



LAVORI DI RIPRISTINO DEFINITIVO DELLA SEDE STRADALE
E DELLE SCARPATE DI MONTE E DI VALLE DELLA S.P. 21 KM 32+700
E KM 33 "VAL SILLARO" NEL COMUNE DI CASTEL DEL RIO
CUP C27H24000290001

PROGETTO ESECUTIVO

PROPRIETÀ E DIRITTI DEL PRESENTE DISEGNO SONO RISERVATI - la riproduzione e l'uso senza autorizzazione sono vietati - reproduction and copyright are reserved - reproduction is strictly forbidden	COMMITTENTE:	 CITTÀ METROPOLITANA DI BOLOGNA		DIREZIONE GENERALE Servizio Struttura Speciale Alluvione via San Felice, 25 - 40131 BOLOGNA		PROGETTO:	 THESIS ENGINEERING Studio Tecnico di Ingegneria 40037 Sasso Marconi (BO) - Galleria G. Marconi n.13 tel. +39.051.4982260 E-mail: thesis@studiothesis.it Prof. Ing. CLAUDIO COMASTRI			
	FUNZIONI PROCEDIMENTO:	Responsabile Unico Procedimento: dott. Ing. Lucia MOLICA-FRANCO Supporto al RUP: dott. Ing. Mirko OCCHI dott. Ing. Sara PAGLIARULO								
REVISIONI: AGGIORNAMENTI:	7									
	6									
	5									
	4									
	3	CITTA' METROPOLITANA DI BOLOGNA	REVISIONE			THS2024004_S04_Qb.III.03_R15	MAGGIO 2026			
2	CITTA' METROPOLITANA DI BOLOGNA	REVISIONE			THS2024004_S04_Qb.III.03_R15	GENNAIO 2026				
1	CITTA' METROPOLITANA DI BOLOGNA	AGGIORNATO PER INTERVENTI KM 32+700 e km 33+00			THS2024004_S04_Qb.III.03_R15	04/12/2025				
1° EMISS.	CITTA' METROPOLITANA DI BOLOGNA	RELAZIONE SUI CRITERI MINIMI AMBIENTALI			THS2024004_S04_Qb.III.03_R15	28/01/2025				
	RICHIEDENTE/APPLICANT:	OGGETTO:			FILE:	DATA:				
ELABORATO/DRAWN BY:		Ing. Claudio Comastri		CONTROLLATO/ CHECKED BY:		Ing. E.Comastri		APPROVATO/APPROVED BY:	Ing. Claudio Comastri	
FIRMA/SIGNATURE				DATA/DATE		FIRMA/SIGNATURE		DATA/DATE	FIRMA/SIGNATURE	
PROGETTO:	UBICAZ:	STRADA PROVINCIALE N. 21 "VAL SILLARO"								
	OPERA:	COMUNE DI CASTEL DEL RIO								
ELAB.	Titolo	INTERVENTI ALLE PROGRESSIVE km 32+700 e km 33+00			SCALA:	-	REVISIONE:	3	DATA:	MAGGIO 2026
	Titolo 2	RELAZIONE SUI CRITERI MINIMI AMBIENTALI			TAVOLA N.:		R15			

1 CODICI E TITOLI

1.1 Codice e titolo

Codice Commessa: THS2024004.S04.QIII

Committente: Città Metropolitana di Bologna, via San Felice 24 – 40100 Bologna

Responsabile Unico Procedimento: ing. Lucia Molica Franco

Opera: Strada Provinciale n.21 "Val Sillaro" - Comune di Castel del Rio

Incarico: Contratto per il servizio di architettura e ingegneria per la progettazione esecutiva relativo ai lavori di ripristino definitivo della sede stradale e delle scarpate di monte e di valle della S.P.21 "Val di Sillaro" nel Comune di Castel del Rio. CUP C27H24000290001,

Contratto: Città Metropolitana di Bologna, Fasc. 09.02.01.01/5/2024

Responsabile Progettazione: prof. ing. Claudio Comastri (Titolare studio Thesisengineering).

1.2 REDAZIONE E APPROVAZIONE DEL DOCUMENTO

Titolo: Relazione Criteri Ambientali Minimi

Pagine numerate, n.:16

Fogli A4, n.:17

Redazione: ing. Claudio Comastri

Controllo: ing. Claudio Comastri

Approvazione per emissione: ing. Claudio Comastri

Data di approvazione: 04 Maggio 2026

1.3 Trasmissione progetto:

Indirizzo: Città Metropolitana di Bologna, via San Felice 25 Bologna

c.a., ing. Lucia Molica Franco. n. copie del progetto: 1 formato digitale.

THS2024005-S04.QbIII.01_R15	3	04.05.2026	C.Comastri	C..Comastri	C.Comastri	Pag. 2 di 17
File	Rev.:	Data:	Redazione	Controllo	Approva- zione	

SOMMARIO

1	CODICI E TITOLI	2
1.1	Codice e titolo.....	2
1.2	Progettazione.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
1.3	Redazione del documento:	Errore. Il segnalibro non è definito.
1.4	Trasmissione progetto:.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
2	PREMESSA.....	4
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	5
4	LEGGI E NORME TECNICHE	6
4.1	Nazionali.....	6
4.2	Regione Emilia-Romagna.....	6
4.3	Eurocodici	6
4.4	Codici e Raccomandazioni	6
5	PRINCIPALI FONTI BIBLIOGRAFICHE	7
6	INTRODUZIONE	10
7	RELAZIONE CAM	11
7.1	DESCRIZIONE DELLE SCELTE PROGETTUALI	11
7.1.1	Generalità.....	11
7.1.2	Impatto ambientale	11
7.1.3	Sostenibilità ambientale dell'opera	12
7.1.4	Emissione acustica delle pavimentazioni	12
7.1.5	Piano di manutenzione dell'opera	12
7.1.6	Disassemblaggio e fine vita	13
7.1.7	Impatto acustico	13
7.2	ELABORATI PROGETTUALI.....	13
7.3	REQUISITI DEI MATERIALI E PRODOTTI DA COSTRUZIONE	13
7.3.1	Calcestruzzo.....	13
7.3.2	Prodotti in acciaio	14
7.3.3	Prodotti in conglomerato bituminoso	15
7.4	SPECIFICHE TECNICHE RELATIVE AL CANTIERE.....	16
7.5	Generalità.....	16
8	CONCLUSIONI.....	17

THS2024005-S04.QbIII.01_R15	3	04.05.2026	C.Comastri	C..Comastri	C.Comastri	Pag. 3 di 17
File	Rev.:	Data:	Redazione	Controllo	Approva- zione	

2 PREMESSA

L'alluvione del maggio 2023 ha colpito la regione Emilia Romagna, ed in parte le Regioni Marche, Toscana, provocando movimenti franosi, dissesti delle reti viarie, allagamenti e danni agli edifici, alle abitazioni, alle strutture, alle coltivazioni: sono stati stimati in diversi milioni di euro i danni provocati da questo evento estremo. Molte Persone hanno dovuto lasciare la propria casa o la propria attività lavorativa, per impossibilità di abitare e utilizzare gli stessi edifici inondati da acqua e fango, e per la impossibilità di collegamento con il territorio per i crolli e le interruzioni delle strade e dei percorsi alternativi franati in diversi punti.

La rete viaria della Città Metropolitana di Bologna ha subito una serie di frane che hanno determinato in molti casi la necessità di interrompere temporaneamente l'agibilità del traffico veicolare e, in altri casi, la necessità di ridurre la larghezza della piattaforma stradale al tratto non crollato. Volumi importanti di terreno sono scivolati da monte a valle, coinvolgendo tratti di strade di lunghezza anche superiori al kilometro: in questi casi sono state semaforizzati i tratti agibili per consentire il mantenimento del collegamento. In tempi brevi sono state aperte tutte le strade ancorché con riduzione della carreggiata, con semaforizzazioni, con segnaletica e

I lavori di consolidamento delle aree interessate dalle frane, delle scarpate di monte e di valle delle strade e delle strade stesse sono stati pianificati dalla Città Metropolitana di Bologna e sono state individuati i tratti di lavori con i relativi impegni economici di previsione.

In questa relazione si tratta dell'inquadramento generale degli interventi di consolidamento/ri-facimento dei tratti stradali della SP21 "Val Sillaro" colpiti dalle frane, e del consolidamento delle scarpate a monte ed a valle dei tratti stradali.

THS2024005-S04.QbIII.01_R15	3	04.05.2026	C.Comastri	C..Comastri	C.Comastri	Pag. 4 di 17
File	Rev.:	Data:	Redazione	Controllo	Approva- zione	

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Per il progetto esecutivo del consolidamento del versante a monte e a valle dei tratti di strada interessati dalle frane si è fatto riferimento ai risultati delle indagini condotte immediatamente dopo l'evento alluvionale, alle informazioni ottenute dagli Abitanti dei luoghi, alle informazioni acquisite dalle cartografie regionali sulle condizioni geomorfologiche dei territori, dalle carte geologiche, dalla storia e dallo sviluppo del territorio negli ultimi anni.

Sono stati presi a riferimento:

- *Piani Regionali e Comunali tratti dagli archivi del Comune e della Regione;*
- *Informazioni e cartografie disponibili presso i Servizi della Città Metropolitana di Bologna.*
- *Piano Territoriale Metropolitano: Pubblicazione ai sensi dell'articolo 17 del D.lgs. 152/2006 e dell'articolo 46 comma 7 della L.R. 24/2017;*
- *ISPRA Quadro di sintesi dissesto frane Emilia-Romagna, Italia (aggiornamento 19/05/2023)*
- *Regione Emilia-Romagna: Carta inventario delle frane ed Archivio Storico delle frane*
- *Emilia Romagna "Carta della Stabilità dei versanti 1:25.000 - Prima edizione"*

THS2024005-S04.QbIII.01_R15	3	04.05.2026	C.Comastri	C..Comastri	C.Comastri	Pag. 5 di 17
File	Rev.:	Data:	Redazione	Controllo	Approva- zione	

4 LEGGI E NORME TECNICHE

4.1 Nazionali

- [1]. Legge 5 novembre 1971 n. 1086 – “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”;
- [2]. Circ.Min.LL.PP.14/02/1974,n.11951–Applicazione della L.5 novembre1971, n. 1086;
- [3]. Legge 2 febbraio 1974 n. 64, “Recante provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;
- [4]. D.M. Infrastrutture e Trasporti del 14/01/2008 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”
- [5]. Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 – “Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14/01/2008;
- [6]. D.M. Infrastrutture e Trasporti del 17/01/2018 – “Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”;

4.2 Regione Emilia-Romagna

- L.R. Emilia-Romagna del 30 ottobre 2008, n. 19 “Norme per la riduzione del rischio sismico”.
- L.R. Emilia Romagna del 28 dicembre 2023, N.17 “Disposizioni collegate alla Legge Regionale di Stabilità per il 2024”

4.3 Eurocodici

- Eurocodice EC1: Basi della progettazione ed azioni sulle strutture
- Eurocodice EC2: Progettazione delle strutture in calcestruzzo
- Eurocodice EC3: Progettazione delle strutture in acciaio
- Eurocodice EC4: Progettazione delle strutture composte acciaio/calcestruzzo
- Eurocodice EC5: Progettazione delle strutture di legno
- Eurocodice EC6: Progettazione delle strutture in muratura
- Eurocodice EC7: Progettazione geotecnica (parti 1,2,3)
- Eurocodice EC8: Regole progettuali per strutture antisismiche (parte 5).

4.4 Codici e Raccomandazioni

- Linee guida sul calcestruzzo strutturale - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Central.
- ASTM D4253 “Standard test methods for maximum index density and unit weight of soils using a vibratory table”.
- ASTM D4254 “Standard test method for minimum index density and unit weight of soils and calculation of relative density”.
- ASTM D1557 “Test method for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort”.

THS2024005-S04.QbIII.01_R15	3	04.05.2026	C.Comastri	C..Comastri	C.Comastri	Pag. 6 di 17
File	Rev.:	Data:	Redazione	Controllo	Approva- zione	

- CNR B.U., anno XXVI, n° 146 "Determinazione dei moduli di deformabilità M_d e M_d' mediante prova di carico a doppio ciclo con piastra circolare.

5 PRINCIPALI FONTI BIBLIOGRAFICHE

- Pozzati P., Ceccoli C. (1977) "Teoria e Tecnica delle strutture" Ed. Utet.
- Capurso M. (1970) "Scienza delle Costruzioni" Ed. Pitagora.
- Skempton A.W. (1986) "Standard Penetration Test procedures and the effects in sands of overburden pressure, relative density, particle size, ageing and overconsolidation" *Geotechnique* 36, n° 3.
- Bolton (1986) "The strength and dilatancy of sands" *Geotechnique* 36, n° 1.
- Jamiolkowski M., Ghionna V.N., Lancellotta R., Pasqualini E. (1988) "New correlations of penetration tests for design practice" *Proceedings of International Symposium on Penetration Testing, ISOPT I, Orlando*.
- Youd T.D. (1972) "Factors controlling maximum and minimum density of sands" *Proceedings of Symposium on Eval. Dens., ASTM STP 523*.
- Stroud M.A. (1988) "The Standard Penetration Test – Its application and interpretation" *Penetration Testing in UK, Proceedings of the Geotechnical Conference organized by ICE, Birmingham*.
- Ohta Y., Goto N. (1978) "Empirical shear wave velocity equations in terms of characteristic soil indexes" *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, vol.6.
- Robertson P.K. (1986) "In situ testing and its application to foundation engineering" *Can. Geot. Journ.* vol.23, n.4, pp 573-594
- Poulos H.G. (1968) "Analysis of the settlement of pile group" *Geotechnique*, vol.18 pp 449-471.
- Poulos H.G., Davis E.H. (1980) "Pile foundation analysis and design" – J. Wiley & Sons, 397pp.
- Burland J.B. (1971), "A method of estimating the pore pressure and displacements beneath embankments on soft natural clay deposits." *Proc. Roscoe Memorial Symp.* Pp. 505-536.
- Bromhead E.N. (1986) "Stabilità dei pendii" – Ed. Flaccovio.
- Anderson M.G., Richards L.S. (1987) "Slope stability" - Ed. J. Wiley & Sons
- Andrus R.D., Youd T.L. (1989) "Penetration tests in liquefiable gravels" *Technical Papers, Proceedings XII ICSMFE*, vol.1, Rio de Janeiro.
- Baldi G., Bellotti R., Ghionna V.N., Jamiolkowski M., Pasqualini E. (1983) "Cone penetration test and relative density in sand" 14th National Conference on S.M.F.E., Spoleto, Italy, (in Italian).
- Baldi G., Bellotti R., Ghionna V.N., Jamiolkowski M., Pasqualini E. (1986) "Interpretation of CPTs and CPTUs: 2nd part, Drained penetration of sands" 4th International Geotechnical Seminar, Singapore.
- Baldi G., Jamiolkowski M., Lo Presti D.C.F., Manfredini G., Rix G.J. (1989) "Italian experiences in assessing shear wave velocity from CPT and SPT" *Earthquake Geotechnical Engineering, Proc. of Discussion Session on Influence of Local Conditions on Seismic Response*, 12th Int. Conf. on S.M.F.E., Rio de Janeiro, Brasil, pp. 157-168.
- Berardi R. (1999) "Non linear elastic approaches in foundation design" *Pre-failure Deformation Characteristics of Geomaterials*, Torino, Balkema.

THS2024005-S04.QbIII.01_R15	3	04.05.2026	C.Comastri	C..Comastri	C.Comastri	Pag. 7 di 17
File	Rev.:	Data:	Redazione	Controllo	Approva- zione	

- Bjerrum, L. (1967). "Engineering geology of Norwegian normally consolidated marine clays as related to settlements of buildings". *Géotechnique* 17, n° 2, 81-118.
- Bjerrum L. (1972) "Embankments on soft ground" *Proc. of Spec. Conf. on Performance of Earth and Earth-Supported Structures*, Lafayette.
- Bolton (1986) "The strength and dilatancy of sands" *Geotechnique* 36, n° 1.
- Burland J.B. (1990) "On the compressibility and shear strength of natural clays" *Géotechnique* 40, n° 3, pag. 329.
- Cestari F. (1996) "Prove geotecniche in sito", II edizione, ed. GEO-GRAPH s.n.c., SEGRATE;
- Chandler R.J., de Freitas M.H., Marinos P. (2004) "Geotechnical characterisation of soils and rocks: a geological perspective" *Advances in Geotechnical Engineering, The Skempton Conference, 2004*, Thomas Telford, London.
- Charles J.A. (1989) "Geotechnical properties of coarse grained soils" *General Report, Discussion Session 8, Proceedings XII ICSMFE*, vol.4, Rio de Janeiro.
- Clayton C.R.I. (1995) "The Standard Penetration Test (SPT): Methods and use" *CIRIA Report* n° 143, 1995.
- Cubrinowski M., Ishihara K. (1999) "Empirical correlation between SPT N-value and relative density for sandy soils" *Soils and Foundations*, vol. 39, n° 5, pp. 61-71.
- Durgunoglu H.T., Mitchell J.K. (1975) "Static penetration resistance of soils, I -Analyses, II - Evaluation of the theory and interpretation for practice" *aSCE Specialty Conference on in Situ Measurements of Soil Properties*, Raleigh NC, V.I..
- Elson W.K. (1984) "Design of laterally-loaded piles" *CIRIA Report* 103.
- Holtz R.D., Jamiolkowski M., Lancellotta R., Pedroni R. (1991) "Prefabricated vertical drains: design and performance" *CIRIA Ground Engineering Report: Ground Improvement*.
- Ishihara K., Tsukamoto Y., Shimizu Y. (2001) "Estimate of relative density from in-situ penetration tests" *Proceedings In-situ 2001, Bali*.
- Jamiolkowski M., Ghionna V.N., Lancellotta R., Pasqualini E. (1988) "New correlations of penetration tests for design practice" *Proceedings of I International Symposium on Penetration Testing, ISOPT I, Orlando*.
- Jamiolkowski, M., Lo Presti, D.C.F. and Garizio, G.M. (2001). "Correlation between Relative Density and Cone Resistance for Silica Sands". *Jubilee Volume 75th Anniversary of K. Terzaghi's. Erdbaumechanik Wien*, Edit. H. Brandl.
- Ladd C.C., Foot R. (1974) "A new design procedure for stability of soft clays" *Journal of Geotechnical Engineering*, ASCE, vol.100, n° 7.
- Lo Presti D.C.F. (1989) "Proprietà dinamiche dei terreni" *Atti delle Conferenze di Geotecnica di Torino, 14th Ciclo, Comportamento dei terreni e delle fondazioni in campo dinamico*.
- Matlock, H., Reese, L.C. (1960). "Generalized Solutions for Laterally Loaded Piles". *Journal of Soil Mechanics and Foundations Division*, ASCE, V.86, No.SM5, pp.63-91.
- Mayne P.W., Rix G.J. (1993) "Gmax - Qc relationship for clays" *Geotechnical Testing Journal*, GTJODJ, vol.16, n°1, pp. 54-60
- Mitchell J.K. (1976) "Fundamentals of soil behavior" *John Wiley & Sons*.
- Nagaraj T.S., Miura N. (2001) "Soft clay behaviour – Analysis and assessment" *Balkema, Rotterdam*.
- NAVFAC (1971) "Design Manual DM7" *U.S. Naval Publication and Formations Center, Philadelphia*.
- Olsen R.S., Farr J.V. (1986) "Site characterization using the cone penetration test" *Proc. Intern. Symposium In-Situ '86, Blacksburg (USA)*.

THS2024005-S04.QbIII.01_R15	3	04.05.2026	C.Comastri	C..Comastri	C.Comastri	Pag. 8 di 17
File	Rev.:	Data:	Redazione	Controllo	Approva- zione	

- Randolph M.F., Wroth C.P.T. (1981) "Application of the failure state in undrained simple shear to the shaft capacity of driven piles" *Géotechnique*.
- Reese L.C., Cox W.R., Koop F.D. (1974) "Analysis of laterally loaded piles in sand" *Proc. VI Offshore Technology Conference, OTC 2080, Houston, Texas*.
- Rix, G.J. and Stokoe, K.H. (1992). "Correlation of initial tangent modulus and cone resistance". *Proc. of the International Symposium on Calibration Chamber Testing, Potsdam, N.Y.* Edit. Elsevier.
- Robertson P.K., Campanella R.G., Wightman A. (1983) "SPT-CPT Correlations" *Journal of the Geotechnical Eng. Division, ASCE, Vol. 109*.
- Robertson P.K., Campanella R.G. (1984) "Guidelines for use and interpretation of the electric cone penetration tests" *Soil Mech. Series n° 69, Department of Civil Engineering, University of British Columbia*.
- Robertson P.K., Campanella R.C. (1986) "Guidelines for use, interpretation and application of the CPT and CPTU" *Soil Mechanics Series 105, Department of Civil Eng., Univ. Of British Columbia, Vancouver*.
- Robertson P.K., Campanella R.G., Gillespie D., Greig J. (1986) "The interpretation of Begemann friction jacket cone results to give soil types and design parameters" *Proc. VII ECSMFE, Brighton (U.K.)*.
- Rocchi G.F. (2003) "Interpretazione delle prove penetrometriche statiche e dinamiche in termini di densità relativa" *Documento interno Studio Geotecnico Italiano*.
- Rocchi G.F. (2003) "Correlazione empirica tra coefficiente di permeabilità, indice dei vuoti e caratteristiche di plasticità in argille e limi" *Documento interno Studio Geotecnico Italiano*.
- Schofield A.N. & Wroth C.P. (1968) "Critical state soil mechanics" *Mc Graw-Hill*.
- Seed H.B., De Alba P. (1986) "Use of SPT and CPT tests for evaluating the liquefaction resistance of sands" *Proceedings of In-Situ '86, Virginia Tech., Blacksburg, Geotechnical Special Publication n° 6, ASCE*.
- Simpson B., Calabresi G., Sommer H., Wallays M. (1979) "Design parameters for stiff clays" *General Report, Proc. 7th ECSMFE, Brighton*.
- Monte M.M. Torretta V. (2016) "Valutazione ed Impatto Ambientale – manuale tecnico operativo per l'elaborazione di studi di impatto ambientale" *Ed, Hoepli*
- Loscerbo F. (2016) *La valorizzazione dei criteri ambientali minimi nelle gare di appalto : Parte Prima Formato Kindle*
- Cellura T. (2016) "L'applicazione dei criteri ambientali minimi negli appalti pubblici" *Ed. Maggioli*

THS2024005-S04.QbIII.01_R15	3	04.05.2026	C.Comastri	C..Comastri	C.Comastri	Pag. 9 di 17
File	Rev.:	Data:	Redazione	Controllo	Approva- zione	

6 INTRODUZIONE

Costituisce oggetto del presente documento, la Relazione CAM riferita ai lavori di ripristino dei tratti stradali e della ricostruzione del ponte sul Rio Montale della S.P. n.21 "Val Sillaro" in Comune di Castel del Rio, Città Metropolitana di Bologna. Il D.M. 23/06/2022 "Criteri Ambientali Minimi" per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi, ha preceduto il D.M. 5 agosto 2024 "Adozione dei criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione ed esecuzione dei lavori di costruzione, manutenzione e adeguamento delle infrastrutture stradali (CAM Strade).

Entrambi i CAM sono stati presi in considerazione nella elaborazione del progetto esecutivo degli interventi tesi a ripristinare le condizioni strutturali e funzionali della SP .15 nel tratto interessato dalle frane occorse a seguito dell'alluvione del Maggio 2023 nel territorio Emiliano Romagnolo.

Il **D.M. 23/06/2022** ha aggiornato le prescrizioni sui Criteri Ambientali Minimi, definite in precedenza nel decreto C.A.M. 11/10/2017, per gli edifici pubblici soggetti a gare d'appalto di nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione. Una novità interessante del Decreto 23 giugno 2022 è l'introduzione obbligatoria di una Relazione CAM: in particolare, la stazione appaltante, negli atti di gara deve prevedere, tra le prestazioni tecniche di cui agli artt. da 14 a 43 del decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010 n. 207 anche una "Relazione tecnica e relativi elaborati di applicazione CAM", in cui il progettista indica, per ogni criterio, le scelte progettuali inerenti le modalità di applicazione, integrazione di materiali, componenti e tecnologie adottati, l'elenco degli elaborati grafici, schemi, tabelle di calcolo, elenchi ecc. nei quali sia evidenziato lo stato ante operam, gli interventi previsti, i conseguenti risultati raggiungibili e lo stato post operam e che evidenzii il rispetto dei criteri contenuti in questo documento.

Il **D.M. 5 agosto 2024** relativo all'adozione dei criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione ed esecuzione dei lavori di costruzione, manutenzione e adeguamento delle infrastrutture stradali, il cosiddetto CAM Strade, in vigore dal 21 dicembre 2024 (G.U. n. 197 del 23 agosto 2024), indica le competenze tecniche del progettista, le competenze tecniche del Direttore dei Lavori, e descrive le indicazioni per le Stazioni Appaltanti.

Come per i CAM Edilizia, anche per i CAM Strade è fatto obbligo ai i progettisti, di elaborare una Relazione CAM per il progetto esecutivo dell'opera di cui si tratta. In questa sede si fa riferimento principalmente ai CAM Strade, per i quali i punti da trattare nella relazione sono di seguito elencati:

- Descrizione delle scelte progettuali che garantiscono la conformità ai criteri;
- Indicazione degli elaborati progettuali in cui sono rinvenibili i riferimenti ai requisiti relativi al rispetto dei criteri;
- Illustra i requisiti dei materiali e dei prodotti da costruzione in conformità ai criteri e indica le tipologie di mezzi di prova;

THS2024005-S04.QbIII.01_R15	3	04.05.2026	C.Comastri	C..Comastri	C.Comastri	Pag. 10 di 17
File	Rev.:	Data:	Redazione	Controllo	Approva- zione	

- Evidenziazione delle modalità di contestualizzazione delle specifiche tecniche alla tipologia di opere oggetto dell'affidamento e dei motivi di carattere tecnico o normativo che hanno portato all'eventuale applicazione parziale o mancata applicazione dei criteri ambientali minimi;
- Proposta ed indicazione dei più opportuni criteri premianti per l'affidamento dei lavori, con fornitura delle motivazioni tecniche e ambientali che hanno portato alla scelta, anche sulla base degli obiettivi ambientali indicati dalla stazione appaltante nel documento di indirizzo alla progettazione (DIP).

7 RELAZIONE CAM

7.1 DESCRIZIONE DELLE SCELTE PROGETTUALI

7.1.1 Generalità

Le scelte progettuali condotte per il ripristino delle condizioni strutturali e di esercizio della strada provinciale SP 21 della Città Metropolitana di Bologna, nel tratto interessato dalle frana occorsa in seguito all'alluvione del maggio 2023 che ha colpito le Regioni Emilia-Romagna, Marche, Toscana, sono state improntate a criteri di sostenibilità tecnica ed economica, ambientale.

In primo luogo, con il progetto esecutivo si è inteso la ricostruzione del ponte sul Rio Montale ed in secondo luogo la demolizione della pista provvisoria con la sistemazione del versante con l'utilizzo di terre e rocce da scavo all'interno dei cantieri.

Il progetto del ripristino e della strada e delle scarpate di monte e di valle è stato redatto, in particolare, con i seguenti obiettivi, richiamati dai CAM Edilizia e CAM Strade:

- ♦ ridurre ai minimi termini lo sfruttamento di territorio naturale;
- ♦ ridurre ai minimi termini l'impatto ambientale, sia dal punto di vista paesaggistico, che idraulico;
- ♦ ridurre ai minimi termini l'effetto delle operazioni di cantiere di costruzione sull'ambiente, durante i lavori e alla fine degli stessi con l'espianto delle attrezzature e dell'area di campo e cantiere con ripristini delle condizioni ante operam.

7.1.2 Impatto ambientale

L'impatto sull'ambiente del ripristino della strada e la costruzione del ponte della SP21 è stato studiato in sede di progettazione preliminare e definitiva dell'opera. I Criteri Ambientali Minimi sono stati rivolti anche all'impatto ambientale in tutte le sue forme e declinazioni. Una particolare attenzione è rivolta ai lavori di costruzione degli interventi visto che si tratta di ripristinare luoghi, viabilità dissestati dalle frane del maggio 2023. Al termine dei lavori, che dovranno essere condotti facendo riferimento alla riduzione degli impatti acustici, alla riduzione delle emissioni in atmosfera, alla riduzione dell'uso della rete viaria locale. Dal punto di vista paesaggistico il progetto prevede la ricostituzione delle stesse condizioni precedenti alla alluvione, con un miglioramento della stabilità delle scarpate realizzato con inclusioni di rinforzo non visibili dall'esterno.

THS2024005-S04.QbIII.01_R15	3	04.05.2026	C.Comastri	C..Comastri	C.Comastri	Pag. 11 di 17
File	Rev.:	Data:	Redazione	Controllo	Approva- zione	

7.1.3 Sostenibilità ambientale dell'opera

Le opere che sono previste per la riqualificazione e ripristino dei tratti stradali crollati a causa delle frane provocate dall'alluvione del maggio 2023 sono realizzate per ripristinare i tratti stradali e le scarpate a monte e a valle degli stessi tratti stradali. Si tratta quindi di opere finalizzate a ripristinare le condizioni precedenti alle frane e quindi tese a ricomporre le strutture stradali perdute sia in termini strutturali che funzionali utilizzando materiali e criteri costruttivi simili a quelli che portarono alla costruzione della strada provinciale. I tratti in frana sono limitati e la ricostruzione dei tratti perduti avviene con i materiali e le stratigrafie esistenti. Per adeguare il progetto alla sostenibilità ambientale, sono stati considerati i criteri CAM per la costruzione delle opere di sostegno in termini di qualità dei materiali, in termini di fasi e modalità di costruzione, riducendo gli effetti negativi sull'ambiente causati da rumori, polveri, fumi dei mezzi che comunque saranno attrezzati per contenere gli effetti negativi.

Un aspetto molto importante da considerare nella redazione del progetto degli interventi di ripristino dei tratti stradali riguarda la gestione idrica superficiale delle aree di interesse. Le frane sono state causate dall'acqua che si è riversata sul terreno a monte e valle della strada e sulla strada medesima, in quantità eccezionali ed in tempi estremamente brevi. Il progetto esecutivo prevede una particolare regimazione idraulica considerando anche situazioni simili a quelle che si sono manifestate nel maggio 2023 e successivamente con altre alluvioni. Canalizzazioni superficiali, trincee drenanti e canne drenanti sono previste nel progetto esecutivo per rendere più sostenibili gli eventi che ora non devono più essere considerati straordinari ma ordinari e frequenti.

Il progetto della pavimentazione dei tratti stradali crollati è di tipo profondo dimensionati ad una vita utile di 20 anni. Nei tratti in esame parte della pavimentazione stradale è crollata a valle insieme al sottosuolo. Il progetto prevede la costruzione un muro di sostegno in c.a. su micropali di fondazione e rilevati in terra rinforzata per raggiungere il piano di appoggio del pacchetto strutturale della pavimentazione, costituito da 50cm di stabilizzato naturale, 20cm di misto cementato, e 30cm di conglomerato bituminoso progettato e verificato.

7.1.4 Emissione acustica delle pavimentazioni

Nessuna modifica alle condizioni precedenti l'alluvione del maggio 2023 viene portata con il progetto di ripristino della strada essendo modeste le dimensioni dei tratti da ricostruire e pavimentare: l'emissione acustica della pavimentazione resta uguale a quella precedente le frane che hanno sconnesso la strada.

7.1.5 Piano di manutenzione dell'opera

Il Progetto esecutivo include un piano di manutenzione dell'opera che indica il livello di degrado delle caratteristiche strutturali funzionali della pavimentazione, a cui vengono attivate le opere di manutenzione preventive degli strati superficiali alternative al rifacimento (ad esempio sigillature trattamenti superficiali preferibilmente a freddo, compatibilmente con le esigenze di durabilità, eccetera) in modo da ridurre le esigenze di interventi d'emergenza e di conseguenza limitare l'utilizzo. Di materie prime non rinnovabili necessarie per l'intervento. E ridurre i disagi conseguenti alla chiusura del tratto stradale del mantenere. La costruzione di tratti stradali che ricoprono i tratti crollati può dare luogo nel tempo a fessure tra la parte di nuova costruzione e la parte esistente, per questo sarà possibile un necessario

THS2024005-S04.QbIII.01_R15	3	04.05.2026	C.Comastri	C..Comastri	C.Comastri	Pag. 12 di 17
File	Rev.:	Data:	Redazione	Controllo	Approva- zione	

intervento da realizzare con sigillature che evitino inserimento di acqua e di ghiaccio che porterebbero alla sconnessione della pavimentazione stradale. I controlli annuali saranno indispensabili per mantenere efficiente la strada anche nelle zone ricostruite.

7.1.6 Disassemblaggio e fine vita

Il progetto della costruzione dei tratti stradali di recupero e rifacimento della relativa pavimentazione, prevede che almeno l'80% in peso su peso dei componenti e degli elementi prefabbricati utilizzati nel progetto sia sottoponibile a fine vita a un disassemblaggio, con demolizione selettiva, per essere poi destinato al recupero ed al riutilizzo. Nela caso in esame questo aspetto è assolutamente garantito.

7.1.7 Impatto acustico

L'impatto acustico ambientale della strada ripristinata resta esattamente uguale a quello precedente l'alluvione. Solo durante le fasi operative si avranno rumori per la formazione degli scavi, per la realizzazione dei micropali di fondazione. Si tratta di rumori attenuati dall'utilizzo di macchine di ultima generazione che rispettano i limiti previsti dalla normativa di merito.

7.2 ELABORATI PROGETTUALI

Gli elaborati progettuali in cui sono rinvenibili i riferimenti ai requisiti relativi al rispetto dei CAM sono elencati in questo paragrafo:

- R02: Relazione Generale;
- R03: Relazione di inquadramento geologico e sismico;
- R04: Relazione di calcolo
- R05: Relazione Tecnica sui materiali
- D02: Planimetria di progetto;
- D03: Sezioni e dettagli di progetto.

7.3 REQUISITI DEI MATERIALI E PRODOTTI DA COSTRUZIONE

7.3.1 Calcestruzzo

Il progetto di ripristino dei tratti stradali crollati per le frane dovute all'alluvione del maggio 2023, prevede la realizzazione di opere di sostegno in cemento armato. Ai sensi dell'art. 2.3 "Specifiche tecniche per i prodotti da costruzione", segnatamente per i calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati (art. 2.3.2., per la costruzione dei muri di sostegno a valle ed a monte dei tratti stradali, hanno devono avere un contenuto di materia recuperata riciclata o di sottoprodotti, di almeno il 5% sul peso di prodotto inteso come somma dette tre frazioni, fatto salvo il raggiungimento delle caratteristiche meccaniche di resistenza e di classe di esposizione richieste dal progetto strutturale, funzionale, di vita nominale.

Verifica:

THS2024005-S04.QbIII.01_R15	3	04.05.2026	C.Comastri	C..Comastri	C.Comastri	Pag. 13 di 17
File	Rev.:	Data:	Redazione	Controllo	Approva- zione	

La verifica dei contenuti del calcestruzzo è condotta dalla Direzione Lavori che deve richiedere il mix design alla Impresa appaltatrice dei lavori, per approvarne l'utilizzo in cantiere prima dell'inizio lavori, con sua autorizzazione scritta.

I principali elementi "non strutturali" costruttivi che prevedono, nel loro processo produttivo, il riutilizzo di materiale riciclato sono:

- Elementi metallici non strutturali quali parapetti
- Calcestruzzi derivanti dalla rimozione dei massetti
- Laterizi REI utilizzati per i tamponamenti interni
- Materiali plastici
- Isolanti e guaine
- Pvc derivante dalle pavimentazioni
- Materiali ceramici derivanti dalle pavimentazioni e dai rivestimenti

Verifica:

L'appaltatore dovrà rilasciare una delle seguenti modalità:

- ♦ Dichiarazione ambientale di Prodotto di Tipo III (EPD), conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025, come EPDIItaly o equivalenti;
- ♦ certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa, come ReMade in Italy o equivalenti;
- ♦ certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa che consiste nella verifica di una dichiarazione ambientale autodichiarata, conforme alla norma ISO 14021.

Qualora l'azienda produttrice non fosse in possesso delle certificazioni richiamate ai punti precedenti, è ammesso presentare un rapporto di ispezione rilasciato da un organismo di ispezione, in conformità alla ISO/IEC 17020:2012, che attesti il contenuto di materia recuperata o riciclata nel prodotto. In questo caso è necessario procedere ad un'attività ispettiva durante l'esecuzione delle opere. Tale documentazione dovrà essere presentata alla stazione appaltante in fase di esecuzione dei lavori, nelle modalità indicate nel relativo capitolato.

La verifica dei contenuti del calcestruzzo è condotta dalla Direzione Lavori che deve richiedere il mix design alla Impresa appaltatrice dei lavori, per approvarne l'utilizzo in cantiere prima dell'inizio lavori, con sua autorizzazione scritta.

7.3.2 Prodotti in acciaio

7.3.2.1 Criterio

Per gli usi strutturali è utilizzato acciaio prodotto con un contenuto minimo di materia recuperata, ovvero riciclata, ovvero di sottoprodotti, inteso come somma delle tre frazioni, come di seguito specificato:

- acciaio da forno elettrico non legato, contenuto minimo pari al 75%.
- acciaio da forno elettrico legato, contenuto minimo pari al 60%;
- acciaio da ciclo integrale, contenuto minimo pari al 12%.

THS2024005-S04.QbIII.01_R15	3	04.05.2026	C.Comastri	C..Comastri	C.Comastri	Pag. 14 di 17
File	Rev.:	Data:	Redazione	Controllo	Approva- zione	

Per gli usi non strutturali è utilizzato acciaio prodotto con un contenuto minimo di materie riciclate ovvero recuperate ovvero di sottoprodotti come di seguito specificato:

acciaio da forno elettrico non legato, contenuto minimo pari al 65%;

acciaio da forno elettrico legato, contenuto minimo pari al 60%;

acciaio da ciclo integrale, contenuto minimo pari al 12%.

Con il termine “acciaio da forno elettrico legato” si intendono gli “acciai inossidabili” e gli “altri acciai legati” ai sensi della norma tecnica UNI EN 10020, e gli “acciai alto legati da EAF” ai sensi del Regolamento delegato (UE) 2019/331 della Commissione.

Le percentuali indicate si intendono come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate.

7.3.2.2 Verifica

Il progetto prevede l'utilizzo di acciaio per il cemento armato. Dalla ferriera e dal centro di Trasformazione devono essere ottenute tutte le certificazioni che riguardano il contenuto degli acciai., le caratteristiche tecniche e quanto deve dichiarare in ordine a quanto prescritto dal CAM.

7.3.3 Prodotti in conglomerato bituminoso

A seguito dell'entrata in vigore del D.M. 5 agosto 2024 recante Criteri Ambientali Minimi per l'affidamento del servizio di progettazione ed esecuzione dei lavori di costruzione, manutenzione e adeguamento delle infrastrutture stradali, si redige il seguente paragrafo in ottemperanza dell'art 57 comma 2 del D.Lgs. 36/2023.

Il progetto di ripristino della SP21 relativamente al criterio di sostenibilità ambientale dell'opera si è concentrato sull'utilizzo materiali alternativi provenienti da materiali riciclati e/o sottoprodotti: tale scelta, insieme a tecnologie di produzione avanzate, è tale da contribuire a ridurre l'impatto ambientale delle infrastrutture stradali. Gli aggregati riciclati derivanti da asfalto recuperato consentono di massimizzare il riciclo delle risorse a livello di legante e miscela di asfalto: gli aggregati derivanti dall'asfalto recuperato vanno a sostituire parzialmente gli aggregati necessari alla resa del prodotto e il legante in essi incorporato sostituisce in parte quello dei leganti bituminosi aggiunti insieme ai polimeri di modifica.

La soluzione progettuale adottata è stata scelta per rispettare il criterio di durata della pavimentazione, garantendo una vita utile pari a 5 anni (intervento di risanamento superficiale)

Per lo strato di usura (c.b. modificati) è previsto l'utilizzo in osservanza al D.M. 5 agosto 2024 di materiali bituminosi con un contenuto minimo di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti, riferita al peso del prodotto finito, non inferiore al 10%, con l'utilizzo possibilmente del materiale proveniente dalla fresatura dello stesso corpo stradale. Per i tratti in cui viene rinnovata anche lo strato di binder il contenuto minimo dovrà essere non inferiore al 20%. La demolizione del corpo stradale dovrà essere eseguita in modo da massimizzare il recupero del materiale. Per i materiali ci si riferisce al capitolo 2.3 “SPECIFICHE TECNICHE PER I PRODOTTI DA COSTRUZIONE” del D.M. 5 agosto 2024.

THS2024005-S04.QbIII.01_R15	3	04.05.2026	C.Comastri	C..Comastri	C.Comastri	Pag. 15 di 17
File	Rev.:	Data:	Redazione	Controllo	Approva- zione	

7.4 SPECIFICHE TECNICHE RELATIVE AL CANTIERE

7.5 Generalità

Il capitolo 2.4 dei CAM Strade riguarda le "Specifiche Tecniche Relative al cantiere".
Al paragrafo 2.4.1. i CAM Strade elencano tutte le attività di preparazione e conduzione dei cantieri.

7.5.1.1 Criterio

Nel caso in esame relativamente alle criticità legate alle emissioni di inquinanti sull'ambiente circostante, si può senz'altro ritenere che tale criticità sia minima, data la limitazione dei tempi per l'esecuzione di lavori con escavatore, autotreni, macchine perforatrici per la realizzazione dei micropali e per la chiodatura della scarpata di valle. Non sono segnalate in sito piante o essenze vegetali che debbano essere soggette a protezioni. I depositi di materiale da scavo e da materiali da utilizzare per la costruzione del ripristino della strada sono ricavati al piede della scarpata, non prossimi a preesistenze arboree e arbustive autoctone di interesse storico e botanico. Per quanto concerne il tema dell'impatto acustico (Legge n.447 del 26 ottobre 1995 "legge quadro sull'inquinamento acustico"), con già descritto in precedenza, le attività rumorose sono limitate all'uso di escavatore, di trincia per il taglio della vegetazione, macchina perforatrice per esecuzione dei micropali. Queste attrezzature di nuova generazione sono dotate di schermature che riducono il rumore. Come per l'abbattimento del rumore anche in merito alle emissioni di polveri e fumi sono estremamente contenuti. Per le polveri si realizza la bagnatura con pulviscoli che fanno decadere a terra le microparticelle di polveri. Per i fumi si adotta il criterio di ridurre il più possibile il tempo di accensione delle attrezzature che funzionano con motore a combustione.

Per quanto riguarda la protezione del suolo e sottosuolo, questa è assicurata dal fatto che i lavori che sono previsti non comportano modifiche alle condizioni presenti in sito. I lavori consistono nella apertura di una fascia di pista a monte della attuale strada e la realizzazione di una piattaforma a valle da dove realizzare le fondazioni del muro di sostegno in c.a.. Per i mezzi utilizzati non si prevedono perdite di oli o combustibili: nel caso si manifestassero incidenti che comportino fuoriuscite di liquidi dai mezzi, si procederebbe ad una immediata pulizia del suolo e riparazione del mezzo. Tutto il cantiere è circondato dalla recinzione alta 1,80m e le aree di deposito sono indicate con la segnaletica di cantiere.

7.5.1.2 Verifica

Le verifiche sono condotte utilizzando le prescrizioni del Piano di Sicurezza e Coordinamento che in merito alla cantierizzazione descrivono tutte le situazioni dianzi elencate compresi i mezzi che devono essere certificati e registrati sia nei modelli, sia nelle relative prestazioni. I mezzi molto vecchi consumano molto carburante ed inquinano di più dei mezzi di nuova generazione e questo è un elemento di verifica importante per l'abbattimento dei consumi e degli inquinanti.

THS2024005-S04.QbIII.01_R15	3	04.05.2026	C.Comastri	C..Comastri	C.Comastri	Pag. 16 di 17
File	Rev.:	Data:	Redazione	Controllo	Approva- zione	

8 CONCLUSIONI

Il progetto di costruzione del ponte sul Rio Montale e i ripristini definitivi dei tratti stradali della SP21 "Val Sillaro" è stato redatto tenendo conto ed osservando Criteri Ambientali Minimi per l'Edilizia e per le Strade.

I lavori di cui si è trattato riguardano la ricostruzione di tratti stradali localizzati in porzioni della corsia di valle della stessa. Materiali e sistemi di costruzione sono stati proposti in ottemperanza ai criteri ambientali dei CAM.

Ing. Claudio Comastri

THS2024005-S04.QbIII.01_R15	3	04.05.2026	C.Comastri	C..Comastri	C.Comastri	Pag. 17 di 17
File	Rev.:	Data:	Redazione	Controllo	Approva- zione	