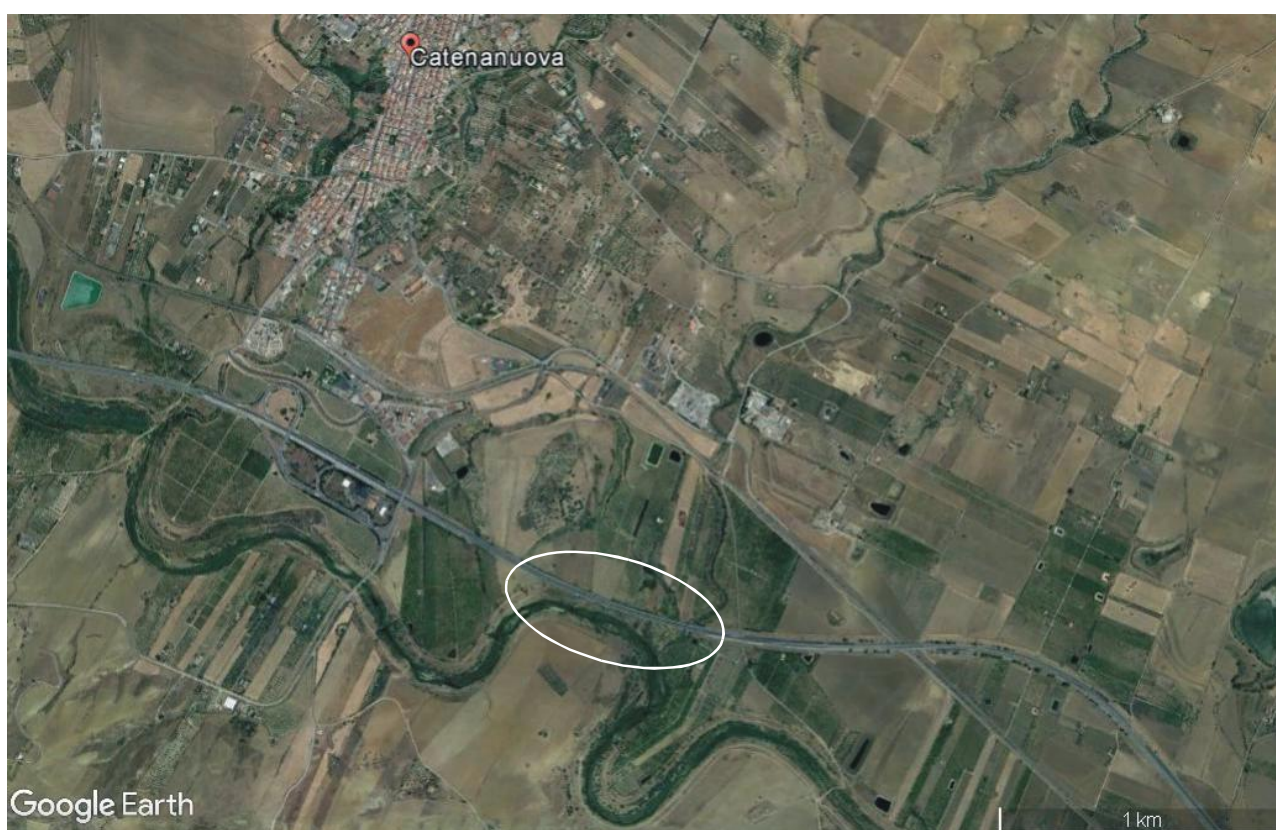


Figura 7.1 - Attraversamento nell'area del Viadotto Alfio

Il viadotto si sviluppa nell'ambito dei Comuni di Catenanuova (tratti ovest ed est del viadotto) e nel comune di Castel di Judica (settore centrale del viadotto).

Il viadotto è più specificatamente localizzato poco a nord di un ampio meandro del Fiume Dittaino, che lungo la valle presenta una successione di meandri più o meno ampi.

La piana valliva presenta localmente una larghezza di circa 700-800 m, con quote intorno 125-126 m slm; i versanti che delimitano a sud ed a nord la valle hanno quote intorno a 140-180 e superiori (Figura 7.2).

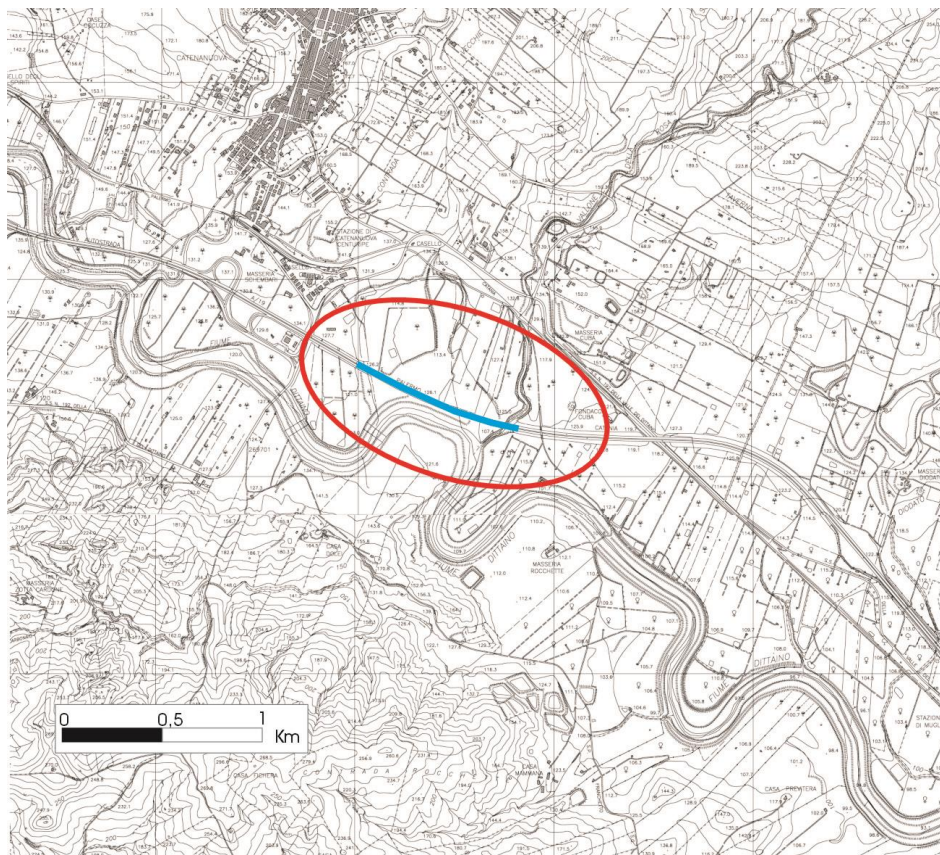


Figura 7.2 - Ubicazione del viadotto (CTR 633010)

Fra la spalla est e la pila 25 è presente un fosso confluyente nel Fiume Dittaino denominato Vallone della Rosa.

Data la morfologia pianeggiante dell'area non ci sono condizioni di dinamiche geomorfiche relative rischi di frana.

Si è esaminata la cartografia di Pericolosità e Rischio geomorfologico dell' Autorità di Bacino della Sicilia che conferma l'assenza di dinamiche geomorfologiche nell'area in esame; alcune zone con frane a rischio medio (P2) sono localizzate nelle aree di versante, a quote che non possono interagire con l'area in studio (Figura 7.3).

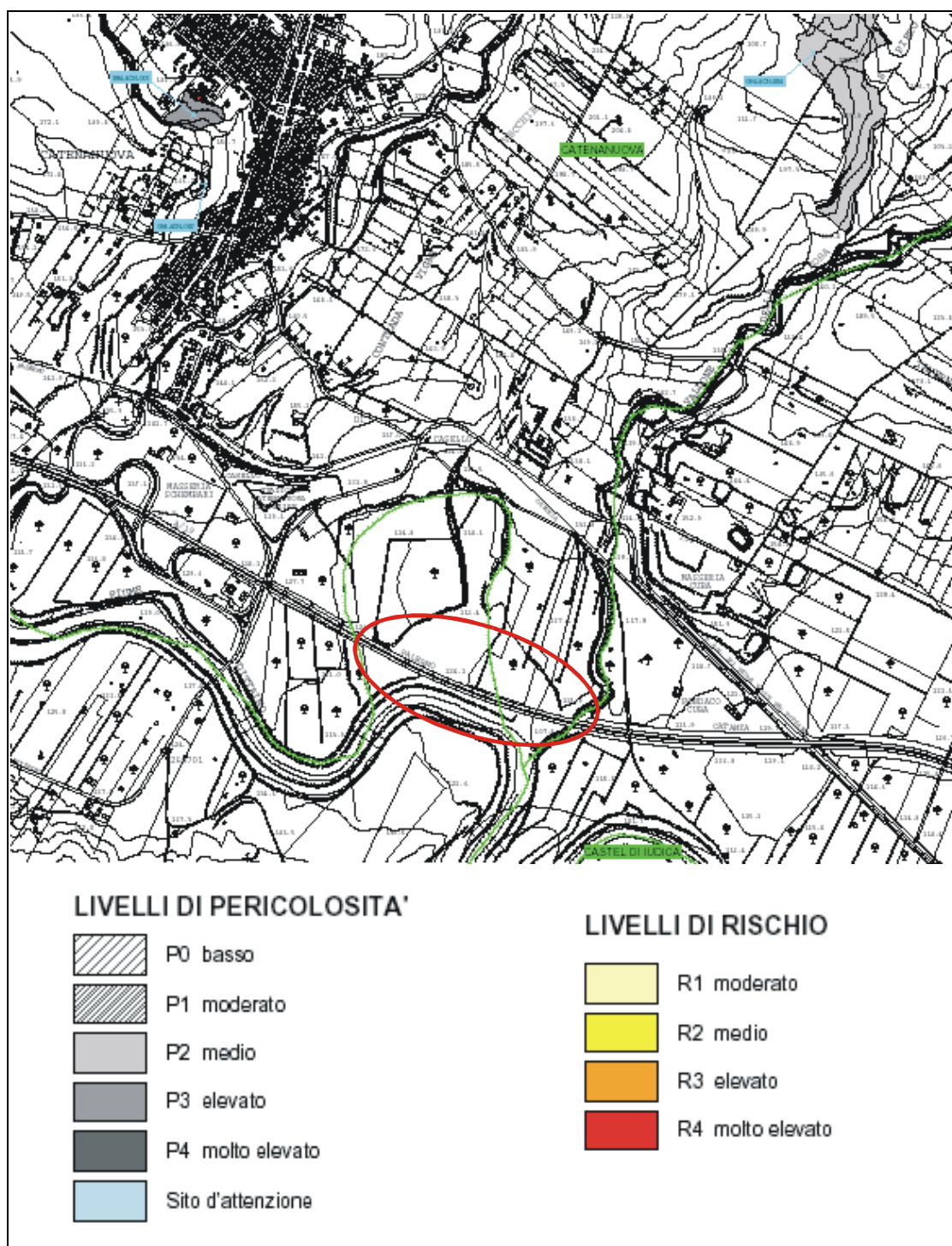


Figura 7.3 - Carta di Pericolosità e Rischio geomorfologico (PAI – TAV. 63010-71)

7.2 Inquadramento geologico

L'area in esame è localizzata Il territorio della Provincia di Enna e presenta una conformazione geologica e strutturale estremamente complessa, determinata da sovrascorrimenti tettonici che, nel corso dell'evoluzione

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	Relazione Tecnica Generale	

geo-tettonica della zona, hanno interessato le unità Sicilidi e le unità della catena Appenninico-Maghrebide riferibili all'Eocene-Oligocene.

La piana del Fiume Dittaino si è formata in base a fenomeni di erosione delle suddette formazioni che affiorano nei versanti a nord ed a sud della piana stessa che è caratterizzata dalla presenza di depositi ghiaioso-sabbiosi di età olocenica-recente.

La Figura 7.4 mostra l'area in esame nel contesto geologico generale con riferimento al foglio CARG n. 633 – Paternò, alla scala 1:50.000.

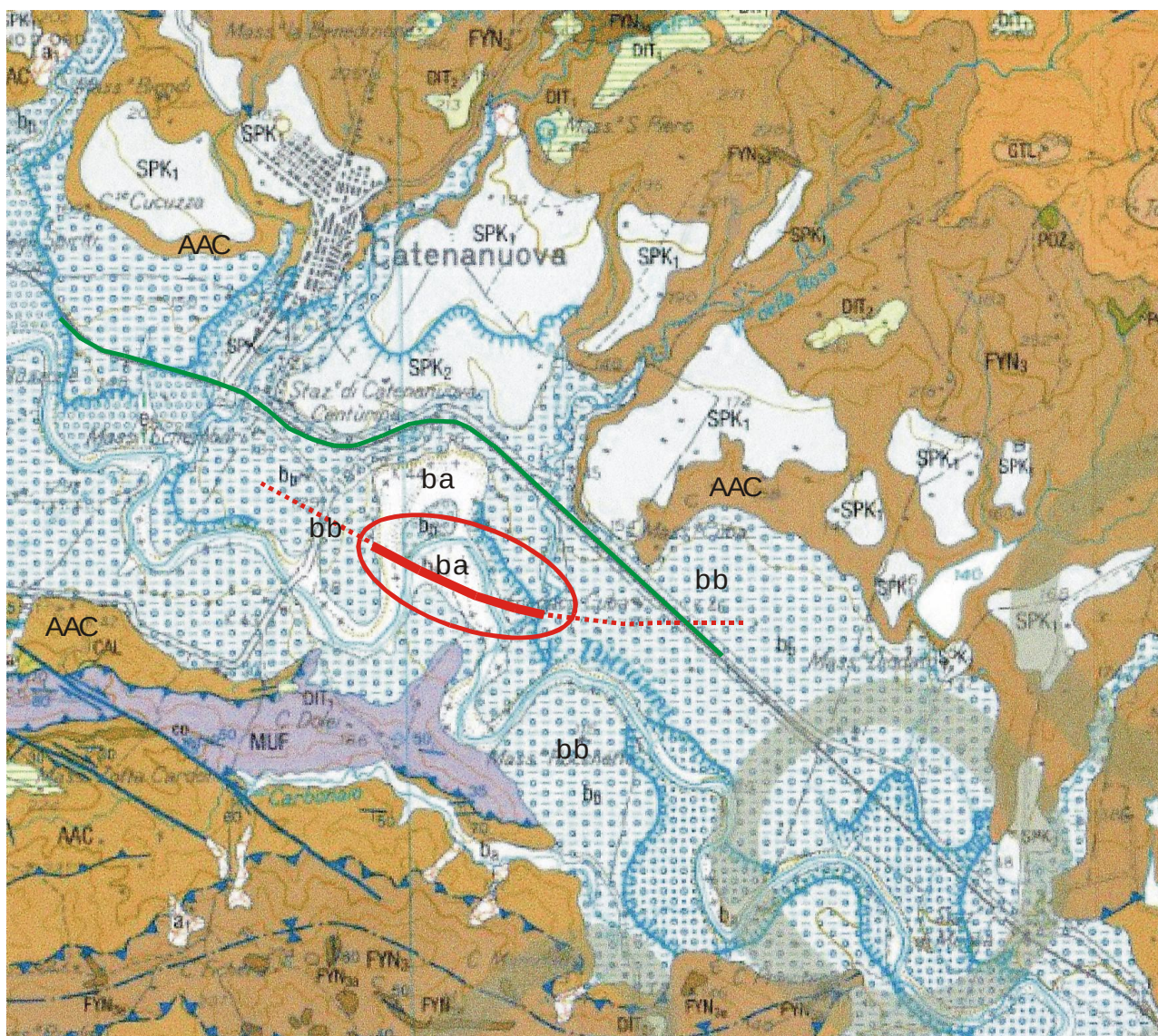


Figura 7.4 - Ubicazione dell'area nel contesto geologico locale

Nella suddetta carta sono rappresentate le seguenti unità stratigrafiche significative per l'area in esame:

DEPOSITI ALLUVIONALI ATTUALI RECENTI (Pleistocene sup.-Olocene)

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	Relazione Tecnica Generale	

- ba – Depositi alluvionali attuali del corso del Fiume Dittaino;
- bb – Depositi alluvionali recenti di piana inondabile;
- SPK1 – Depositi sabbiosi-ghiaiosi terrazzati;

SUBSTRATO DI CATENA – UNITA' SICILIDI E IONDI

- FYNN3 – Depositi flyshoidi con alternanze di argilliti e arenarie (Eocene-Oligocene);
- AAC – Argille e arenarie di Catenanuova (Eocene-Oligocene);
- MUF – Argille Marnose alternate a calcareniti Mesozoico-carnico);

In particolare, il substrato al di sotto delle alluvioni del Fiume Dattaino è costituito dalle Argille e arenarie di Catenanuova (AAC).

Una notazione relativa alla carta Geologica CARG di Figura 7.4 riguarda il fatto che in tale carta non è presente il tratto di autostrada A19 e relativo viadotto Alfio (in questa sede individuato con tratto rosso); l'autostrada A19 è invece cartografata nel settore est del foglio, indicando che nella cartografia di base utilizzata per la carta geologica CARG l'autostrada A19 non era localmente ancora realizzata.

In relazione a tale aspetto è interessante notare che nella suddetta carta geologica, il viadotto Alfio è localizzato in corrispondenza di un ampio meandro che si estendeva più a nord e differente dal meandro attualmente esistente come mostra la cartografia CTR di Figura 7.2.

7.3 Inquadramento idrogeologico

Le alluvioni di fondovalle, che impegnano direttamente il viadotto Alfio, a granulometrie prevalentemente ghiaiose-sabbiose sono caratterizzate da elevata permeabilità, mentre il substrato ed versanti costituiti prevalentemente da litologie argillitico-marnose sono caratterizzate da bassa-nulla permeabilità (Figura 7.5).

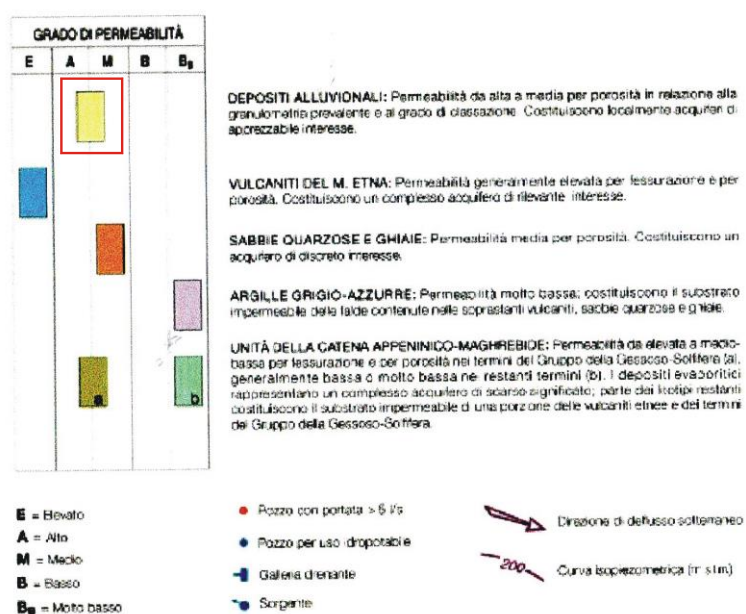
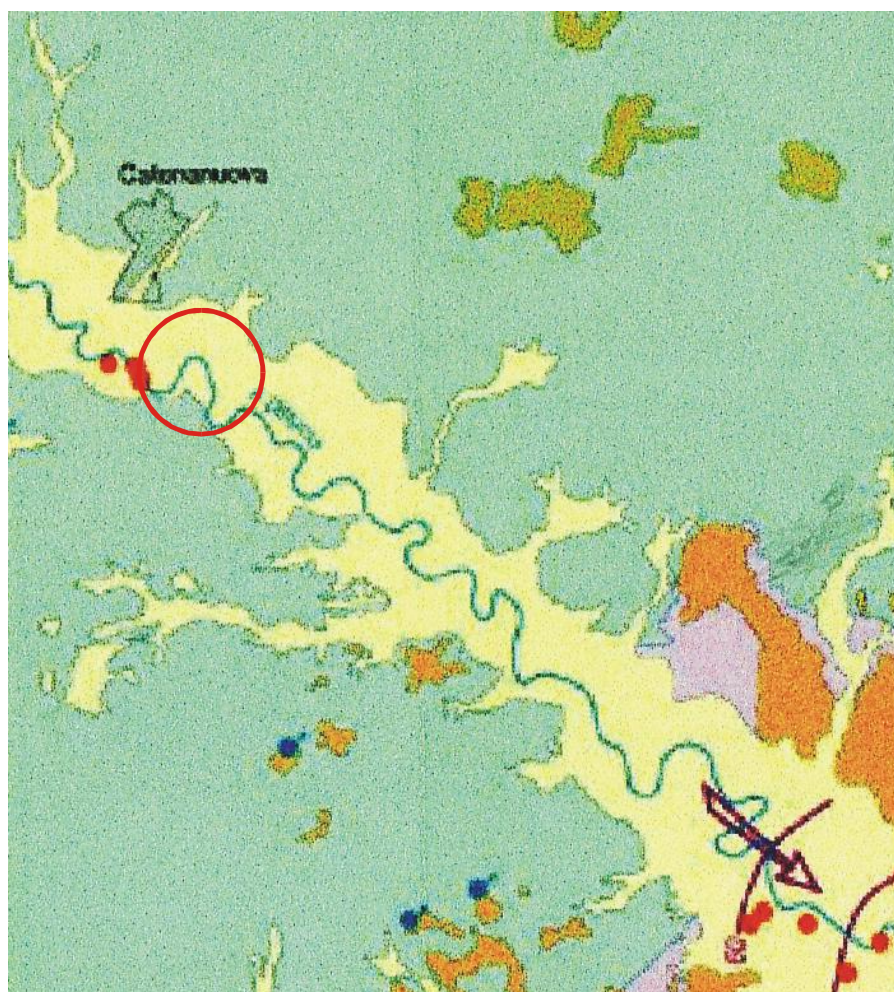


Figura 7.5 – Localizzazione dell'area in studio nel contesto idrogeologico generale.

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	Relazione Tecnica Generale	

Il livello di falda locale lungo il letto del Fiume Dittaino, sostenuto dal substrato argillo-marnoso pressoché impermeabile, individua livelli a circa 4-6 m dal p.c..

Dalla cartografia PAI pericoli e rischio idrogeologico emerge che l'area ove è ubicato il viadotto Alfio è localizzato in un settore con Pericolosità Idraulica Bassa (P1); invece il corso e l'alveo del Fiume Dittaino è caratterizzato da una Pericolosità Moderata e Alta (P2, P3) (Figura 7.6).

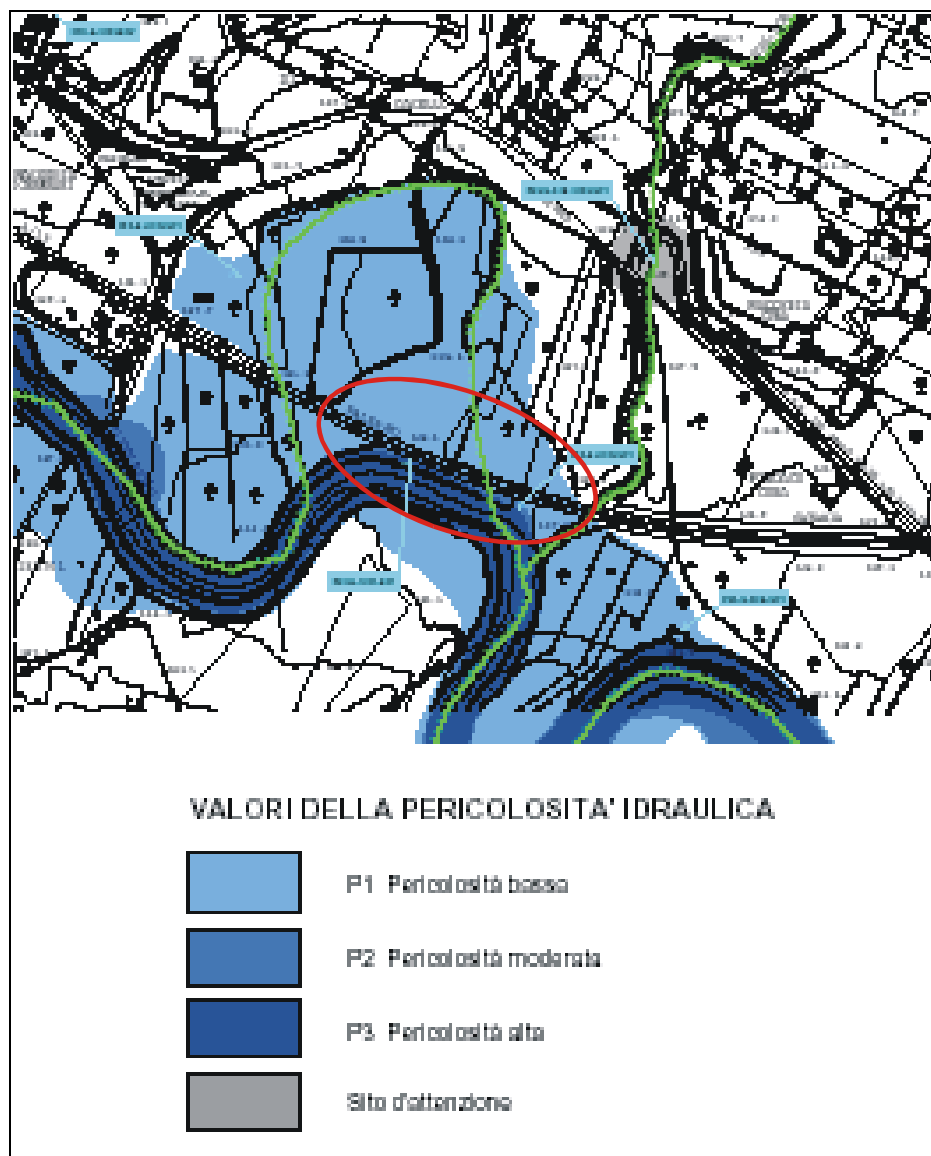


Figura 7.6 - Carta di Pericolosità Idraulica per fenomeni di esondazione (PAI – TAV. 63010-71)

Nella cartografia PAI di Figura 6, sono indicati nell'ambito del corso del Fiume Dittaino coincidente con viadotto, 2 Aree di Attenzione relative ai fenomeni esondativi: 094-E-3CD-E01 e 094-E-4CN-E01.

In tale contesto emerge che l'area potenzialmente esondabile impegna quasi interamente le pile del viadotto Alfio e si estende nei settori a nord del viadotto stesso in zone che coincidono con il paleomeandro indicato nella base cartografica della Carta geologica CARG di Figura 7.4.

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	Relazione Tecnica Generale	

7.4 Indagini geognostiche

Nell'ambito della campagna geognostica eseguita a supporto della progettazione esecutiva, sono state eseguite le seguenti indagini dalla soc. SIDERCEM srl di Caltanissetta.

7.4.1 Sondaggi geognostici

L'indagine geognostica si è sviluppata con l'esecuzione di n.4 sondaggi geognostici a rotazione ed a carotaggio continuo, prelievo di campioni indisturbati, esecuzione di penetrometrie dinamiche SPT ed esecuzione di prove di laboratorio.

La tabella seguente riassume le quantità relative alla suddetta indagine geognostica.

SOND. n.	PROF. (m)	UBICAZIONE	CAMPIONI IND. n.	SPT n.
S1	40	Spalla A	4	2
S2	40	Pila 8	4	3
S3	40	Pila 18	4	2
S4	40	Pila 24	4	3

Tabella 7.1 – Riepilogo sondaggi a carotaggio continuo

I carotaggi sono stati raccolti in cassette catalogatrici opportunamente fotografate.

7.4.2 Indagini geofisiche

Per eseguire valutazioni circa la risposta sismica locale si sono eseguite n. 2 Prove Down Hole nei sondaggi S1 e S4 e n. 4 indagini tipo MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*), come da tabella seguente:

SOND. n.	UBICAZIONE
DH-1 (S1)	Spalla A
DH-2 (S4)	Pila 24
MASW-1	Spalla A
MASW-2	Pila 8
MASW-3	Pila 18
MASW-4	Pila 23-24

Tabella 7.2 – Riepilogo prove DH e MASW

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	Relazione Tecnica Generale	

Le Figura 7 e 8 mostrano l'ubicazione dei sondaggi geognostici e delle prove MASW (da rapporto SIDERCEM).



Figura 7.7 - Ubicazione dei sondaggi geognostici

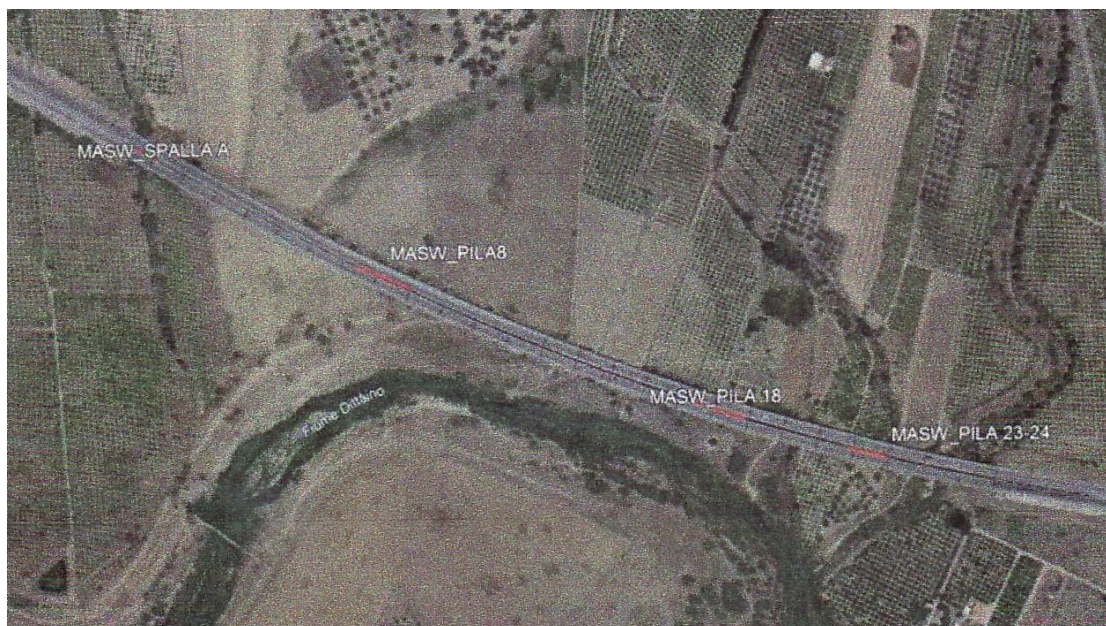


Figura 7.8 - Ubicazione delle prove MASW

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

7.5 Successione stratigrafica

Dalle indagini geognostiche emerge la seguente successione stratigrafica lungo l'asse centrale del Viadotto Alfio:

- **Riporti (R):** In corrispondenza del sondaggio S4 sono stati intercettati terreni di riporto con spessori intorno a 2 metri; dal punto di vista morfologico si ipotizza che tale spessori aumenti fino alla spalla est del viadotto. Granulometricamente sono costituiti da elementi ghiaiosi, arrotondati e angolari, in matrice sabbiosa.
- **Sabbie limose (SL):** Sono rappresentate da depositi alluvionali fluviali di fondovalle del Fiume Dittaino costituite da sabbie limose e limi sabbiosi di colore marrone, con sparsi elementi ghiaiosi. Questa unità, presente dalla pila 17 alla spalla est, è stata intercettata nei sondaggi S3 e S4 con spessori variabili da 4 a 12 metri.
- **Ghiaie sabbiose (GS):** La maggior parte del viadotto impegna depositi alluvionali del Fiume Dittaino con caratteri granulometrici schiettamente ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi. Questa unità, presente dalla spalla ovest alla pila 16, è stata intercettata nei sondaggi S1, S2 e S3 con spessori variabili da 5 a 11 metri.
- **Substrato argilloso-marnoso (AL):** Dai sondaggi geognostici eseguiti lungo l'asse del viadotto, inferiormente alle alluvioni sopra descritte si è intercettato un substrato argilloso-marnoso di colore grigiastro fino alla profondità di circa 40 m dal p.c. Il tetto di questa unità è sostanzialmente suborizzontale ed è caratterizzata da elevati valori di consistenza.

Nel corso delle indagini geognostiche si è rilevato un livello di falda a circa 4-6 m dal p.c.

La Figura 7.9 mostra la Sezione stratigrafica lungo l'asse del Viadotto Alfio.

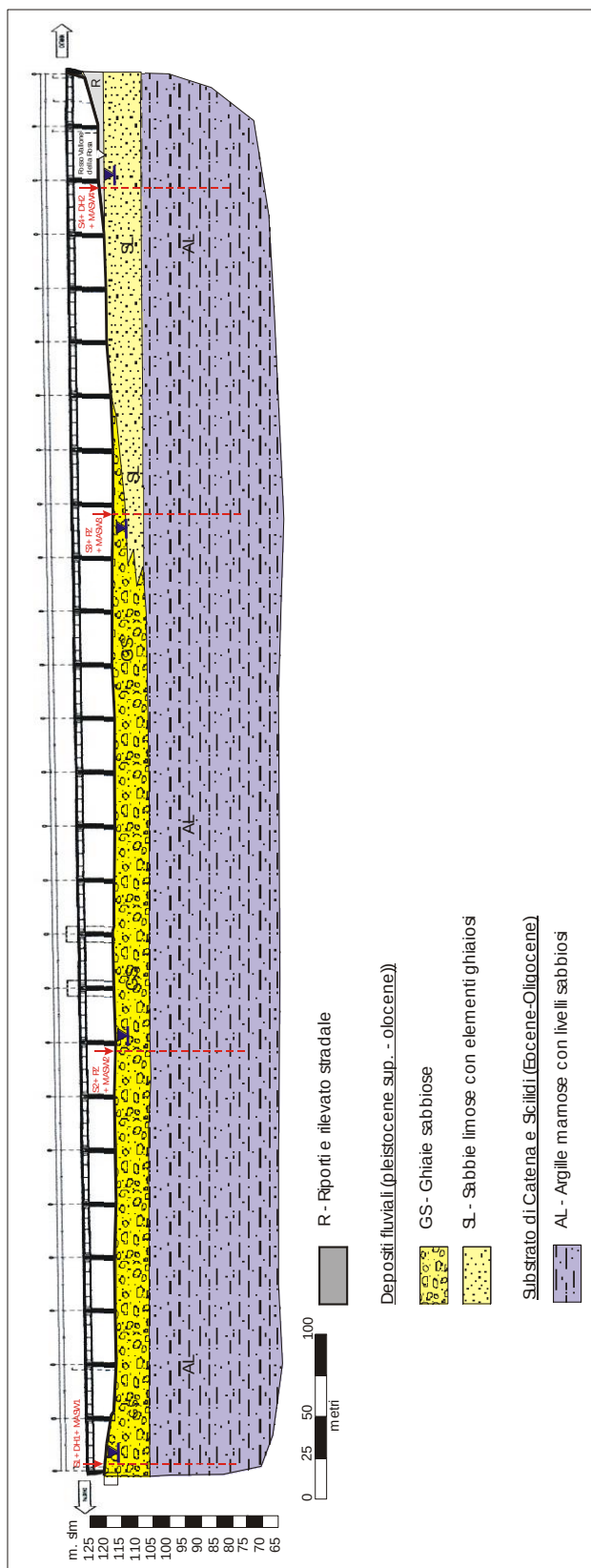


Figura 7.9 – Sezione stratigrafica

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	Relazione Tecnica Generale	

7.6 Sismicità

Nel presente progetto l'analisi della sismicità generale e locale viene sviluppata secondo quanto previsto dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Sicilia n. 408 del 19.12.2003 e successivamente modificata con la D.G.R. n. 81 del 24 febbraio 2022.

7.6.1 Caratteri macrosismici

Come già detto il viadotto si sviluppa nell'ambito dei Comuni di Catenanuova (tratti ovest ed est del viadotto) e nel comune di Castel di Judica (settore centrale del viadotto).

In base all' Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, i comuni di Catenanuova (EN) e di Castel di Judica (CT), in cui è collocato il Viadotto Alfio, appartengono alla Zona Sismica 2; tale classificazione è stata aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Sicilia n. 408 del 19.12.2003 e successivamente modificata con la D.G.R. n. 81 del 24 febbraio 2022.

La tabella seguente mostra i valori di norma dell'**accelerazione orizzontale massima (a_g)** su suolo rigido o pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni.

<i>.Zona sismica</i>	<i>Descrizione</i>	<i>accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [a_g]</i>	<i>accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [a_g]</i>
2	Zona dove possono verificarsi forti terremoti.	$0,15 < a_g \leq 0,25 \text{ g}$	0,25 g

Un'ulteriore verifica dei caratteri macrosismici dell'area può essere ricercata in un lavoro del GNDT (2004) che suddivide l'Italia in Zone Sismogenetiche (ZS9), basate su dati geologico-strutturali, tettonici e della sismicità storica; si fa qui riferimento alla zonazione ZS9 che ha rivisto la precedente edizione ZS4 (1999).

In base a tali dati l'area in esame ricade in corrispondenza di settori esterni a specifiche zone sismogenetiche, ma bordiera alle Zone Sismogenetiche 935 e 936 (Figura 7.10).

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	Relazione Tecnica Generale	

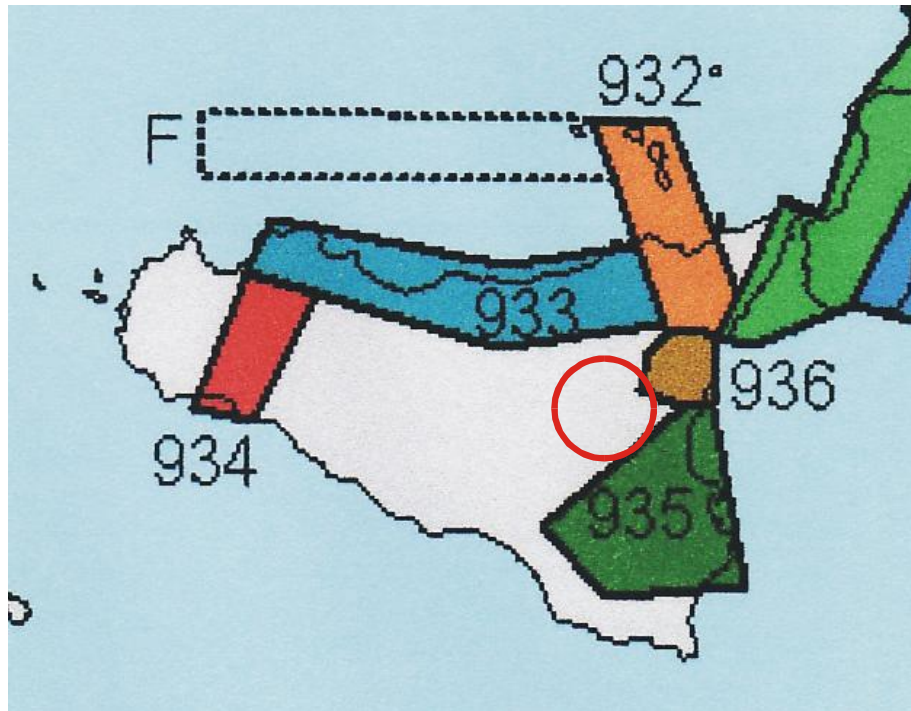


Figura 7.10 – Zonazione sismogenetica ZS9 (INGV, 2004)

La Zona Sismogenetica 935 è legata a meccanismi trascorrenti con una componente estensionale di entità variabile, mentre la zona 936 è relativa alla sismicità di origine vulcanica dell'Etna, come da tabella seguente.

nome ZS	Zona	Tettonica - meccanismo di fagliazione prevalente	Profondità ipocentro - Km	Magnitudo max - Mw	Magnitudo max freq - Mw
Iblei	935	faglia trascorrente	12-20	6,6	4,76
Etna	936	indeterminato	1,5	5,22	4,30

I valori di $M=4,30-4,76$ fanno riferimento ad eventi di massima frequenza, mentre i valore di $M = 5,22-6,6$ fanno riferimento al valore massimo segnalato.

Dalla documentazione relativa a DISS-2 (Database of Seismogenetic Source, INGV, 2001) emerge che l'area in esame è interessata da strutture sismogenetiche areali e lineari legate sia al vulcano Etna che al settore Ibleo (Figura 7.11).

Autostrada A19 “Palermo – Catania” – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	Relazione Tecnica Generale	

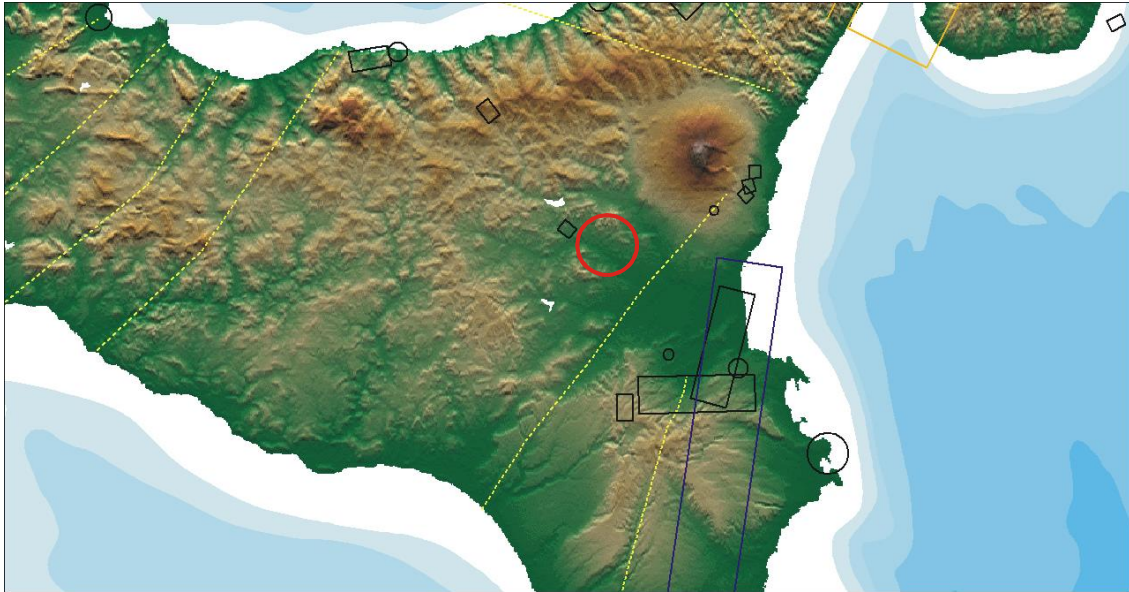


Figura 7.11 - Zone e strutture sismogenetiche (DISS-2, INGV, 2001)

Dalla Banca Dati del Catalogo Parametrico dei terremoti Italiani (CPTI) sono indicati epicentri sismici di media magnitudo nel settore etneo e di maggiore magnitudo nel settore Ibleo (Figura 11).

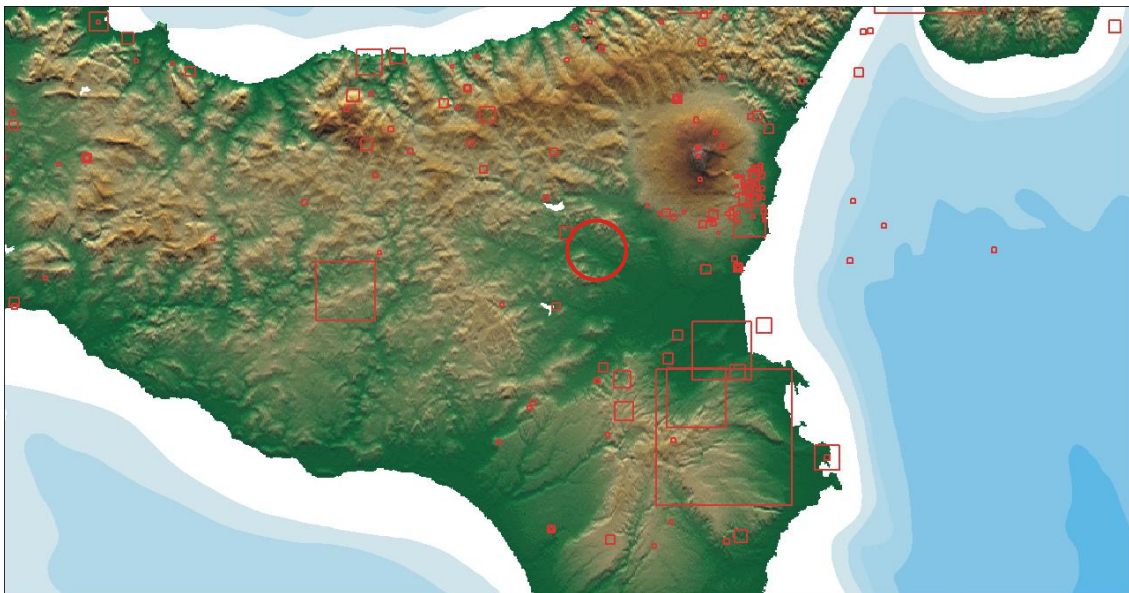
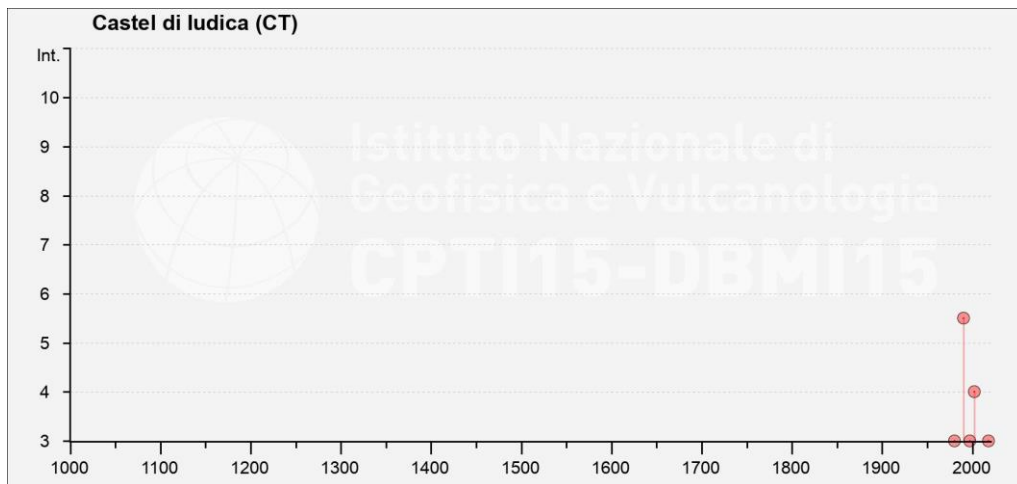


Figura 7.12 - Localizzazione dei sismi storici (Catalogo CPTI, DISS-2, INGV, 2001)

Si mostra qui di seguito in forma tabellare e grafica la storia sismica dei Comuni di Castel di Judica e di Catenanuova con le Intensità Macrosismiche risentite nei comuni (I_s) ed i riferimenti alle Intensità (I_o) e di Magnitudo (M_w) (Catalogo sismico DBM15, INGV).

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		 GRUPPO FS ITALIANE
UP7455	Relazione Tecnica Generale	

File downloaded from CPTI15-DBMI15 v4.0											
Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani - Database Macrosismico Italiano											
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)											
Seismic history of	Castel di Iudica										
PlaceID	IT_67786										
Coordinates (lat, lon)	37.494, 14.650										
Municipality (ISTAT 2015)	Castel di Iudica										
Province	Catania										
Region	Sicilia										
No. of reported earthquakes	13										
Int. at place	N	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	EpicentralArea	DepDef	IoDef	MwDef
NF	2675	1950	7	18	23	52	41	Sicilia nord-orientale		5-6	4,71
3	3256	1980	11	23	18	34	52	Irpinia-Basilicata		10	6,81
5-6	3642	1990	12	13	0	24	25,68	Sicilia sud-orientale	10		5,61
NF	3644	1990	12	16	13	50	28,68	Ionio meridionale	23,2		4,38
NF	3697	1992	9	27	11	55	15,73	Sicilia centro-settentrionale	27		4,16
NF	3739	1994	5	6	19	9	49,28	Sicilia centrale	3,4	5	4,36
3	3842	1997	7	30	16	6	37,4	Monti Iblei	30,3	5	4,45
NF	4060	2001	1	9	2	51	58,31	Etna - Zafferana Etnea	3,4	6	3,73
4	4132	2002	9	6	1	21	27,25	Tirreno meridionale	9,6	6	5,92
NF	4234	2004	5	5	13	39	42,93	Isole Eolie	228,6		5,42
NF	4257	2004	12	30	4	4	50,26	Monti Iblei	15,1	4	3,82
NF	4284	2005	11	21	10	57	40,23	Sicilia centrale	63,2		4,56
3	4793	2018	10	6	0	34	19	Etna - Versante sud-occidentale	6	7-8	4,72

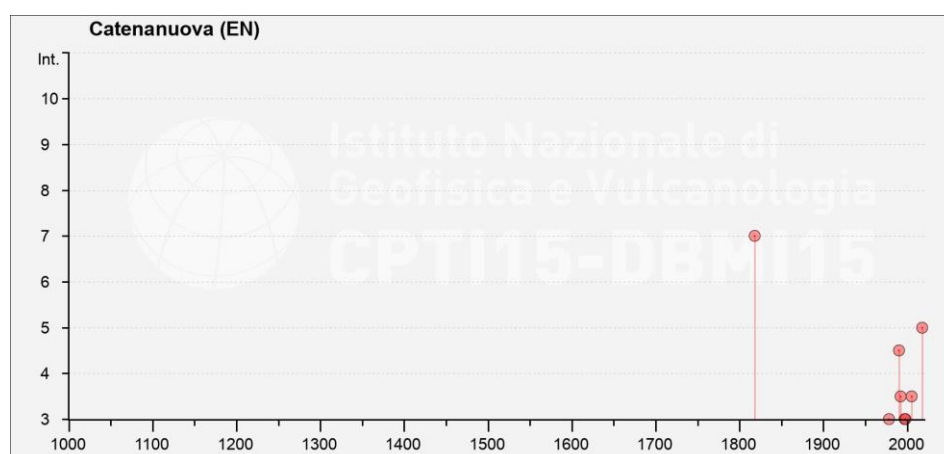


Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	Relazione Tecnica Generale	

File downloaded from CPTI15-DBMI15 v4.0
Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani - Database Macrosismico Italiano
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)

Seismic history of Catenanuova
 PlaceID IT_67661
 Coordinates (lat, lon) 37.569, 14.691
 Municipality (ISTAT 2015) Catenanuova
 Province Enna
 Region Sicilia
 No. of reported earthquakes 14

Int. at place	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	EpicentralArea	DepDef	IoDef	MwDef
7	1818	2	20	18	15		Catanese		9-10	6,28
3	1978	4	15	23	33	48,15	Golfo di Patti	17,9	8	6,03
4-5	1990	12	13	0	24	25,68	Sicilia sud-orientale	10		5,61
NF	1990	12	16	13	50	28,68	Ionio meridionale	23,2		4,38
3-4	1992	9	27	11	55	15,73	Sicilia centro-settentrionale	27		4,16
3	1997	7	30	16	6	37,4	Monti Iblei	30,3	5	4,45
3	1998	1	10	8	45	18	Etna - Versante sud-occidentale	7,1	6-7	3,96
NF	1999	8	5	14	57	38,4	Etna - Versante sud-occidentale		6	4
NF	2001	4	22	13	56	34,32	Etna - Versante occidentale	7,8	6	4,19
NF	2001	7	13	3	15	31	Etna - Versante meridionale	-0,7	6-7	4
NF	2004	5	5	13	39	42,93	Isole Eolie	228,6		5,42
3-4	2005	11	21	10	57	40,23	Sicilia centrale	63,2		4,56
NF	2009	11	8	6	51	16,41	Monti Nebrodi	7,6	5	4,52
5	2018	10	6	0	34	19	Etna - Versante sud-occidentale	6	7-8	4,72



Nei 2 comuni in esame si sono risentiti sismici intorno a $I_s = 4-5$ con riferimento a epicentri di origine etnea e Iblea.

Al momento della redazione del presente rapporto risulta che gli studi di Microzonazione Sismica per i comune di Catenanuova e di Castel di Judica risultano in fase di progettazione.

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	Relazione Tecnica Generale	

7.6.2 Sismicità locale

In questa sede le condizioni sismiche locali sono verificate secondo quanto previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) emanato il 17/1/2018, che prevede sostanzialmente l'individuazione dei seguenti elementi relativi alla risposta sismica locale:

- Valutazione dei parametri sismici ($a(g)$, F_0 , TC^*) su suolo rigido;
- Valutazione del fattore di amplificazione stratigrafico (S_s);
- Valutazione del fattore di amplificazione topografico (S_T);
- Valutazione del rischio di liquefazione dei terreni.

A) Parametri sismici ($a(g)$, F_0 , TC^*) su suolo rigido – Categoria di Sottosuolo A

Il Nuovo Testo Unico delle Costruzioni (NTC-2018) impone che l'accelerazione orizzontale massima ($a(g)$) e gli altri parametri che permettono di definire lo spettro di risposta (F_0 , TC^*) siano definiti in base a diversi Tempi di Ritorno (TR) del sisma legato a diverse probabilità di superamento (PVR%).

Tali parametri saranno definiti nell'ambito degli elaborati progettuali.

B) Amplificazione Stratigrafica

Per la valutazione dell'amplificazione stratigrafica le nuove norme sismiche suddividono i diversi terreni in 5 Categorie di Sottosuolo, in relazione alla risposta sismica locale, come qui di seguito riportato:

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	Relazione Tecnica Generale	

	per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.
--	--

Le indagini geofisiche non hanno evidenziato la presenza di bed-rock rigido con $V_s > 800$ m/sec entro i primi 30 m da p.c. e pertanto si valuta il valore V_{s-30} .

La Figura 12 mostra l'andamento dei valori di V_s misurati nelle prove DOWN-HOLE e MASW.

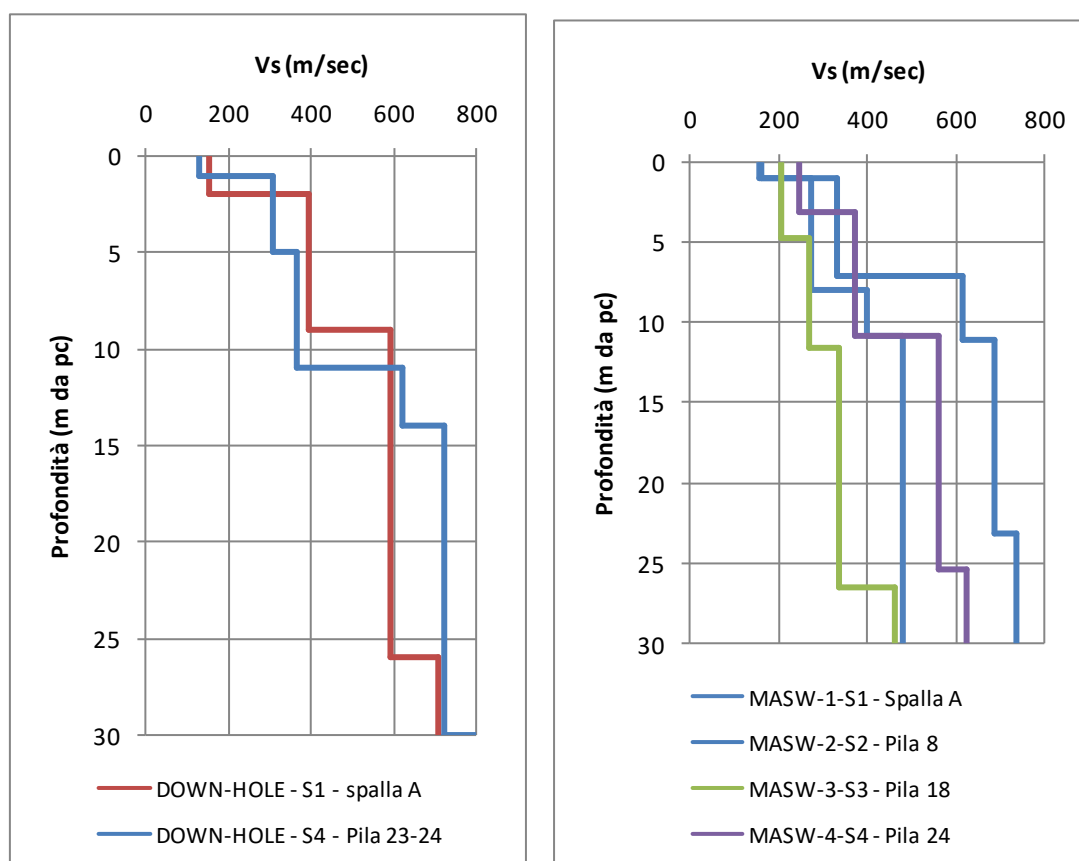


Figura 7.13 - Andamento dei valori di V_s (prove DOWN-HOLE e MASW)

Dagli andamenti dei valori di V_s sono risultati Valori di $V_{s30} = 379-519$ m/sec, a cui corrisponde una **Categoria di Sottosuolo B**.

Soltanto una prova MASW (MASW 3 – Pila 18) ha dato un valore di V_{s30} inferiore ($V_s = 298$) a cui corrisponde una **Categoria di Sottosuolo C**; dall'analisi dei dati stratigrafici e geotecnici non emergono situazioni significative per valutare tale ultimo risultato che si differenzia dalle altre prove geofisiche (l'unico elemento da sottolineare è che la prova MASW 3 è stata eseguita in corrispondenza del passaggio eteropico fra litologie ghiaiose-sabbiose e litologie sabbiose-limose).

C) Amplificazione Topografica

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	Relazione Tecnica Generale	

In base alla situazione topografica le norme vigenti individuano 4 condizioni con relativi valori del Coefficiente di Amplificazione Topografica S_T :

CATEGORIA TOPOGRAFICA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA	COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA - S_T
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi con inclinazione media $i < 15^\circ$	1,0
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	1,2
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione $15^\circ < i < 30^\circ$	1,2
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione $i > 30^\circ$	1,4

L'area ove è localizzato il viadotto Alfio è costituita dalla piana valliva del Fiume Dittaino e pertanto con morfologie pianeggianti.

In tale contesto si individua una Categoria Topografica T1, con **Coefficiente di Amplificazione Topografica $S_T = 1,0$** .

7.6.3 Liquefazione dei terreni

Problematiche relative al rischio di liquefazione dei terreni sono possibili in presenza di strati sabbiosi fini, in falda ed a profondità inferiori a 15-20 m dal p.c..

Nelle norme NTC-2018 si afferma che la probabilità che nei terreni sabbiosi si verifichino fenomeni di liquefazione è bassa o nulla se si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di $0,1g$;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	Relazione Tecnica Generale	

4. distribuzione granulometrica esterna ai fusi di potenziale liquefacibilità, con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ o $U_c > 3,5$.

Quando la condizione 1 non risulti soddisfatta, le indagini geotecniche devono essere finalizzate almeno alla determinazione dei parametri necessari per la verifica delle condizioni 2, 3 e 4.

Dal punto di vista litologico l'unità potenzialmente suscettibile di liquefazione è rappresentata dalle sabbie limose (SL) presenti fra la pila 16 e la spalla est, con spessori variabili da 5 a 1 m, sovrapposta al substrato argilloso molto consistente.

Con riferimento al punto 3) i valori di resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60}$ sono < 30 .

Con riferimento al punto 4) è disponibile una granulometria riferita ad un campione prelevato nel sondaggio S4 alla profondità di 8,5 m dal p.c., che risulta esterno del fuso di potenziale liquefacibilità (Figura 7.14).

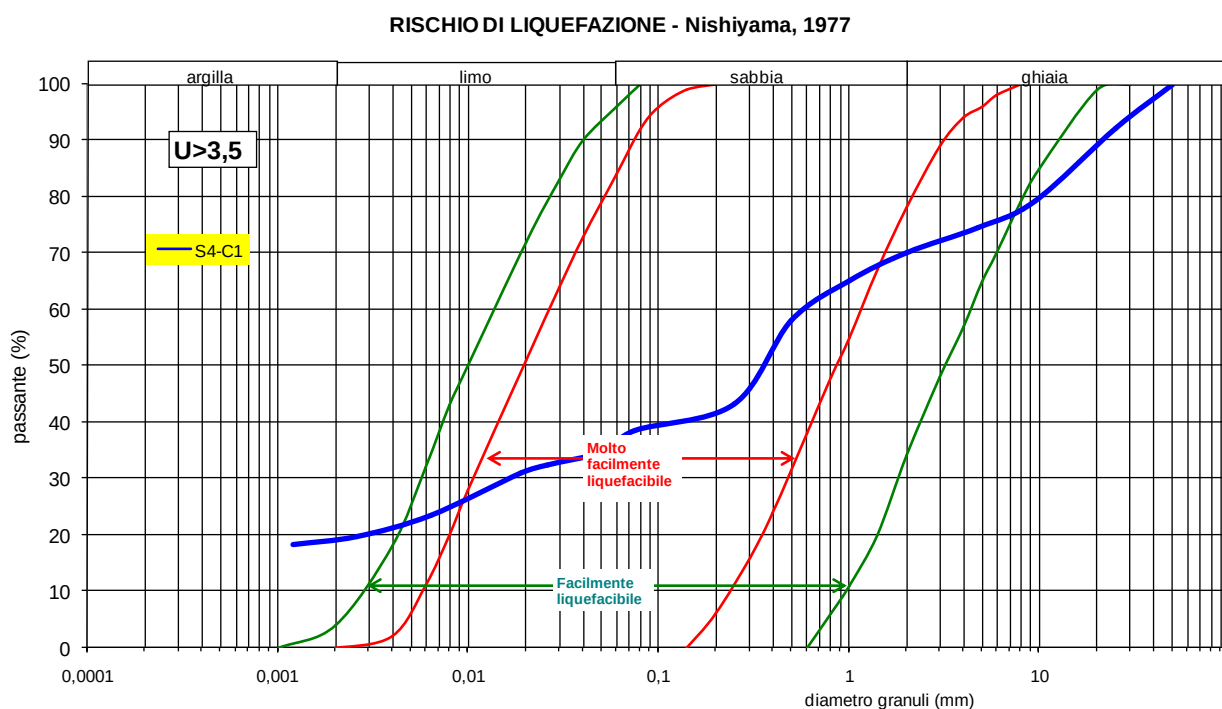


Figura 7.14 - Fuso di potenziale liquefacibilità

In tale contesto non sussistono pertanto condizioni litologiche e granulometriche che possano far prefigurare potenziali rischi di liquefazione dei terreni.

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	Relazione Tecnica Generale	

7.7 Caratteristiche geotecniche dei terreni

La caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione del viadotto è illustrata nella Relazione Geotecnica Generale.

Di seguito si illustrano i parametri caratteristici di ciascuna unità individuata:

Riporti (R):

In corrispondenza del sondaggio S4 sono stati intercettati terreni di riporto con spessori intorno a 2 metri; dal punto di vista morfologico si ipotizza che tale spessori aumenti fino alla spalla est del viadotto. Granulometricamente sono costituite da elementi ghiaiosi, arrotondati e angolari, in matrice sabbiosa. In questa unità, presente localmente soltanto fra la pila 24 e la spalla est, non sono state eseguite prove penetrometriche.

Su base descrittiva e della documentazione fotografica si stimano i seguenti parametri fisico-meccanici:

Peso di Volume - γ (kN/m ³)	17-18
Angolo di attrito - ϕ' (°)	33-35
Coesione drenata - C' (kPa)	0
Modulo Elastico - E' (MPa)	15-20

Tabella 7.3 – Parametri geotecnici Riporti (R)

Il comportamento geomeccanico è frizionale con elevata deformabilità.

Sabbie limose (SL)

In questa unità sono stati eseguite n. 3 penetrometrie dinamiche SPT, entro i primi 8-9 metri di profondità, con valori di $N_{spt} = 14-15$ colpi/30cm, da cui si stimano i seguenti parametri:

- Densità Relativa – $D_r = 35-50\%$
- Angolo di Attrito – $\phi = 31-33^\circ$
- Modulo Elastico – $E' = 25-33$ MPa

Dalle prove di laboratorio che hanno interessato 1 campione prelevato a circa 8,5 m dal p.c., risultano litologie limo-sabbiose (50%), con argilla al 18% e ghiaia intorno al 25-30%

Le prove di laboratorio hanno evidenziato i seguenti parametri fisici:

- peso di volume: $\gamma_n = 20,42$ kN/m³,
- Limite Liquido: $LL = 33,6$ %,
- Indice Plastico: $IP = 14,6$,
- Indice di Consistenza: $I_c = 1,3$.

La prova di taglio diretto a lungo termine ha evidenziato un angolo di attrito $\phi' = 25,5^\circ$ e $C' = 16,8$ kPa.

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	Relazione Tecnica Generale	

Sulla base delle suddette indagini si valutano i seguenti parametri geotecnici cautelativi:

Peso di Volume - γ (kN/m ³)	19-20
Densità relativa – Dr (%)	30-50
Angolo di attrito - ϕ' (°)	25-30
Coesione drenata – C' (kPa)	0-10
Modulo Elastico – E' (MPa)	20-30

Tabella 7.4 – Parametri geotecnici Sabbie Limose (SL)

Il comportamento geomeccanico è tendenzialmente frizionale con locale apporto di resistenza coesiva e media deformabilità. Qualora si faccia riferimento ad un modello puramente attritivo i valori degli angoli di attrito stimate da prove SPT possono essere ritenuti rappresentativi per questa unità.

Ghiaie sabbiose (GS)

In questa unità sono stati eseguite n. 3 penetrometrie dinamiche SPT, entro i primi 10 metri di profondità, con valori di $N_{spt} = 19-53$ colpi/30cm, da cui si stimano i seguenti parametri:

- Densità Relativa – Dr = 50-80%
- Angolo di Attrito – $\phi = 33-36^\circ$
- Modulo Elastico – E' = 40-60 MPa

Date le granulometrie essenzialmente ghiaiose non sono stati prelevati campioni indisturbati.

Sulla base delle suddette indagini si valutano i seguenti parametri geotecnici cautelativi

Peso di Volume - γ (kN/m ³)	19-20
Densità relativa – Dr (%)	50-80
Angolo di attrito - ϕ' (°)	33-36
Coesione drenata – C' (kPa)	0
Modulo Elastico – E' (MPa)	40-60

Tabella 7.5 – Parametri geotecnici Ghiaie Sabbiose (GS)

Il comportamento geomeccanico è decisamente frizionale con medio-bassa deformabilità

Substrato argilloso-marnoso (AL)

Dai sondaggi geognostici eseguiti lungo l'asse del viadotto, inferiormente alle alluvioni sopra descritte si è intercettato un substrato argilloso-marnoso di colore grigiastro fino alla profondità di circa 40 m dal p.c.

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	Relazione Tecnica Generale	

Il tetto di questa unità è sostanzialmente suborizzontale ed è caratterizzata da elevati valori di consistenza. Una prima valutazione geotecnica di questa unità viene sviluppata sulla base dei valori di coesione non drenata C_u valutata sulle carote appena estratte con penetrometro tascabile; risultano valori di C_u da 170-180 kPa fino a valori maggiori di 300 kPa

In questa unità sono state eseguite n. 3 penetrometrie dinamiche SPT, fra le profondità di 10 e 15 m dal p.c., con valori di $N_{spt} = 71-100$ colpi/30cm, da cui si stimano i seguenti parametri:

- Coesione non drenata – $C_u = 500-700$ kPa
- Modulo Edometrico – $E_{ed} = 40-90$ MPa

Dai campioni prelevati risultano litologie decisamente limo-argillose (90%), con sabbia trascurabile (10%)

Le prove di laboratorio hanno evidenziato i seguenti parametri fisici:

- peso di volume $\gamma_n = 18,5-21,5$ kN/m³,
- Limite Liquido LL = 31-47 %,
- Indice Plastico IP = 12-26,
- Indice di Consistenza $I_c = 1,0-2,0$.

In questa unità sono state eseguite anche prove geomeccaniche con taglio diretto, da cui emerge una resistenza al taglio a lungo termine con $\varphi' = 19-25^\circ$ e $C' = 20-50$ kPa (in 2 campioni, non rappresentativi, sono stati rilevati valori dell'angolo di attrito superiori per la presenza di livelli sabbiosi).

Una prova triassiale UU ha evidenziato parametri a breve termine con $C_u = 125$ kPa.

In base ai risultati di laboratorio ed in sito si stimano i seguenti parametri geotecnici del substrato argillitico-marnoso:

Peso di Volume - γ (kN/m ³)	20-21
Angolo di attrito - φ' (°)	20-25
Coesione drenata – C' (kPa)	30-50
Coesione non drenata – C_u (kPa)	300-600
Modulo Edometrico – E_{ed} (MPa)	50-70

Tabella 7.6 – Parametri geotecnici substrato argilloso-marnoso (AL)

Il comportamento geomeccanico è decisamente coesivo, con elevata consistenza e bassa deformabilità.

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

8 INTERVENTI PREVISTI IN PROGETTO

8.1 Demolizioni

Preliminarmente alle operazioni di demolizione delle strutture di impalcato, saranno asportate tutti le finiture esistenti ed in particolare:

- Barriere di sicurezza stradali;
- Pavimentazione in conglomerato bituminoso;
- Giunti di dilatazione alle estremità di ciascuna campata;
- Canaletta in VTR ancorata al cordolo lato interno dell'impalcato (vedi figura seguente).



Figura 8.1. Canaletta in VTR ancorata al cordolo lato interno per l'intero sviluppo del viadotto (vista dal basso)

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	Relazione Tecnica Generale	

Successivamente si effettueranno le operazioni di demolizione integrale degli impalcati con travi in c.a.p. e soletta di collegamento tra le travi.

Le tecniche di demolizione da utilizzare dipendono essenzialmente dalle altezze da piano di campagna delle strutture da demolire e dall'esigenza di limitare in ogni fase di lavoro i disturbi prodotti dall'intervento di demolizione nell'ambiente circostante.

Nel caso in esame, gli impalcati oggetto di demolizione sono caratterizzati da altezze dal piano di campagna limitate a circa 13 m, misurate dal piano viario, e il sedime sottostante i viadotti è pianeggiante e facilmente accessibile.

Tenuto conto della prossimità al F. Dittaino, al fine di limitare al massimo la produzione di polveri, è stato previsto che la demolizione delle strutture di impalcato avvenga per:

1. **"decostruzione";**
2. **smontaggio con impiego di autogrù;**
3. **trasporto delle parti "isolate" all'area di deposito temporaneo, destinata alla demolizione meccanica, ubicata a debita distanza dal Fiume.**

Relativamente a ciascuna campata di impalcato, come prima operazione si procederà alla separazione quasi completa delle 4 travi mediante taglio della soletta in direzione parallela all'asse delle travi, avendo cura di vincolare opportunamente le travi "isolate" dai tagli, in corrispondenza delle estremità per scongiurare ogni possibile cinematismo.

Una volta operata la separazione delle singole travi comprensive della porzione di soletta afferente, si procederà allo svaro a terra mediante impiego di n.2 autogrù disposte in prossimità delle estremità della campata.

Successivamente, nelle aree tecniche predisposte in adiacenza alla carreggiata oggetto di intervento, si procederà ad una ulteriore "riduzione" mediante impiego di mezzi meccanici al fine di ottenere porzioni di peso e lunghezza idonei ad essere trasportati mediante mezzi gommati alle aree destinate alla demolizione selettiva.

La demolizione selettiva meccanica avverrà con martello demolitore, pinza idraulica e/o cesoie oleodinamiche montate su mezzi meccanici; sarà effettuata la separazione delle paramture lente e di precompresione che saranno successivamente inviati a impianti di riciclaggio.

La scelta della frantumazione primaria a terra con pinza idraulica è legata essenzialmente ai vantaggi che presenta sia in termini di impatto con l'ambiente circostante, sia in termini di riduzione dei rischi.

8.2 Risanamento corticale e consolidamento dei pulvini

A valle delle demolizioni delle strutture di impalcato, si darà corso alle operazioni di risamento corticale e consolidamento dei pulvini e, successivamente, alla costruzione dei nuovi baggioli per l'appoggio delle nuove strutture di impalcato.

Preliminarmente, si provvederà alla completa demolizione dei "gradini", attualmente presenti all'estradosso dei pulvini, che costituiscono i piani di appoggio delle travi esistenti. La demolizione meccanica, effettuata in

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	Relazione Tecnica Generale	

modo da arrecare il minor disturbo possibile alle strutture esistenti, sarà condotta fino al piano orizzontale di estradosso dei pulvini. Nel corso della demolizione saranno tagliate tutte le armature dei gradini e di collegamento verticale con i pulvini.

Successivamente, si provvederà alla **completa idrodemolizione dei calcestruzzi corticali dei pulvini**, eseguita per l'intera superficie degli stessi, per uno spessore medio pari a **4** cm.

Gli interventi di ripristino, differenziati in relazione alle superfici su cui si interviene, prevedono l'impiego di malte tissotropiche sulle superfici verticali e orizzontali sopratesta e di malte o betoncini reoplastici colabili sulle superfici orizzontali superiori.

Le modalità di intervento e le caratteristiche dei materiali sono specificati negli elaborati di progetto dedicati e nella relazione tecnica illustrativa sui risanamenti corticali, doc. T00VI01STRRE07.

Al termine dei ripristini, tutte le superfici di cls esposte all'azione degli agenti atmosferici saranno trattate con malte protettive secondo le prescrizioni riportate in progetto.

8.3 Intervento di realizzazione di nuovi baggioli in c.a.

La realizzazione dei nuovi baggioli permetterà di posizionare agli apparecchi di appoggio e successivamente le travi di impalcato nelle posizioni previste dal profilo longitudinale di progetto.

La realizzazione dei baggioli prevede il preliminare inghisaggio di barre in acciaio B450C in testa ai pulvini per il trasferimento delle azioni orizzontali alle sottostrutture.

L'inghisaggio avverrà con ancorante chimico tipo Hilti HIT-RE-500 V3.

L'inghisaggio delle barre di collegamento avverrà al termine delle operazioni di demolizione e bonifica delle superfici dei pulvini, prima di procedere ai ripristini strutturali.

8.4 Realizzazione dei nuovi impalcato in sezione mista acciaio-calcestruzzo su isolatori elastomerici

8.4.1 Nuovi impalcato in sezione mista acciaio-calcestruzzo

La larghezza della piattaforma stradale del nuovo impalcato sarà analoga a quella dell'originario, pari a **9.20** m, e sarà fiancheggiata da elementi marginali costituiti da cordoli di larghezza **0.75** m in sx e dx. Complessivamente la larghezza del nuovo impalcato sarà pari a **10.70** m.

I nuovi impalcato saranno suddivisi in **5** tratti, di cui **4** di lunghezza complessiva pari a:

$$- \quad L_t = 33.2 \times 2 + 34.0 \times 3 = 168.4 \text{ m};$$

ed uno di lunghezza complessiva pari a:

$$- \quad L_t = 33.2 \times 2 + 34.0 \times 4 = 202.4 \text{ m}.$$

Le luci sopra illustrate sono "tipiche", atteso che i rilievi delle strutture esistenti hanno portato a differenziare la effettiva lunghezza delle travi in acciaio in modo da adattarsi al meglio all'esistente.

Lo schema statico di ciascuno dei tratti in cui l'impalcato è stato suddiviso è di trave continua su **6** o **7** appoggi.

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	Relazione Tecnica Generale	

E' prevista l'adozione di una struttura mista acciaio-calcestruzzo, con sezione trasversale "aperta" costituita da quattro travi metalliche principali di altezza costante pari a 1.50 m.

La distanza trasversale tra le travi è pari a 2.35 m.

Gli sbalzi laterali hanno luce "tipica" pari a 1.825 m in dx e in sx. Nei fatti, il nuovo allineamento dell'asse stradale, che corregge alcuni difetti di tracciamento del vecchio asse messi in luce dai rilievi celerimetrici, determina l'insorgere di eccentricità trasversali decimetriche tra l'asse della nuova soletta e l'asse delle travi, posizionate in modo pressochè baricentrico rispetto ai pulvini.

Si rimanda agli elaborati di tracciamento delle strutture di impalcato per maggiori dettagli; in particolare, le sezioni trasversali in asse appoggi, permettono di valutare con precisione le eccentricità della soletta di impalcato rispetto alle travi ed alle sottostrutture.

Le strutture in carpenteria metallica sono previste in acciaio autopatinabile (COR-TEN).

Le travi principali saranno realizzate mediante lamiere saldate.

Le anime delle travi principali saranno irrigidite da stiffeners trasversali, composti da semplici piatti saldati, disposti in corrispondenza dei traversi.

Il graticcio d'impalcato è completato dai traversi, del tipo ad anima piena, posti in campata ed in corrispondenza degli allineamenti di appoggio. L'interasse tra i traversi è pari a circa 6.8 m. Anche i traversi hanno sezione a doppio T composta mediante lamiere saldate.

Per quanto attiene i collegamenti, i concetti delle travi principali saranno interamente saldati con saldature a Piena Penetrazione, mentre i collegamenti tra trasversi e travi principali saranno di tipo bullonato.

Le unioni bullonate previste per i collegamenti tra traversi e travi principali saranno del tipo "AD ATTRITO", mentre le unioni relative ai controventi saranno "A TAGLIO".

I controventi a croce hanno esclusiva funzione di irrigidimento della struttura in fase di montaggio.

La soletta di impalcato, solidarizzata alle travi principali, ha spessore costante pari a 26 cm. E' previsto l'impiego di lastre prefabbricate autoportanti (predalles) in c.a. di spessore pari a 6 cm tessute in direzione trasversale.

La solidarizzazione della soletta alla trave metallica sarà garantita tramite connettori a piolo tipo Nelson Ø22 con altezza di 220 mm.

Nella figura seguente è illustrata una sezione trasversale rappresentativa dei nuovi impalcati:

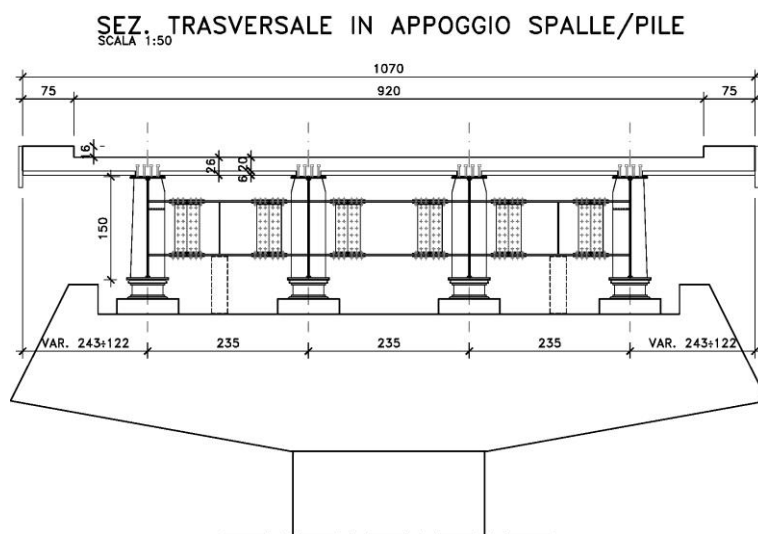


Figura 8.2. Sezione trasversale nuovo impalcato a 4 travi – Sezione in asse appoggi

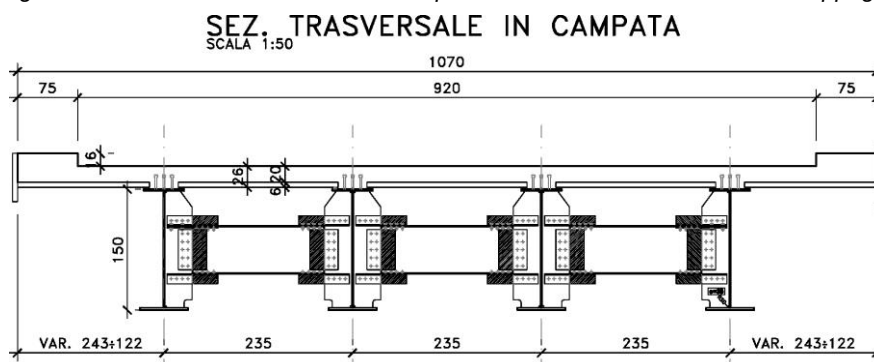


Figura 8.3. Sezione trasversale nuovo impalcato a 4 travi – Sezione corrente

Sebbene la soluzione più efficiente, in rapporto alle larghezze di impalcato in esame, sarebbe stata quella dell'impalcato bitrave, la necessità di minimizzare le azioni sugli sbalzi dei pulvini esistenti ha portato a preferire una soluzione con numero di travi (4) pari a quelle dell'impalcato originario.

L'adozione di un impalcato a 4 travi permette di ridurre il cemento statico sulla soletta, che rappresenta un elemento di elevata criticità in relazione agli effetti indotti dai carichi concentrati da traffico pesante.

L'impiego di quattro travi semplifica anche le operazioni di montaggio e varo, permettendo di operare su due travi per volta, che assemblate a piè d'opera nelle apposite aree tecniche, potranno essere sollevate mediante autogrù di dimensioni limitate e compatibili con i ristretti spazi a disposizione rispetto al F.Dittaino. Le carpenterie metalliche saranno completate in quota con l'assemblaggio dei campi centrali dei trasversi.

Naturalmente, l'impresa esecutrice, che preliminarmente ai montaggi dovrà produrre uno specifico piano dei vari, potrà adottare schemi di montaggio differenti, sebbene nel rispetto degli spazi messi a disposizione, degli importi offerti e delle tempistiche previste.

Successivamente saranno varate le predalle in c.a. ed eseguiti i getti di completamento.

Le fasi di getto della soletta per ciascuna "trave continua", prevederanno la seguente successione lungo l'asse del viadotto (direzione longitudinale):

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

- Getto della soletta in campata ad eccezione di 13.6 m a cavallo delle pile intermedie;
- Successivo completamento delle fasce a cavallo delle pile.

In direzione trasversale dapprima si eseguiranno i getti della parte centrale della soletta, e degli sbalzi per una distanza massima di 1.0 m dall'asse delle travi laterali, poi, dopo che i getti di prima fase avranno raggiunto una resistenza R_{ckj} pari a 25 MPa si provvederà al completamento dei getti.

8.4.2 Sistema di vincolo – isolatori elastomerici

Lo schema di vincolo prevede l'adozione di dispositivi di appoggio costituiti da isolatori elastomerici.

Pertanto, le azioni orizzontali trasversali e longitudinali vengono trasmesse a tutte le sottostrutture.

Gli isolatori elastomerici essendo caratterizzati da un ridotto valore della rigidezza orizzontale garantiscono un disaccoppiamento del moto orizzontale della struttura rispetto a quello del terreno ed una conseguente riduzione della risposta sismica della struttura. Inoltre, i dispositivi sono dotati di una certa capacità dissipativa che è determinata dalla mescola elastomerica da cui sono costituiti e che è utile a ridurre gli spostamenti della struttura isolata.

Relativamente al singolo tratto da cinque campate, è prevista l'adozione di n. $4 \times 6 = 24$ isolatori elastomerici cilindrici, di cui 8, disposti in corrispondenza degli allineamenti di estremità hanno caratteristiche differenti rispetto ai rimanenti da collocare sugli allineamenti centrali.

Le caratteristiche prestazionali degli isolatori previsti sono riportate negli elaborati relativi al sistema di vincolamento.

L'adozione del sistema di isolamento, insieme alla riduzione delle masse conseguente al minor peso dei nuovi impalcati rispetto ai vecchi, permette di conseguire un risultato in termini di "adeguamento sismico e statico del viadotto".

Alle estremità di ciascun tratto di impalcato sono previsti giunti di dilatazione in elastomero armato in corrispondenza della piattaforma carrabile e giunti di cordolo in corrispondenza degli elementi marginali.

In accordo a quanto previsto dalla norma EN 1998-2:2005, le dimensioni dei varchi sono state dimensionate in maniera da evitare il martellamento per combinazioni sismiche agli SLV, mentre i giunti di dilatazione, sono stati dimensionati per spostamenti massimi inferiori e pari a:

$$d_{Ed,j} = 0.4 d_E + d_G + \Psi_2 d_T$$

dove d_E è lo spostamento massimo per sisma agli SLV, d_G è lo spostamento dovuto alle azioni permanenti, d_T è lo spostamento dovuto alle azioni termiche e $\Psi_2 = 0.5$ è il fattore di combinazione.

8.5 Nuovo sistema di smaltimento acque di piattaforma formato da caditoie, e pluviali di scarico a dispersione

In accordo a quanto eseguito nell'ambito dei lavori di ripristino e consolidamento degli impalcati in carreggiata CT-PA il sistema di raccolta delle acque di piattaforma sarà costituito da caditoie e pluviali in PVC a dispersione. I pluviali saranno ubicati a debita distanza dalle pile ed avranno lunghezza maggiore

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

dell'altezza degli impalcati in modo da evitare spruzzi e/o colamenti sulle superfici delle strutture del viadotto, che, come noto, sono la prima causa di degrado delle superfici e di innesco di fenomeni di corrosione delle armature.

8.6 Pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso (base 6 cm, usura 4 cm)

Preliminarmente alla realizzazione della pavimentazione in conglomerato bituminoso si realizzerà l'impermeabilizzazione all'estradosso della soletta mediante rivestimento elastomerico poliuretanico bicomponente dello spessore finito di 3 mm dato a spruzzo.

La pavimentazione in conglomerato bituminoso sarà costituita:

- Strato di binder in conglomerato bituminoso confezionato con bitume modificato Hard, dello spessore di 6 cm;
- Tappeto di usura in conglomerato bituminoso di tipo B, confezionato con bitume modificato Hard, dello spessore di 4 cm.

8.7 Posa in opera barriere di sicurezza BP-H4

E prevista la posa di barriera di sicurezza metalliche per l'intera estesa del tratto di viadotto in esame.

Congruentemente al tipo di strada (Autostrada) al tipo di traffico e conformemente a quanto recentemente operato sulla carreggiata CT-PA, si prevede l'adozione di barriere Bordo Ponte di Classe H4.

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	Relazione Tecnica Generale	

9 PIANO DI GESTIONE DELLE MATERIE

L'esecuzione dei lavori genererà, in fasi successive, un certo quantitativo di materiali C&D prodotti dalla demolizione ed in percentuale minore,

Questi materiali, principalmente inerti e scarti ferrosi, non saranno smaltiti in discarica ma conferiti presso impianti di recupero, in conformità con quanto disposto dalla normativa tecnica di riferimento DM 05.02.1998 "Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22" e s.m.i.

I materiali di scarto prodotti dalle attività specifiche di cantiere sono denominati C&D.

Secondo le norme tecniche UNI-CNR per i materiali da costruzione – per ottenere dagli impianti di trattamento del C&D un aggregato riciclato con caratteristiche qualitative idonee al suo futuro riutilizzo, occorre ottimizzare al meglio la separazione delle diverse frazioni costituenti il C&D, in modo da garantire dei flussi in ingresso all'impianto il più omogenei possibile.

Dall'analisi dei materiali e dalla stima degli interventi si prevede di dover gestire materiali appartenenti ai seguenti codici CER:

- **17.01.01** cemento
- **17.04.05** ferro e acciaio
- **17.04.11** cavi, diversi da quelli di cui alla voce 17 04 10
- **17.03.01** miscele bituminose contenenti catrame di carbone
- **17.02.03** plastica

Non si prevedono scarti di materiale contenente amianto.

Dai lavori in oggetto si prevede di movimentare circa **9.464 mc** di terre e rocce da scavo (TRS), e **17.950** tonnellate di materiale da demolizione. Verranno destinati a riutilizzo per i ripristini ambientali e ritombamenti **9.464 mc** di TRS, **per una percentuale di recupero pari al 100%**. Verranno conferiti a impianto di recupero **17.950 t** di materiale da demolizione.

Il materiale da cava per la realizzazione del rilevato provvisorio necessario al montaggio dei nuovi impalcati pari a **6.528 mc**, sarà completamente rimosso al termine dei lavori, ripristinando la configurazione dell'ante operam. Questo materiale sarà reimpiegato nel ripascimento dei quarti di cono e delle piste di cantiere.

TERRE PRODUZIONE			
Scavi	mc		575
Scotico	mc		9.464
Scavi fondazione	mc		131
	totale scavi	mc	10.170
TERRE RIUTILIZZO			

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	Relazione Tecnica Generale	

Reimpiego per terreno vegetale	mc	9.464
reimpiego per riempimenti	mc	706
totale reimpiego	mc	10.170
percentuale		100

DEMOLIZIONI da conferire a impianti di Recupero

cls	t	13.327	(CER 17.01.01)
strutture in acciaio	t	992	(CER 17.04.05)
pavimentazione stradale	t	3.406	(CER 17.03.01)
plastica	t	30	(CER 17.02.03)
metalli (cavi da precompressione)	t	194	(CER 17.04.10)
Totale demolizioni		17.950	

APPROVVIGIONAMENTI DA CAVA

materiale da rilevato	mc	6.528
totale fabbisogni	mc	6.528

9.1 Cave e siti di destinazione finale

La Regione Sicilia ha adottato un Piano Cave con - D.P. n. 19 del 03/02/2016. L'elenco delle cave attive è riportato nell'Elaborato RELAZIONE GESTIONE MATERIE .

La provincia di Enna ha firmato un Accordo di Programma per la gestione dei materiali C&D nella provincia. Nel territorio sono operativi:

- n.24 centri di recupero di rifiuti speciali non pericolosi (operanti in regime semplificato ex art.214 del T.U. Ambientale) e fra questi n. 15 centri specializzati nella gestione del recupero e/o messa in riserva dei materiali da costruzione e demolizione (C&D);
- n.3 centri di recupero di rifiuti speciali pericolosi e non (operanti in regime ordinario ex art.208 del T.U. Ambientale) e fra questi n. 1 centro di recupero specializzato nella gestione del recupero e/o messa in riserva dei materiali da costruzione e demolizione (C&D).

I materiali da demolizione che verranno classificati come pericolosi, come i conglomerati bituminosi, devono essere smaltiti in centri autorizzati al trattamento dei rifiuti pericolosi. Sono stati individuati due impianti.

La localizzazione dei siti di destinazione finale e delle cave è riportata nell'Elaborato PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELLE CAVE E DELLE DISCARICHE.

Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione Gestione Materie T00CA00CANRE02_A

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	Relazione Tecnica Generale	

10 CANTIERIZZAZIONE

La cantierizzazione di progetto non pone particolari problematiche per la natura semplice degli interventi delle opere da realizzare.

Per limitare comunque i tempi di realizzazione, si è reso necessaria una programmazione ad hoc delle operazioni elementari in modo da limitare i tempi di esecuzione degli interventi, quindi le soggezioni al traffico stradale in esercizio e garantire in contemporanea i massimi livelli di sicurezza in termini di sfasamento spaziale e temporale delle attività.

Per l'esecuzione dei lavori si prevede di organizzare gli spazi di cantiere nelle seguenti tre aree:

CANTIERE	SUPERFICIE (mq)	ATTIVITA'	APPRESTAMENTI
Cantiere Base	38.700	Logistica operativa	baraccamenti
		Movimento macerie, stoccaggio materiali per ricostruzione e terreno vegetale	- Escavatori - Autocarri - Autogrù - Compattatore - Frantoio mobile
Area tecnica	28.250	- Deposito materiali - Taglio ferri - Preparazione casseforme - Getti in cls - Varo e posa in opera impalcati	- Escavatori - Autocarri - Autogrù - Sega circolare - Piegaferri - Trapani

Il Cantiere Base nella piana in sinistra del viadotto Alfio, in una zona attualmente incolta.

Il cantiere è accessibile dalla SS192 subito dopo lo svincolo per l'autostrada.

Nell'ambito di tale cantiere è prevista la localizzazione degli allestimenti logistici destinati ai servizi per il personale addetto all'esecuzione dei lavori (dormitori, mensa, primo soccorso, servizi igienici, ecc.), ma anche di zone destinate ad ospitare alcune attrezzature necessarie alla esecuzione del lavoro, quali l'officina, il frantoio mobile con magnete per la frantumazione residua delle macerie, oltre che allo stoccaggio temporaneo del terreno vegetale.

E' prevista un'area tecnica lungo tutto il viadotto. L'accesso alle aree di cantiere avverrà attraverso una strada esistente adeguatamente dimensionata che si appresta sulla Strada Statale 192.

10.1 Attraversamento provvisorio del Vallone De Rosa

La campata 25 del viadotto realizza lo scavalco del Vallone De Rosa.

Per garantire il transito dei mezzi d'opera, comprese le autogrù per il montaggio delle carpanterie metalliche dell'impalcato, è stato previsto un guado provvisorio, realizzato mediante posa di una condotta in acciaio ondulato tipo ARMCO del diametro nominale Dn2500.

La condotta sarà debitamente rinfiancata con materiale granulare. All'estradosso è prevista la realizzazione di una soletta in c.a. con funzione di ripartizione dei carichi trasmessi dai mezzi di cantiere in transito.

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	Relazione Tecnica Generale	

Al termine dei lavori di demolizione e ricostruzione delle due campate terminali e delle lavorazioni previste per il consolidamento della spalla lato Catania, il guado sarà completamente rimosso e sarà ripristinato lo stato "ante-operam".

L'area di intervento è classificata in classe di Rischio R1 con riferimento alla carta di pericolosità idraulica del PAI (aggiornamento 2022). Trattandosi, di area potenzialmente allagabile, sebbene per eventi di frequenza eccezionale, è necessario attuare misure di salvaguardia del cantiere e per la tutela della pubblica e privata incolumità durante tutta la fase della cantierizzazione per il rischio di potenziale allagamento delle aree operative.

Dovranno essere monitorati costantemente a monte i livelli idrici dei corsi d'acqua (Vallone De Rosa e F.Dittaino) e garantito il costante contatto tra un Preposto responsabile e gli organi competenti.

A tale proposito, nel PSC sono state indicate le misure di prevenzione da attuare durante i lavori per questo specifico aspetto.

E' onere dell'impresa esecutrice lo sviluppo di uno specifico Piano di Emergenza ed Evacuazione nell'ambito del POS, che terrà conto della organizzazione della stessa.

Il POS, relativamente a questo aspetto, dovrà essere concordato e condiviso con la Protezione Civile in posto.

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

11 CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI

La durata complessiva dei lavori è pari a **720 g.n.c** (pari a **24 mesi**). Il cronoprogramma tiene conto dell'andamento stagionale sfavorevole (valutato in 45 giorni).

Per l'intera durata del cantiere il traffico della A19 si sviluppa sulla carreggiata CT-PA.

Come è possibile evincere dal cronoprogramma allegato al presente progetto esecutivo, è previsto che i lavori si sviluppino attraverso [2 cantieri che operano in parallelo](#); nel dettaglio:

1. **Un primo cantiere** è quello relativo alle campate da **1** a **15**, che comprende tre tratti delle nuove strutture di impalcato;
2. **Un secondo cantiere** è quello relativo alle campate da **16** a **26**, che comprende due tratti delle nuove strutture di impalcato;

La programmazione prevede le seguenti fasi e macrofasi:

- **ATTIVITA' PRELIMINARI E PROPEDEUTICHE:**
 - Allestimento campo base e aree tecniche;
 - Segnaletica e delimitazioni di sicurezza;
 - Preparazione piste di cantiere;

La durata stimata è pari a **50 g.n.c.**
- **DEMOLIZIONI:**
 - Rimozione barriere stradali;;
 - Demolizione pavimentazione stradale e giunti di dilatazione esistenti;
 - Demolizione impalcato esistenti e rimozione apparecchi di appoggio;

La durata stimata è pari a circa **187 g.n.c.**

N.B. La demolizione delle campate dovrà essere organizzata secondo due cantieri che procedono in parallelo e che consentono di "liberare" contemporaneamente le prime campate dei due cantieri di ricostruzione.

- **RICOSTRUZIONI**
- **Cantiere 1: Campata da 1 a 15**
 - Interventi di ripristino corticale e consolidamento della spalla SPA;
 - Risanamenti delle pile e dei pulvini e ricostruzione dei baggioli;
 - Posa in opera dei nuovi impalcato in carpenteria metallica previo posa dei nuovi apparecchi di appoggio (isolatori elastomerici);
 - Realizzazione delle solette in cemento armato di impalcato;
 - Realizzazione dell'impermeabilizzazione estradossale degli impalcato e del sistema di smaltimento delle acque di piattaforma;
 - Posa in opera dei giunti di dilatazione;
 - Realizzazione della pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso;

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	Relazione Tecnica Generale	

- Posa in opera delle barriere di sicurezza;

La durata stimata è pari a **536 g.n.c.**

- **Cantiere 2: Campata da 16 a 26**

- Interventi di ripristino corticale e consolidamento della spalla SPB;
- Risanamenti delle pile e dei pulvini e ricostruzione dei baggioli;
- Posa in opera dei nuovi impalcati in carpenteria metallica previo posa dei nuovi apparecchi di appoggio (isolatori elastomerici);
- Realizzazione delle solette in cemento armato di impalcato;
- Realizzazione dell'impermeabilizzazione estradossale degli impalcati e del sistema di smaltimento delle acque di piattaforma;
- Posa in opera dei giunti di dilatazione;
- Realizzazione della pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso;
- Posa in opera delle barriere di sicurezza;

La durata stimata è pari a **433 g.n.c.**

- **ATTIVITA' DI COMPLETAMENTO:**

- Smobilitazione aree di cantiere;
- opere a verde e ripristino dei luoghi ante-operam.

La durata stimata è pari a **59 g.n.c.**

Autostrada A19 "Palermo – Catania" – Lavori di risanamento strutturale del Viadotto Alfio, sito al km 157+600. Carreggiata in direzione Catania Progetto Esecutivo		
UP7455	<i>Relazione Tecnica Generale</i>	

12 PREZZIARIO DI RIFERIMENTO

Il prezziario di riferimento è il Listino Prezzi Anas 2022 REV.2: "Nuove Costruzioni - Manutenzione straordinaria".