

ITINERARIO INTERNAZIONALE E78
S.G.C. GROSSETO - FANO
ADEGUAMENTO A 4 CORSIE
NEL TRATTO GROSSETO - SIENA (S.S. 223 "DI PAGANICO")
DAL KM 41+600 AL KM 53+400 - LOTTO 9

PROGETTO ESECUTIVO

COD. **FI15**

PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GDG - ICARIA

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Nando Granieri
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A351

IL PROGETTISTA:

Dott. Ing. Federico Durastanti
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Terni n° A844

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Giorgio Cerquiglioni
Ordine dei Geologi della Regione Umbria n°108

IL R.U.P.

Dott. Ing.
Raffaele Franco Carso

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Filippo Pambianco
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A1373

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



Dott. Ing. N. Granieri
Dott. Arch. N. Kamenicky
Dott. Ing. V. Truffini
Dott. Arch. A. Bracchini
Dott. Ing. F. Durastanti
Dott. Ing. E. Bartolucci
Dott. Geol. G. Cerquiglioni
Geom. M. De Tursi
Dott. Ing. L. Sbrenna
Dott. Ing. E. Sellari
Dott. Ing. L. Dinelli
Dott. Ing. L. Nani
Dott. Ing. F. Pambianco
Dott. Agr. F. Berti Nulli

Dott. Ing. D. Carlaccini
Dott. Ing. S. Sacconi
Dott. Ing. A. Rea
Dott. Ing. V. De Gori
Dott. Ing. C. Consorti
Geom. F. Dominici

Dott. Ing. V. Rotisciani
Dott. Ing. F. Macchioni
Geom. C. Vischini
Dott. Ing. V. Piunno
Dott. Ing. G. Pulli
Geom. C. Sugaroni



DOCUMENTI TECNICO-ECONOMICI

Manuale d'uso e manutenzione

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T00-CT00-TAM-RE01		
L O F I 1 5	E	1 9 0 1	CODICE ELAB. T 0 0 C T 0 0 T A M R E 0 1	B	-
B	Revisione a seguito rapporto intermedio DGSV 156/2 del 02/03/2021		Mar 2021	F. Morini	E. Bartolucci
A	Emissione		Feb 2020	F. Morini	E. Bartolucci
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO
					APPROVATO

INDICE

1. PARTE GENERALE	4
1.1 PREMESSA	4
1.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
1.3 STRUTTURA DEL PIANO DI MANUTENZIONE	6
1.4 BANCA DATI.....	7
1.4.1. <i>Le opere</i>	9
1.4.1 <i>Corpo d’opera</i>	9
1.4.2 <i>Unità Tecnologiche</i>	10
1.4.3 <i>Elementi Manutenibili.....</i>	10
1.5 DESCRIZIONE GENERALE	12
2. MANUALE D’USO	18
2.1 PREMESSA	18
2.2 DESTINATARI DEL MANUALE	18
2.3 CONTROLLI PERIODICI E ANNUALI	19
2.3.1 <i>Controllo visivo</i>	20
2.3.2 <i>Controlli visivi dettagliati (ispezioni)</i>	20
2.3.3 <i>Controlli strumentali (test)</i>	20
2.4 SCHEDE	21
2.4.1 <i>Scheda dati storici.....</i>	21
2.4.2 <i>Scheda anomalie rilevate con controllo a vista</i>	25
2.4.3 <i>Schede anagrafiche di catalogazione di ogni opera d’arte.....</i>	26
2.5 RISULTATI DEI CONTROLLI E ANALISI DEI DATI - CRITERI PER L’INTERVENTO..	29
2.5.1 <i>Relazione sulle patologie e Valori di soglia.....</i>	30
2.5.2 <i>Analisi delle cause di degrado</i>	30
2.5.3 <i>Individuazione degli interventi</i>	31
2.5.4 <i>Analisi dei vincoli e delle priorità</i>	31

2.5.5 Schede criteri per l'intervento	33
3. MANUALE DI MANUTENZIONE	35
3.1 PREMESSA	35
3.2 OBIETTIVI.....	35
3.2.1 Obiettivi di natura tecnico – funzionale.....	35
3.2.2 Obiettivi di natura economica	36
3.2.3 Obiettivi di natura giuridico – normativa	36
3.3 DESTINATARI.....	36
3.4 LE OPERAZIONI MANUTENTIVE	37
3.4.1 Operazioni programmate di manutenzione periodica.....	37
3.4.2 Operazioni di manutenzione straordinaria.....	38
3.5 SCELTA DI INTERVENTI ALTERNATIVI - ANALISI COSTI-BENEFICI.....	38
3.6 CONTROLLO DEGLI INTERVENTI DI MANUTENZIONE	39
4. PROGRAMMA DI MANUTENZIONE.....	41
4.1 STRUTTURA DEI PROGRAMMI.....	43
4.2 FASI DI STESURA	43
4.3 ARTICOLAZIONE DEI SOTTOPROGRAMMI	44
4.3.1 Sottoprogramma dei controlli: Programma delle Ispezioni.....	44
4.3.2 Sottoprogramma degli interventi di manutenzione	47
4.3.3 Sottoprogramma delle prestazioni o di conduzione	48
4.4 TIPOLOGIA DEI PROGRAMMI	48
4.4.1 Tipologia di programmi per le opere d’arte	48
4.4.2 Tipologia di programmi per le pavimentazioni.....	70
4.4.3 Tipologia di programmi per le barriere di sicurezza (guardrail).....	89
4.4.4 Tipologia di programmi per la segnaletica.....	105
4.4.5 Tipologia di programmi per le opere idrauliche.....	114
4.4.6 Tipologia di programmi per le opere di mitigazione.....	120

4.4.7 Tipologia di programmi per gli impianti.....	133
4.4.8 Tipologia di programmi per le scogliere	161
4.5 ORGANIZZAZIONE E RESPONSABILITÀ DEL PERSONALE	163

1. PARTE GENERALE

1.1 PREMESSA

Il presente piano di manutenzione, redatto secondo quanto previsto dalla Legge 109/94 ed al suo “Regolamento di attuazione” DPR 554/99 art. 40 (legge “109/94” sostituita e abrogata dal Decreto Legislativo n°163 - 12 aprile 2006 “Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture”), descrive le metodologie di sorveglianza e manutenzione delle pavimentazioni stradali, le opere d’arte, la segnaletica, gli impianti, i sistemi di smaltimento e trattamento delle acque meteoriche e delle specie alloctone, nell’ambito del progetto di “Ampliamento da 2 a 4 corsie dell’Itinerario internazionale E78 S.G.C. Grosseto – Fano, Lotto 9” ed è finalizzato a mantenere il sistema funzionale nel tempo.

I vantaggi che derivano da una corretta ed efficace manutenzione sono molteplici e tra questi si evidenziano:

- affidabilità delle opere, prevedendo e riducendo i possibili disservizi che possono comportare notevoli disagi nella fase di esercizio;
- gestione dell’opera durante tutto il suo ciclo di vita, con il risparmio economico derivante dalla riduzione degli interventi di manutenzione straordinaria che sono notevolmente costosi;
- corretta pianificazione degli oneri economici e finanziari connessi alla gestione del bene ed alla sua durabilità;
- salvaguardia ambientale garantita dalla buona conservazione delle opere d’arte e dalle opere di mitigazione.

Quindi, gli obiettivi del Piano di manutenzione devono essere i seguenti:

- sistema informativo dell’opera: ovvero la costituzione e la gestione di una Banca Dati relativa alle caratteristiche degli elementi e dei relativi materiali costituenti, alla loro vita, ai loro degradi, ai dati acquisiti dalle ispezioni periodiche e straordinarie e agli interventi di manutenzione;
- sistemi di controllo: valutare quali siano, nelle varie fasi di esistenza dell’opera, i sistemi idonei a determinare i dati che occorrono al sistema informativo. Tali sistemi devono essere definiti sia nelle modalità che nelle strumentazioni.

- programmazione: la definizione degli intervalli di tempo in cui effettuare i controlli di verifica sulle opere ed i materiali.
- gli interventi tipo: la definizione degli interventi da eseguire nell’ipotesi che sia segnalato un degrado. La costituzione di un archivio dei degradi e dei possibili interventi fornisce un ulteriore strumento di previsione economica di investimento ai tecnici preposti.

Pertanto, a partire dall’analisi comparata delle diverse informazioni contenute nelle banche dati e dalla definizione razionale delle necessità di intervento, legate sia alla manutenzione programmata, sia derivanti da eventi di degrado riscontrati nel loro stato iniziale, si interviene secondo determinate priorità, al fine di conservare nel tempo le caratteristiche funzionali e strutturali dell’opera.

1.2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

I riferimenti normativi specifici di cui si è tenuto conto nell’elaborazione del presente piano di manutenzione e dei quali si dovrà tener conto in fase gestionale delle opere, sono:

- D.M. LL.PP. 9 giugno 1995 – Disciplinare tecnico sulle prescrizioni relative ad indumenti e dispositivi autonomi per rendere visibile a distanza il personale impegnato su strade in considerazioni di scarsa visibilità.
- Direttive Ministero LL.PP. 24 ottobre 2000 sulla corretta e uniforme applicazione delle norme del codice della strada in materia di segnaletica e criteri per installazione e la manutenzione.
- D.Lgs. 81/2008 - “Testo unico sulla sicurezza del Lavoro”
- D.P.R. 24-11-2001 n° 474. D.Lgs (15-1-2002 n°9) (Nuovo Codice della Strada e Regolamento).
- Norma C.E.I. – 0-10 – 2002/02. Guida alla manutenzione degli impianti elettrici.
- UNI 10144 Manutenzione – Classificazione dei servizi di manutenzione
- UNI 10145 Manutenzione – Definizione dei fattori di valutazione delle imprese fornitrici di servizi di manutenzione
- UNI 10146 Manutenzione – Criteri per la formulazione di un contratto

- UNI 10147 Manutenzione – Terminologia
- UNI 10148 Manutenzione – Gestione di un contratto di manutenzione
- UNI 10224 Manutenzione – Principi fondamentali della funzione della manutenzione
- UNI 10366 Manutenzione – Criteri di progettazione della manutenzione
- UNI 10388 Manutenzione – Indici di manutenzione
- UNI 10449 Manutenzione – Criteri per la formulazione e gestione del permesso di lavoro
- UNI 10584 Manutenzione – Sistema informativo di manutenzione
- UNI 10604 Criteri di progettazione, gestione e controllo dei servizi manutenzione di immobili
- UNI 10685 Criteri per la formulazione di contratti global service
- UNI 10874 Criteri di stesura dei manuali d’uso e di manutenzione

1.3 STRUTTURA DEL PIANO DI MANUTENZIONE

Il presente “Piano di Manutenzione” è costituito dai tre documenti operativi di seguito richiamati, con le specifiche finalità sinteticamente descritte:

- 1) Il “Manuale d’Uso”, fornisce un insieme di informazioni che permettono di conoscere le modalità di fruizione e gestione del bene, al fine di evitarne il degrado anticipato.

Il “Manuale d’Uso”, pertanto, deve:

- indicare gli elementi utili a limitare danni causati da un uso improprio del bene;
- consentire di eseguire le operazioni necessarie alla conservazione del bene, che non richiedano “conoscenze specialistiche”;
- consentire di riconoscere con tempestività gli anomali fenomeni di deterioramento del bene, al fine di intervenire anche con operazioni di tipo “specialistico”.

Per il raggiungimento di tali obiettivi, il “Manuale d’Uso” prevede l’istituzione di ispezioni di controllo periodiche visive, pianificandone le modalità esecutive e normalizzando l’acquisizione e l’interpretazione dei dati riscontrati, al fine di tenere il

bene sotto controllo con continuità e di conoscerne costantemente lo stato di conservazione.

Il “Manuale d’Uso”, inoltre, definisce l’entità e le caratteristiche degli operatori, delle strumentazioni e delle tecnologie necessarie al monitoraggio dell’opera.

2) Il “Manuale di Manutenzione”, fornisce le indicazioni necessarie alla corretta manutenzione dell’opera.

Dal punto di vista operativo, il “Manuale di Manutenzione” dopo aver individuato il livello minimo delle prestazioni che il bene deve assicurare e le anomalie prevedibili nel corso della sua vita utile, definisce quali debbano essere gli interventi necessarie e le modalità di esecuzione degli stessi.

3) Il “Programma di Manutenzione”, definisce temporalmente il sistema dei controlli e degli interventi da eseguire a cadenza prefissate, al fine di gestire correttamente e mantenere nel corso degli anni le caratteristiche funzionali e di qualità delle opere e delle loro parti.

Il “Programma di Manutenzione” si articola in tre sottoprogrammi:

- a) Sottoprogramma delle Prestazioni, che definisce a livello programmatico lo stato d’uso, di conservazione e le prestazioni delle varie parti del bene nel corso del suo ciclo di vita.
- b) Sottoprogramma dei Controlli, che definisce il programma delle verifiche e dei controlli, al fine di rilevare lo stato delle opere in vari momenti della vita del bene, individuando i dettagli e la dinamica delle cadute prestazionali.
- c) Sottoprogramma degli Interventi di Manutenzione, che definisce la programmazione temporale e l’ordine dei vari interventi di manutenzione, da effettuare per una corretta conservazione del bene.

1.4 BANCA DATI

L’obiettivo della costituzione della banca dati è quello di raccogliere durante la costruzione, in maniera sistematica, tutte le informazioni che potranno essere utili per le manutenzioni future e, in particolare, per la valutazione delle cause di determinati ammaloramenti, per la valutazione della necessità e priorità di intervento in ripristino, per la progettazione dello stesso.

In sintesi, le informazioni da acquisire possono così raggrupparsi:

- dati generali di identificazione;
- dati sull’andamento plano-altimetrico;
- dati sui terreni di fondazione e sull’ammasso;
- dati sulla tipologia delle strutture costituenti;
- dati sui sistemi di scavo e sulle caratteristiche costruttive delle strutture;
- dati sui sistemi di drenaggio, smaltimento acque, impermeabilizzazione;
- informazioni sulle caratteristiche ambientali;
- informazioni sull’ambiente interno e sugli impianti esistenti.

I dati raccolti dalle documentazioni di progetto, di collaudo e di controllo devono essere omogenei e organizzati e relazionati in maniera opportuna.

Il sistema informativo accennato al punto precedente viene strutturato assegnando i dati raccolti agli elementi individuati che costituiscono l’opera nella sua globalità. Tali entità sono tra loro correlate e nell’accezione proposta sono:

- Opera:* opera di riferimento
- Corpo d’opera:* nel caso di opere complesse consente di suddividere il piano di manutenzione in funzione delle varie parti costituenti l’opera complessiva (es. impianti).
- Unità tecnologiche:* ogni corpo d’opera è costituito da più unità tecnologiche intese come opere che svolgono una funzionalità tecnologica nell’ambito del corpo d’opera. Esse devono offrire delle idonee prestazioni e soddisfare opportuni requisiti (es. impianto di ventilazione).
- Elemento manutenibile:* sono le parti più in basso della scomposizione e sono quelli a cui vengono riferiti requisiti, le prestazioni, le anomalie, i controlli e gli interventi correttivi (es. ventilatori).

- | | | |
|--------------------------|--------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | <i>Requisiti:</i> | le caratteristiche e le prestazioni richieste all’unità tecnologica o all’elemento manutenibile. |
| <input type="checkbox"/> | <i>Anomalie:</i> | i difetti che possono essere rilevati dagli operatori per ogni elemento. Sono detti anche degradi. |
| <input type="checkbox"/> | <i>Controlli:</i> | le indagini da svolgere su ogni elemento specificando lo strumento e la frequenza. |
| <input type="checkbox"/> | <i>Interventi:</i> | le azioni correttive all’insorgere dell’anomalia. |

1.4.1. Le opere

Il tratto stradale in progetto può ragionevolmente scomporsi nelle singole opere, per tipologia e in “verticale” e precisamente:

- Rilevati e Trincee;
- Viadotti e ponti;
- Cavalcavia, sottopassi, opere di sostegno;
- Svincoli;
- Impianti
- Scogliere

Questo tipo di suddivisione consente inoltre di tenere conto non solo delle opere longitudinali, ma anche di quelle trasversali. Questa suddivisione in singole opere è già prevista dalla WBS e consente di individuare univocamente un elemento nel complesso dell’opera di progetto.

1.4.1 Corpo d’opera

I corpi d’opera considerati sono:

- Corpo stradale

- Struttura
- Completamento delle opere d’arte

1.4.2 Unità Tecnologiche

- ◇ **Corpo stradale**
 - Piano stradale
 - Sistemazione idraulica
 - Segnaletica stradale
 - Attrezzature esterne
 - Opere di mitigazione
- ◇ **Strutture**
 - Strutture in sottosuolo
 - Strutture in elevazione
- ◇ **Completamento opere d’arte**
 - Apparecchi per viadotti
 - Impermeabilizzazione impalcati

1.4.3 Elementi Manutenibili

- ◇ **Corpo stradale**
 - Piano stradale
 - Pavimentazioni stradali
 - Scarpate
 - Piazzole e Area Sosta
 - Sistemazione idraulica
 - Canalette e fossi di guardia
 - Segnaletica stradale
 - Orizzontale
 - Verticale
 - Attrezzature esterne
 - Barriere (guardrail)
 - Pannello di rete
 - Opere di mitigazione
 - Requisiti e prestazioni

- Barriere antirumore
- Vasche di prima pioggia
- ◇ **Strutture**
 - Strutture in sottosuolo
 - Fondazioni
 - Strutture in elevazione
 - Strutture in c.a.
 - Opere metalliche
- ◇ **Completamento opere d’arte**
 - Apparecchi per viadotti
 - Giunti
 - Apparecchi di appoggio
 - Rivestimenti
 - Impermeabilizzazione impalcati
 - Strati impermeabili

1.5 Descrizione generale

Il progetto in esame consiste nell’ampliamento da 2 a 4 corsie del Lotto 9 dell’Itinerario internazionale E78 S.G.C. Grosseto – Fano, sviluppandosi per circa km 11+800, dalla prog. Km 41+600 alla prog. Km 53+400. Lungo il tracciato si prevede la costruzione di 4 viadotti, 4 cavalcavia, 3 sottovia, 20 ponticelli e 49 tombini.

I viadotti sul fiume Merse sono due viadotti distinti, uno per ciascuna carreggiata, costituiti da quattro campate con luce di calcolo rispettivamente pari a 30-40-60-45m e lunghezza complessiva di 175 m. L’impalcato è a sezione mista acciaio calcestruzzo di larghezza variabile con valore minimo pari a 11.25m. Le spalle dei viadotti sono spalle tradizionali realizzate in calcestruzzo armato e fondate su pali di grande diametro ($\varnothing 1500$), mentre le pile circolari di diametro $\varnothing 3000$ sono fondate su pozzi di 6m di diametro e profondità 12m, per la cui costruzione sono previsti pali secanti $\varnothing 600$ di lunghezza 20m. Per gli appoggi, al fine di ridurre le sollecitazioni trasmesse dall’impalcato alle sottostrutture in fase sismica, sono previsti isolatori HDRB per tutte le sottostrutture. Si riportano di seguito alcune viste dell’opera in progetto.

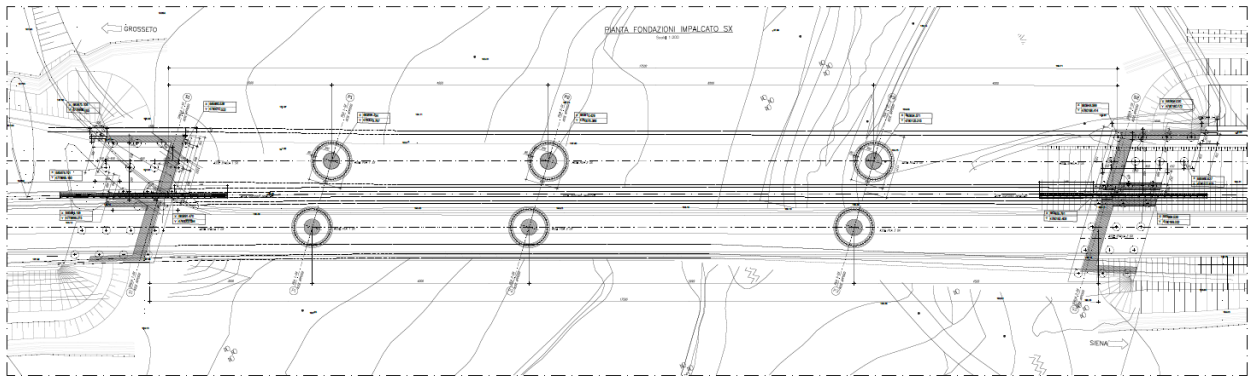


Figura 1 – Pianta Viadotto sul fiume Merse

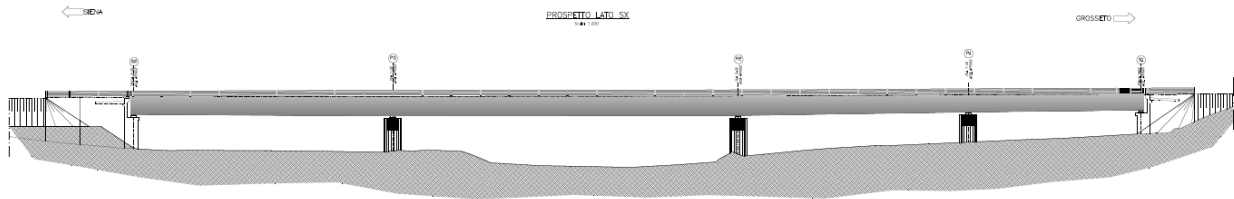


Figura 2 – Prospetto Viadotto sul fiume Merse

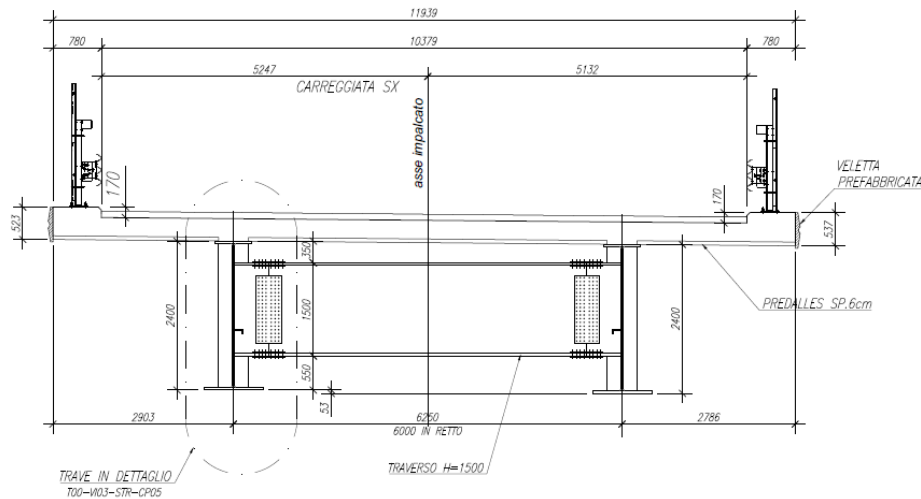


Figura 3 – Sezione trasversale impalcato Viadotto sul fiume Merse

I viadotti sul fiume Ornate sono due viadotti distinti, uno per ciascuna carreggiata, identici, solo sfalsati planimetricamente. Sono costituiti da tre campate con luce di calcolo rispettivamente pari a 50-85-50m e lunghezza complessiva di 185 m, impalcato a sezione mista acciaio calcestruzzo di larghezza pari a 11.25m. In ciascun viadotto è prevista una spalla passante fondata su pali Ø1200 ed una spalla tradizionale fondata su pali Ø1500. Le pile circolari di diametro Ø3000 sono fondate su pozzi di 6m di diametro e profondità 12m, per la cui costruzione sono previsti pali secanti Ø600 di lunghezza 20m. Per gli appoggi, al fine di ridurre le sollecitazioni trasmesse dall’impalcato alle sottostrutture in fase sismica, sono previsti isolatori HDRB per tutte le sottostrutture. Si riportano di seguito alcune viste dell’opera in progetto.

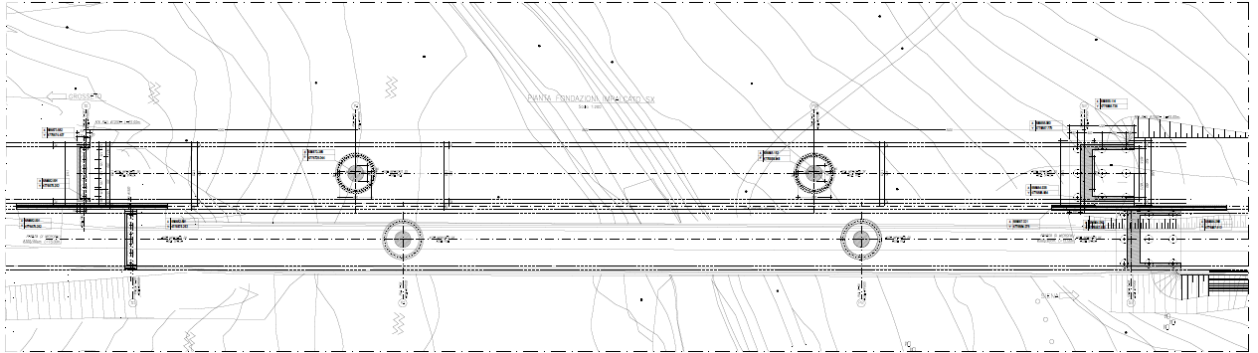


Figura 4 – Pianta Viadotto sul fiume Ornatte

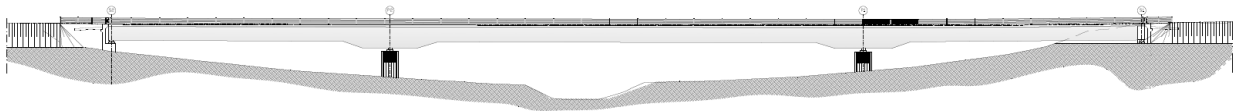


Figura 5 – Prospetto Viadotto sul fiume Ornatte

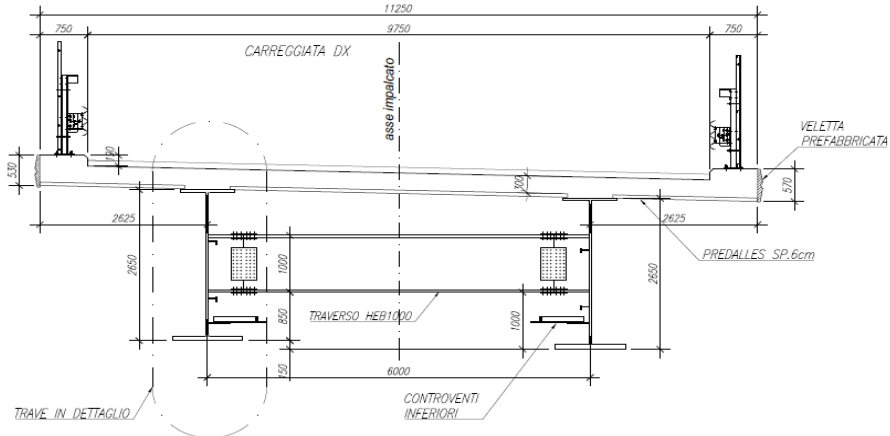


Figura 6 – Sezione trasversale impalcato Viadotto sul fiume Ornatte

In progetto sono stati previsti quattro cavalcavia, ovvero il cavalcavia CV01 al km 43+985 per l'attraversamento di una viabilità secondaria esistente, il cavalcavia CV02 “Frontignano” con cui la viabilità comunale sovrappassa l'asse principale alla progressiva km 50+863, il cavalcavia CV03 dello svincolo “Ponticini” con cui si sovrappassano l'asse principale e le complanari viabilità comunali 4 e 5 (km 53+126) , infine, per garantire il collegamento della località Bagnaia con la rete viaria locale e con il versante ovest del tracciato principale, è stata previsto un cavalcavia, CV04, che colleghi le viabilità Comunale 4 e Comunale 5.

Tutti i cavalcavia presentano impalcati a struttura mista acciaio calcestruzzo e al fine di ridurre le sollecitazioni trasmesse dall’impalcato alle sottostrutture in fase sismica, per tutti gli appoggi sono previsti isolatori HDRB.

In particolare il cavalcavia CV01 presenta campata unica di luce pari a 40m. Le due spalle sono realizzate in calcestruzzo armato, fondate su pali di grande diametro ($\varnothing 1200\text{mm}$). Per gli appoggi, al fine di ridurre le sollecitazioni trasmesse dall’impalcato alle sottostrutture in fase sismica, sono previsti isolatori HDRB.

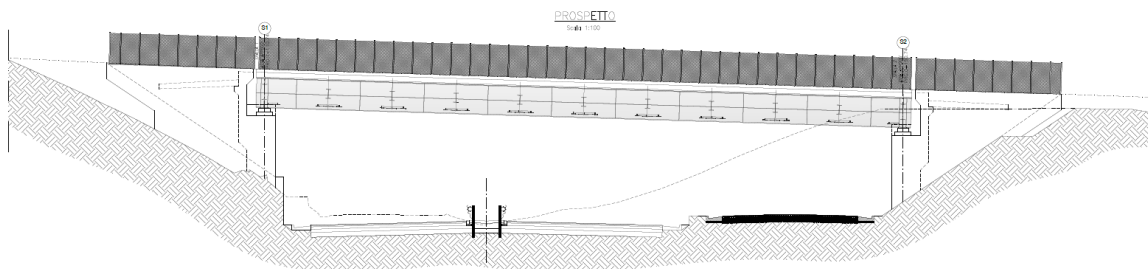


Figura 7 – Prospetto CV01

Il cavalcavia CV02 presenta campata unica di luce pari a 44m. Le due spalle del cavalcavia sono realizzate in terra armata con due cordoli, con funzione di appoggio per l’impalcato fondate su pali di grande diametro ($\varnothing 1200\text{mm}$). Per gli appoggi, al fine di ridurre le sollecitazioni trasmesse dall’impalcato alle sottostrutture in fase sismica, sono previsti isolatori HDRB.

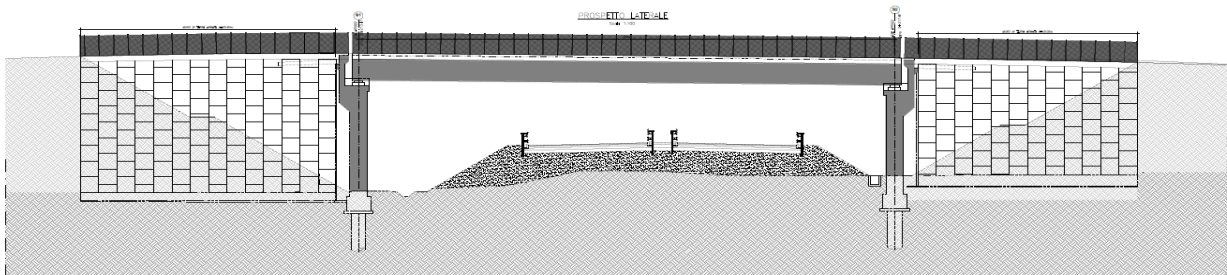


Figura 8 – Prospetto CV02

Il cavalcavia CV03 presenta tre campate di luce pari rispettivamente a 24-36-24m. Le due spalle del cavalcavia sono realizzate in terra armata con due cordoli, con funzione di appoggio per l’impalcato fondate su pali di grande diametro ($\varnothing 1200\text{mm}$). Le pile poggiano su pali $\varnothing 1200$.

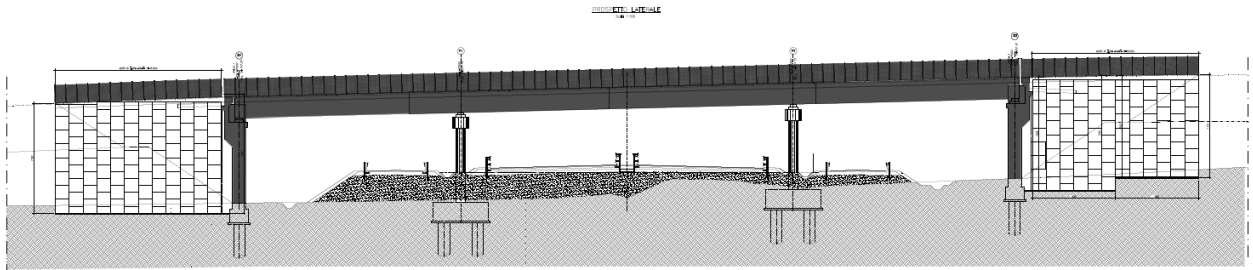


Figura 9 – Prospetto CV03

Il cavalcavia CV04 presenta campata unica di luce pari a 40m. Le due spalle del cavalcavia sono realizzate in calcestruzzo armato, fondate su pali di grande diametro ($\varnothing 1200\text{mm}$).

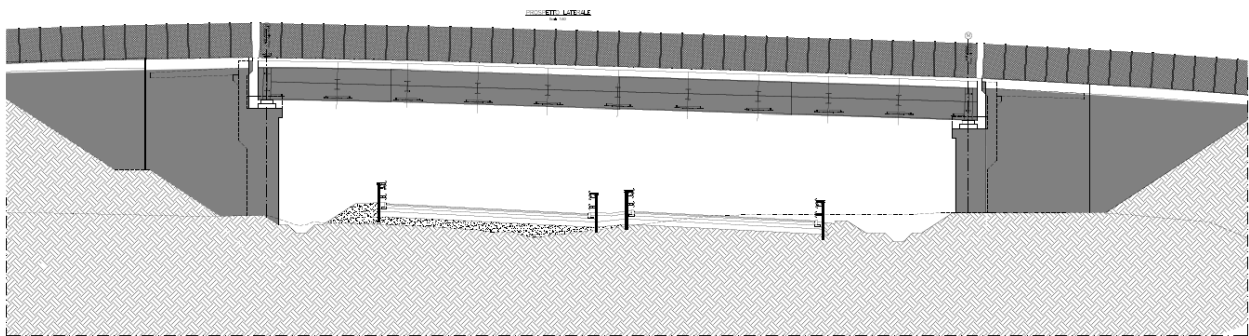


Figura 10 – Prospetto CV04

Lungo il tracciato sono previsti 3 sottovia, rispettivamente in corrispondenza dello svincolo “Il Picchetto” (km 44+375), il sottovia dello svincolo “Fontazzi” (km 46+909) e il sottovia con cui la viabilità comunale 2 attraversa l’asse principale (km 48+521). Il progetto prevede la realizzazione di 22 opere di sostegno (muri, paratie, terre rinforzate), per le quali, per contrastare l’artificialità dei paramenti a vista, si sono adottati, in luogo delle superfici cementizie a vista, o particolari pannelli prefabbricati rivestiti in pietra locale coerenti con le tipologie costruttive del luogo o finiture pigmentate che consentono un migliore inserimento ambientale.

Le opere di attraversamento idraulico sono costituite da ponticelli per gli attraversamenti maggiori e tombini idraulici per gli attraversamenti secondari. L’impalcato dei ponticelli verrà realizzato con travi prefabbricate e soletta collaborante in c.a., di luce pari a 10m o 20m, sostenuto da spalle anch’esse in c.a. gettato in opera su fondazioni profonde. In presenza di franchi idraulici ridotti si è adottata la sezione scatolare. Si prevede la realizzazione di 33 tombini lungo la viabilità e 16 tombini $\varnothing 1500$ lungo le viabilità secondarie. Di questi 13 sono stati progettati per svolgere anche funzione faunistica.

Per garantire lo smaltimento delle acque meteoriche lungo la piattaforma stradale, si è progettato un sistema di raccolta e smaltimento delle acque di piattaforma mediante la

realizzazione di un sistema chiuso per circa il 90% dell’intero Lotto 9, realizzando un sistema di collettori in PEAD, caditoie, pozzetti e 8 vasche di prima pioggia. Le acque di dilavamento della piattaforma sono cariche di sostanze nocive per la qualità dei recettori naturali. Le principali sostanze inquinanti legate al traffico veicolare sulla banchina derivano dall’abrasione del manto stradale, degli pneumatici, dei ferodi dei freni, da perdite di liquidi, da emissioni di combustioni, da perdite di merci trasportate, da immondizie e materiali vari gettati sul manto della piattaforma e trasportate, in occasione degli eventi meteorici, in sospensione o soluzione direttamente al recapito finale. A queste, va aggiunto anche lo sversamento accidentale di liquidi pericolosi e inquinanti (idrocarburi, olii etc.) a seguito di incidenti relativi a mezzi di trasporto in cisterna di tali sostanze (onda nera).

E’ stata perciò prevista l’introduzione di vasche di prima pioggia per il trattamento delle acque provenienti dalla piattaforma, ottimizzandone il posizionamento in funzione delle condizioni planoaltimetriche del tracciato dell’area di progetto. Laddove non è stato possibile intervenire con un sistema chiuso si è optato al classico sistema aperto mediante l’utilizzo di canalette, embrici e fossi di guardia.

Sono stati previsti impianti di illuminazione per gli svincoli principali, “Picchetto”, “Fontanazzi” e “Ponticini” e per l’area di servizio che ricade lungo il tracciato.

Relativamente all’inserimento ambientale dell’infrastruttura, sono stati studiati gli interventi a verde in relazione alle diverse tipologie del progetto stradale. In particolare, nella progettazione degli interventi e nella scelta delle essenze si è tenuto conto del tipo e degli stadi seriali delle formazioni presenti al contorno, individuando in tal modo le specie maggiormente idonee all’impianto. Nella scelta delle specie da adottare è stato previsto principalmente l’impiego di specie autoctone.

Infine è prevista la realizzazione di scogliere in massi ciclopici per la difesa spondale sia in prossimità delle spalle e delle pile dei viadotti sul fiume Merse, sia in corrispondenza di tutti i rilevati, individuati nel presente progetto esecutivo, dove le analisi hanno previsto rischi di erosione. In particolare sono state previste:

- Opera di sostegno OS04 tra le progressive 43+180 e 43+380
- Svincolo Picchetto
- Svincolo Fontazzi
- Svincolo Frontignano
- Svicolo Ponticini
- In corrispondenza delle progressive 49+740 e 49+920
- In corrispondenza delle progressive pk 50+240 e 50+320
- Viadotti Merse: pile e spalle
- Viadotto Ornate: in corrispondenza della viabilità vicinale 2

I versanti a tergo delle opere verranno riprofilati e piantumati con talee.

2. MANUALE D’USO

2.1 PREMESSA

Il manuale d’uso e di conduzione è il primo componente del Piano di Manutenzione e d’uso ed è finalizzato a:

- ◇ evitare e/o limitare modi d’uso impropri del bene;
- ◇ far conoscere le corrette modalità di funzionamento degli impianti tecnologici;
- ◇ istituire il corretto svolgimento delle operazioni di conduzione;
- ◇ evitare degradi anticipati;
- ◇ permettere agli addetti di riconoscere fenomeni di deterioramento ai quali deve seguire un intervento correttivo.

2.2 DESTINATARI DEL MANUALE

Quanto illustrato nel seguito è indirizzato ai seguenti operatori:

- ◇ Committente del servizio di conduzione (struttura tecnica di gestione) per consentirgli di stabilire la documentazione da richiedere al progettista ovvero i manuali.
- ◇ L’estensore ovvero il tecnico incaricato della stesura dei manuali per consentirgli di definire la struttura ed i contenuti tecnici dei documenti costituenti il manuale.
- ◇ Responsabile del servizio di conduzione, colui che nell’ambito della struttura di gestione è preposto all’organizzazione, alla programmazione ed alla gestione operativa del servizio.
- ◇ Responsabile degli interventi di conduzione, colui che nell’ambito della struttura organizza gli interventi correttivi quando allertato.

In definitiva l’intera attività di sorveglianza delle opere oggetto del Piano di Manutenzione, si dovrà svolgere sulla base di ispezioni periodiche visive eseguite con cadenza definita, condotte da personale tecnico incaricato ad hoc, e di controlli anche

con l’ausilio di strumentazioni ed analisi di laboratorio, da parte di personale specializzato.

Le ispezioni, i controlli ed il personale addetto, quindi dovranno essere coordinati da un ingegnere responsabile del servizio di conduzione. Tali controlli dovranno essere volti all’individuazione, difetto per difetto, di tutti gli ammaloramenti riscontrati ed il loro obiettivo dovrà essere soprattutto quello di verificarne l’eventuale evoluzione nel tempo.

Nell’ipotesi di intervento il responsabile, in base al piano, provvederà ad istituire i necessari provvedimenti.

2.3 CONTROLLI PERIODICI E ANNUALI

Su ciascun elemento manutenibile devono essere effettuate ispezioni periodiche, al fine di verificare lo stato dell’elemento esaminato e di individuare l’eventuale presenza di degradi e/o anomalie; la loro frequenza è stabilita, per ciascun elemento strutturale, nell’allegato “programma dei controlli”.

Le ispezioni devono essere effettuate da tecnici diplomati, che poi redigono l’apposito rapporto (“**scheda esame visivo**”) e, con i dati di quest’ultimo, aggiornano una “**scheda storica**” dei controlli, inserendo la data della visita e le eventuali nuove anomalie insorte.

Almeno una volta l’anno è necessaria la verifica da parte di un ingegnere.

L’insieme della documentazione di base ed acquisita nel tempo, dovrà andare a costituire una banca-dati in grado di essere consultata con estrema semplicità, per ottenere in prima istanza, per ciascuna opera, l’insieme dei suddetti due documenti fondamentali:

- ◇ il foglio di risultanza dell’ispezione periodica (a qualunque data, sinteticamente denominato nel seguito “scheda esame visivo”). Le schede di questo tipo sono particolari per ogni elemento manutenibile in quanto contengono dati specifici.
- ◇ il foglio riportante le caratteristiche strutturali fondamentali e la storia delle ispezioni, da aggiornare periodicamente, sinteticamente denominato nel seguito “scheda storica”.

2.3.1 Controllo visivo

L’esame visivo può essere condotto da un operativo della struttura preposta che riassume le sue osservazioni su apposito rapporto.

Il rapporto, la cui struttura è la medesima per ogni opera, contiene nella sua parte generale, l’identificazione dell’opera esaminata, il numero d’ordine generale, la data di ispezione, l’indicazione dei nomi di chi ha effettuato la visita, i dati identificativi del rollino e di eventuali fotografie scattate, i dati generali dell’opera e le successive sezioni allegata alla scheda, relative ad anomalie riscontrate in corrispondenza delle singole parti manutenibili.

Le parti da esaminare risultano facilmente identificabili mediante la lista anagrafica riportata nella parte generale.

2.3.2 Controlli visivi dettagliati (ispezioni)

L’esame visivo è la prima operazione da prevedere per un’indagine corretta, il cui scopo sia l’individuazione e la diagnosi dei fenomeni di degrado e la progettazione del conseguente intervento di restauro strutturale.

Per esempio, durante l’ispezione di una struttura in c.a., è opportuno esaminare le superfici delle strutture visibili, degli elementi costituenti le stesse, onde accertare ogni fatto nuovo e l’insorgere di eventuali anomalie esterne; in tal caso si dovrà annotare in maniera convenzionale tutti le anomalie dell’opera, dalle microfessurazioni alle macchie di ruggine, dallo stato di ossidazione del ferro alle delaminazioni ed ai distacchi del calcestruzzo, il tutto adeguatamente supportato da un’accurata documentazione fotografica.

Nel caso in cui l’opera presentasse segni di gravi anomalie, il tecnico dovrà promuovere ulteriori controlli specialistici e nel frattempo adottare direttamente, in casi di urgenza, eventuali limitazioni all’esercizio dell’opera.

2.3.3 Controlli strumentali (test)

L’esecuzione sistematica di ispezioni visive e la conseguente analisi dei dati, non sono sempre sufficienti per individuare qualsiasi difetto o per comprendere chiaramente le cause di determinati degradi, né per valutare oggettivamente il grado di “pericolo” di una situazione ed il rimedio anche provvisorio più idoneo.

I necessari approfondimenti diagnostici, che dal punto di vista prettamente operativo sono stati fatti rientrare fra le operazioni di manutenzione ordinaria, richiedono

l'esecuzione di prove strumentali che possono essere sia di tipo puntuale (relative all'esame di punti "critici") che di tipo "globale" (relative all'esame generale della struttura), mediante le quali è possibile stimare e valutare caratteristiche e parametri, relativi allo stato dei materiali costituenti le opere.

Tali attrezzature devono essere gestite da tecnici specializzati nel loro utilizzo, da ingegneri ed eventualmente possono essere utilizzati sistemi informatizzati di analisi dei dati, che sappiano correttamente interpretare i dati raccolti.

Per le pavimentazioni flessibili vi è un notevole sviluppo di strumentazioni ad alto rendimento, implementate dalle società che gestiscono le strade.

2.4 SCHEDE

Gli operatori che devono svolgere le operazioni di controllo visivo saranno forniti di apposite schede sulle quali trascriveranno quanto osservato.

E' compito della struttura coordinata dal conduttore del servizio di manutenzione l'archiviazione e l'interpretazione dei dati.

2.4.1 Scheda dati storici

La “scheda dati storici”, che come detto è finalizzata a reperire e raccogliere tutti i dati conoscitivi a partire dal progetto e dalle modalità di realizzazione dell'opera, sino allo stato attuale, è redatta ed aggiornata periodicamente per ciascuna parte strutturale di ogni opera, e contiene le seguenti informazioni:

Individuazione dell'opera e della parte strutturale cui si riferisce.

Periodo di costruzione e vicende ad esso collegate.

Materiali costituenti la parte strutturale dell'opera e, per ciascuno di essi, indicazione delle caratteristiche, dimensioni, tipologia, ecc. (cls, acciaio, altro).

- Altre informazioni relative all'ubicazione, allo schema statico, alla data d'inizio del degrado, ecc.

Successione cronologica delle ispezioni, per ciascuna delle quali è riportata la data, le parti della struttura le cui anomalie hanno subito delle variazioni rispetto all'ispezione precedente, che cosa è effettivamente variato, il n° della scheda di rilevamento.

Successione cronologica degli interventi significativi di manutenzione, con la relativa data, tipologia e ubicazione.

Segue la scheda tipo. **SCHEDA DATI STORICI**

OPERA:

A – PERIODO DI COSTRUZIONE

Data inizio costruzione:	
Data fine costruzione:	
Contestazioni in corso d’opera:	
Note:	

B – MATERIALI IMPIEGATI

B1 - CALCESTRUZZO

Rck:	
Lavorabilità:	
Composizione (dosaggio):	
Tipo di cemento:	
Tipo di aggregato:	
Tipo di additivo:	
Altre caratteristiche:	
Trattamenti superficiali:	

B – MATERIALI IMPIEGATI	
B2 – FERRI D’ARMATURA	
Tipo:	
Diametri utilizzati:	
Altre caratteristiche:	
B3 – ALTRI MATERIALI	
Acciaio per carpenterie metalliche:	
Guaine di impermeabilizzazione:	
Tubazione acque di scolo:	
B3 – ALTRI MATERIALI	
Pavimentazione:	
Grigliati:	
C – ALTRE INFORMAZIONI	
Posizione geografica:	
Condizioni climatiche:	
Trattamenti:	
Carichi statici:	
Carichi dinamici:	
Ambiente circostante:	
Data dei primi segni di degrado:	

D - ISPEZIONI ESEGUITE	
Data:	N° scheda di rilevamento:
Parti della struttura con difetti variati rispetto all’ispezione precedente:	
Data:	N° scheda di rilevamento:
Parti della struttura con difetti variati rispetto all’ispezione precedente:	
Data:	N° scheda di rilevamento:
Parti della struttura con difetti variati rispetto all’ispezione precedente:	
Data:	N° scheda di rilevamento:
Parti della struttura con difetti variati rispetto all’ispezione precedente:	
Data:	N° scheda di rilevamento:
Parti della struttura con difetti variati rispetto all’ispezione precedente:	
Data:	N° scheda di rilevamento:
Parti della struttura con difetti variati rispetto all’ispezione precedente:	
Data:	N° scheda di rilevamento:
Parti della struttura con difetti variati rispetto all’ispezione precedente:	
Data:	N° scheda di rilevamento:
Parti della struttura con difetti variati rispetto all’ispezione precedente:	

E - INTERVENTI DI MANUTENZIONE	
Data:	
Tipologia e ubicazione dell'intervento:	
Data:	
Tipologia e ubicazione dell'intervento:	
Data:	
Tipologia e ubicazione dell'intervento:	
Data:	
Tipologia e ubicazione dell'intervento:	
Data:	
Tipologia e ubicazione dell'intervento:	
Data:	
Tipologia e ubicazione dell'intervento:	
Data:	
Tipologia e ubicazione dell'intervento:	

2.4.2 Scheda anomalie rilevate con controllo a vista

Di fondamentale importanza per una valutazione corretta ed univoca dei risultati delle visite, possibilmente effettuate anche da personale diverso, è uniformare in maniera razionale le procedure di classificazione dei diversi tipi di ammaloramento e dei parametri più significativi per la loro descrizione ed il loro controllo; per raggiungere l'obiettivo, si devono utilizzare delle “schede anomalie” dove tali caratteristiche risultano univocamente definite.

Tali “schede anomalie”, che come accennato in precedenza sono allegate alla “scheda esame visivo”, saranno relative alle anomalie presenti nell'opera in corrispondenza delle singole parti, e in esse dovrà essere riportata la descrizione del degrado rilevato e tutte le

informazioni utili all'individuazione sia delle cause, sia degli eventuali interventi da eseguire successivamente, quali l'ubicazione, la sua estensione, la tipologia, l'ambiente e il tipo di elemento ove si sono manifestati ed eventuali altre osservazioni particolari a cura del rilevatore.

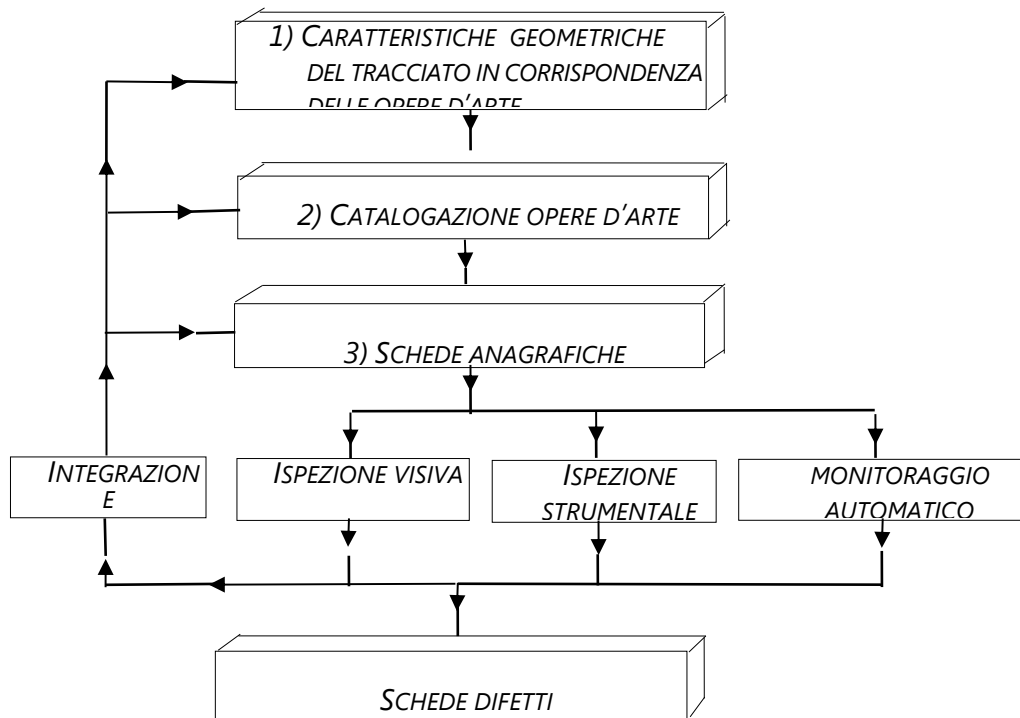
Ad ogni controllo visivo individuato, per gli elementi manutenibili, è stata associata una scheda anomalie.

2.4.3 Schede anagrafiche di catalogazione di ogni opera d'arte

La catalogazione delle opere d'arte, nel formato di schede anagrafiche, costituisce la documentazione base per la formazione del “fascicolo di manutenzione” per ciascuna opera d'arte.

La prima fase della metodologia proposta per la sorveglianza ed il monitoraggio delle opere d'arte di una infrastruttura viaria (tappa preliminare per la pianificazione di un sistema di gestione e manutenzione) consiste nella schedatura delle loro caratteristiche geometriche e strutturali, nonché, eventualmente, delle caratteristiche plano altimetriche del tronco viario di appartenenza.

Il sistema di schedatura, secondo il software opportunamente predisposto è rappresentato dai primi tre livelli del diagramma di flusso di seguito riportato:



Per i primi due livelli (caratteristiche geometriche del tracciato in corrispondenza delle opere d’arte e catalogazione opere d’arte), i dati sono generalmente sinteticamente riportati in forma di tabulato; per il terzo livello è predisposta una sequenza di schede riferite alle singole strutture e ordinate secondo la progressiva chilometrica di riferimento.

La stesura delle suddette schede è da effettuare in tutt’uno con gli elaborati architettonici e strutturali di progetto e/o la realizzazione dell’opera, prevedendo il loro aggiornamento in fase costruttiva di esercizio.

La catalogazione delle opere d’arte, pur essendo eseguita in forma schematica, dovrà essere significativamente rappresentativa della geometria della struttura, al fine di agevolare la pianificazione degli interventi di manutenzione.

Secondo lo schema logico sopra riportato, parte integrante del progetto esecutivo è, un sistema di sorveglianza e monitoraggio dei singoli manufatti, al fine di programmare:

- 1° Le ispezioni visive in esercizio;
- 2° Le ispezioni strumentali (eventuali);
- 3° Il sistema di monitoraggio permanente automatizzato (eventuali).

Dall’analisi dei dati, rilevati con le ispezioni, si potrà eventualmente valutare l’opportunità di effettuare ulteriori controlli sul manufatto, seguendo il diagramma di flusso di seguito riportato, pervenendo alla eventuale fase successiva di interventi di manutenzione ordinaria e/o straordinaria sui manufatti. (2)

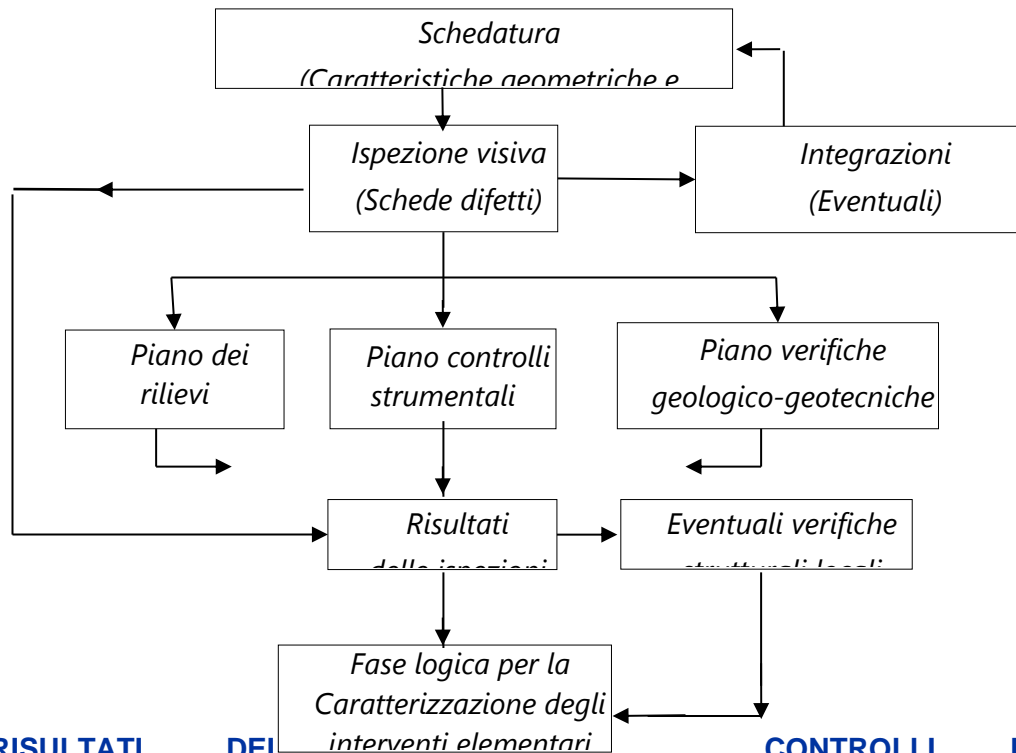
⁽²⁾ In ottemperanza alla Circ. LL.PP. n°34233 del 25/02/91 (Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali), per manutenzione (ordinaria o straordinaria) si intende il complesso di operazioni necessarie a mantenere l’opera nella sua piena efficienza, nel rispetto delle sue originarie caratteristiche.

In particolare le operazioni di manutenzione ordinaria di regola comprendono:

- pulizia delle varie parti dell’opera compresi gli appoggi, anche con mezzi meccanici, al fine di asportare tutti i materiali estranei;
- sostituzione di elementi accessori deteriorati con operazioni di semplice smontaggio e montaggio;
- riparazioni localizzate superficiali delle parti strutturali, da effettuare anche con materiali speciali;
- riparazioni localizzate di impermeabilizzazione e pavimentazione;
- interventi localizzati contro la corrosione;
- operazioni di riparazione dei giunti di dilatazione.

Inoltre, le operazioni di manutenzione straordinaria di regola prevedono:

- ripristino di parti strutturali in calcestruzzo armato da eseguire anche con materiali speciali;
 - protezione delle armature scoperte, estesa ad ampie zone;
 - protezione dei calcestruzzi da azione disgreganti (gelo, sali solventi, ambiente aggressivo, ecc) con eventuale applicazione di film protettivi;
 - sigillatura di fessure di strutture in c.a. od in c.a.p., che non richiedano interventi più specifici;
 - interventi su bullonature, saldature o parti comunque danneggiate di strutture metalliche;
 - protezione contro la corrosione su grandi superfici in strutture metalliche;
 - ripristino di strutture di mattoni o pietra da taglio;
 - protezione delle armature da azioni disgreganti (gelo, sali, ambiente aggressivo, ecc.);
 - riparazione e ricostruzione di ampie porzioni o della totalità della pavimentazione e dell’impermeabilizzazione degli impalcati;
 - sostituzione di giunti di dilatazione;
 - interventi sugli appoggi e dispositivi di vincolo con messa in ripristino o sostituzione totale o parziale.
-



2.5 RISULTATI DEI CONTROLLI E ANALISI DEI DATI - CRITERI PER L'INTERVENTO

La fase propedeutica alla manutenzione, è l'analisi dei dati che consentono la conoscenza dell'opera, sia dal punto di vista morfologico che prestazionale, effettuata attraverso le seguenti operazioni:

- ◇ rilievo del sistema;
- ◇ acquisizione dei dati;

I due punti trattati nei paragrafi precedenti, consentono la creazione di una banca dati relativa a ciascun elemento strutturale e formata da dati inseriti con criteri standardizzati.

Nel presente capitolo, saranno individuati ulteriori elementi di valutazione (valori di soglia, cause del degrado, possibili interventi, vincoli, priorità d'intervento), mediante i quali sarà possibile avere un quadro completo di informazioni, con il quale definire la tipologia dell'intervento ed i tempi per la sua realizzazione.

L'allegata “scheda criteri per l'intervento”, raccoglie tutte le informazioni e conduce alla scelta definitiva.

2.5.1 Relazione sulle patologie e Valori di soglia

Il rilievo dati è anzitutto integrato da una relazione sulle patologie, derivante dal confronto tra stato rilevato e stato ottimo, con individuazione dei risultati da ritenere patologici; ciò presuppone la definizione di valori di soglia per i parametri misurati; è possibile individuare, per uno stesso indicatore di stato, anche più di un valore di soglia.

Tra i molteplici valori di soglia individuabili al fine di evidenziare i minimi livelli prestazionali da preservare, si segnalano:

- ◇ **soglia d’intervento ottimale**, che definisce i valori degli indicatori di stato al di sotto dei quali occorre prendere in considerazione l'eventualità di eseguire interventi di manutenzione straordinaria;
- ◇ **soglia minima di intervento**, che definisce i valori degli indicatori di stato al di sotto dei quali occorre senz'altro eseguire interventi di manutenzione straordinaria.

2.5.2 Analisi delle cause di degrado

L'analisi delle cause di degrado, è finalizzata all'individuazione e alla diagnosi delle patologie.

In molti casi, l'esecuzione d'interventi di manutenzione senza l'individuazione e la rimozione delle cause di degrado, risulterebbe poco efficace, portando miglioramenti prestazionali di durata molto limitata nel tempo.

La diagnosi avviene attraverso le seguenti fasi:

- ◇ si prendono in considerazione gli stati del sistema ritenuti patologici;
- ◇ nel caso in cui per un elemento coesistano più patologie, si individuano quelle più significative;
- ◇ per ogni patologia si redigono dei diagrammi causa-degrado;
- ◇ si individuano le cause principali;
- ◇ se l'individuazione delle cause appare incerta, si provvede alla raccolta di dati più approfonditi.

I diagrammi causa-degrado, possono essere eseguiti per ogni elemento e per i degni significativi; tali diagrammi costituiscono anche la base per l'implementazione di sistemi informatizzati di gestione della manutenzione.

In base alle esperienze maturate nella manutenzione, l'Amministrazione può compilare un manuale in cui siano raccolti e riportati i diagrammi causa-degrado con riferimento alle principali tipologie di ciascun elemento tecnico, con le principali patologie che possono verificarsi per essi (sarebbe auspicabile che tale raccolta dati fosse realizzata dall'insieme degli Enti gestori, al fine di ottenere una casistica soddisfacentemente ampia ed esauriente).

2.5.3 Individuazione degli interventi

In tale fase, devono essere individuati gli elementi sui quali intervenire e deve essere prevista e definita la tipologia dei lavori da eseguire. La scelta da attuare deve prevedere in primo luogo, quando possibile, la rimozione delle cause di degrado; in secondo luogo, occorre definire obiettivi e tecniche esecutive dei lavori.

Poiché le conoscenze e le tecnologie disponibili consentono più alternative tecniche per ogni tipo di intervento, il confronto tra diverse soluzioni va eseguito tenendo presenti sia le condizioni di fattibilità dello specifico intervento, sia la sua efficacia.

Tale efficacia deve essere valutata non solo in relazione alle prestazioni del sistema subito dopo le operazioni di manutenzione, ma anche in relazione alle sue prestazioni nel tempo.

Diventano allora essenziali i requisiti di affidabilità, capacità del sistema di mantenere le proprie prestazioni entro un range di valori prefissato, per un dato periodo di tempo ed in determinate condizioni d'uso, di sollecitazione, di manutenibilità e di attitudine ad essere oggetto di manutenzione.

2.5.4 Analisi dei vincoli e delle priorità

L'esecuzione degli interventi può essere soggetta a vincoli di varia natura, ossia a condizioni che devono essere rispettate e opportunamente valutate.

I principali vincoli sono dovuti all'interferenza tra le attività di manutenzione, al clima e, più in generale, alla circostanza di dover intervenire su di un sistema che offre un servizio che è sempre preferibile non interrompere.

Le operazioni di manutenzione, vanno classificate secondo una lista di priorità che tenga conto del livello e delle conseguenze del degrado e, talvolta, anche di particolari esigenze dell'Amministrazione; in tal modo, si possono distinguere tre classi principali di interventi:

- 1) il degrado di un elemento non comporta innesco di fenomeni di degrado in altri componenti e pericoli per la sicurezza: l'intervento può essere dilazionato nel tempo in funzione della severità e dell'estensione del degrado.
- 2) Il degrado di un elemento comporta l'innesco di fenomeni patologici in altri componenti (senza la compromissione immediata del requisito di sicurezza), con conseguente aumento dei costi di manutenzione nel caso in cui non si intervenga tempestivamente: l'intervento deve essere eseguito con una certa urgenza.
- 3) il degrado porta alla compromissione del requisito di sicurezza: l'intervento deve essere eseguito al più presto.

2.5.5 Schede criteri per l'intervento

ELEMENTO STRUTTURALE	DEGRADO INDIVIDUATO
Descrizione:	Schede di riferimento:
	Tipo di degrado:

SUPERAMENTO VALORE SOGLIA D’INTERVENTO OTTIMALE		SUPERAMENTO VALORE SOGLIA MINIMA D’INTERVENTO		CAUSA DEL DEGRADO INDIVIDUATA	
SI	NO	SI	NO	SI	NO
				Descrizione:	

POSSIBILI INTERVENTI PER ELIMINAZIONE CAUSA DEGRADO	POSSIBILI INTERVENTI PER ELIMINAZIONE DEGRADO
Tipo 1:	Tipo 1:
Tipo 2:	Tipo 2:
Tipo 3:	Tipo 3:

EVENTUALI VINCOLI	PRIORITA' D'INTERVENTO
	1 DILAZIONATO <ul style="list-style-type: none"> • sicurezza non compromessa • innesco fenomeni di degrado su altri elementi
	2 URGENTE <ul style="list-style-type: none"> • sicurezza non compromessa • non comporta degrado di altri elementi
	3 IMMEDIATO <ul style="list-style-type: none"> • compromissione requisito sicurezza

3. MANUALE DI MANUTENZIONE

3.1 PREMESSA

Il manuale di manutenzione viene indicato dalla normativa come uno strumento che deve fornire agli operatori tecnici del servizio di manutenzione le indicazioni relative agli interventi di manutenzione.

Inoltre una corretta impostazione del manuale fornisce anche gli elementi di supporto alle attività di manutenzione programmata.

I manuali di manutenzione dovranno essere aggiornati nelle successive fasi di esecuzione, fino al compimento delle opere. Durante l’intero processo costruttivo si dovranno raccogliere (dai diversi operatori coinvolti), tutte le informazioni utili per la compilazione dei manuali, compreso lo stato definitivo della costruzione (se diverso dallo stato di progettazione).

3.2 OBIETTIVI

Gli obiettivi perseguiti dal manuale sono:

- tecnico funzionale;
- economico
- giuridico amministrativo.

3.2.1 Obiettivi di natura tecnico – funzionale

Istituire un sistema di raccolta delle *informazioni di base* e di aggiornamento con le *informazioni di ritorno* a seguito degli interventi, che consenta, attraverso l’implementazione e il costante aggiornamento del *sistema informativo*, di conoscere e mantenere correttamente l’infrastruttura e le sue varie parti.

Consentire l’individuazione delle strategie di manutenzione più adeguate in relazione alle caratteristiche dell’opera e delle opere componenti ed alla più generale politica di gestione del patrimonio dell’Ente.

Istruire gli operatori tecnici sugli interventi di ispezione e manutenzione da eseguire, favorendo la corretta ed efficiente esecuzione degli stessi.

Definire le istruzioni e le procedure per controllare la qualità del servizio di manutenzione.

3.2.2 Obiettivi di natura economica

Ottimizzare l’utilizzo del bene e prolungare il ciclo di vita utile con l’effettuazione di interventi manutentivi programmati ed in coerenza con le caratteristiche dell’infrastruttura.

Conseguire un risparmio di gestione sia con il contenimento dei consumi energetici che con la riduzione dei guasti e del tempo di totale o parziale di inutilizzazione dell’opera.

3.2.3 Obiettivi di natura giuridico – normativa

Definire le responsabilità e competenze di ciascun soggetto nei riguardi delle norme per la salute e la sicurezza degli ambienti di lavoro.

Individuare e garantire il rispetto dei requisiti di sicurezza connessi all’esecuzione degli interventi di manutenzione sulle soluzioni tecnologiche ed impiantistiche, ai sensi di quanto stabilito dalla legislazione vigente nuovo T.U. sulla sicurezza (Dlgs n°81 09/04/2008).

Individuare a chi competa l’espletamento delle singole operazioni manutentive, anche in relazione alle responsabilità civili e penali.

3.3 DESTINATARI

Le indicazioni che vengono fornite sono indirizzate alle seguenti tipologie di operatori:

- *al committente del servizio di manutenzione* (proprietario o suo mandatario) per consentirgli di stabilire la documentazione da richiedere al progettista del servizio di manutenzione, ovvero dei manuali di manutenzione;
- *al tecnico responsabile della stesura del manuale di manutenzione* (l’estensore) per consentirgli di definire la struttura ed i contenuti tecnici dei documenti costituenti il manuale di manutenzione;
- *a chi può fornire i dati informativi utili alla compilazione dei manuali di manutenzione* (in particolare progettisti, costruttori e fornitori), per rendere evidente la natura dei dati che devono essere trasmessi all’estensore del manuale;

- *al responsabile del servizio di manutenzione* per l’organizzazione, la programmazione e la gestione operativa del servizio di manutenzione, impostato anche con le prescrizioni contenute nei manuali di manutenzione;
- *ai responsabili della fase ispettiva* perchè possano rendere i risultati delle ispezioni in maniera congruente con tutte le attività di manutenzione ed in particolare con le finalità dei programmi e dei manuali;
- *al responsabile dell’esecuzione degli interventi di manutenzione* per consentirgli di operare, secondo i criteri di prescrizione e raccomandativi contenuti nei manuali di manutenzione.

Le indicazioni contenute nella presente guida sono volte anche ad essere applicate nell’ambito dei servizi di manutenzione resi in Sistema di Qualità Aziendale, rispondenti alla famiglia delle norme UNI EN ISO 9000.

In presenza di Sistemi di Qualità, i manuali di manutenzione devono richiamare le procedure e la documentazione attinente.

3.4 LE OPERAZIONI MANUTENTIVE

Gli interventi di manutenzione vanno distinti in operazioni periodiche su opere “funzionanti” ed in operazioni straordinarie su opere più o meno compromesse nel loro funzionamento o da adeguare strutturalmente in dipendenza di fattori esterni (nuove prescrizioni normative, variazione del grado di sismicità della zona, ecc.).

Tanto per le prime, quanto per le seconde occorre operare non solo nell’ottica della pura e semplice riparazione, ma anche e soprattutto in quella della prevenzione; vanno quindi considerati fondamentali quegli interventi necessari ad allungare la vita utile dell’opera, per realizzare i quali potrebbe essere anche necessario “sacrificare” delle parti ancora integre dell’opera.

3.4.1 Operazioni programmate di manutenzione periodica

Sono così raggruppabili:

- ◇ pulizia semplice con mezzi meccanici o con operazioni manuali; asportazione di materiali estranei come sporcizia o vegetazione parassite e attività similari;
- ◇ sostituzione di elementi deteriorati con semplici operazioni di smontaggio e montaggio;

- ◇ piccoli risarcimenti, stuccature, riparazioni con malte cementizie o malte sintetiche o malte bicomponenti;
- ◇ riparazioni localizzate di pavimentazioni e impermeabilizzazioni con materiali bituminosi;
- ◇ protezione contro la corrosione con verniciature localizzate;
- ◇ operazioni di lubrificazione e ingrassaggio;
- ◇ riparazioni localizzate dei sistemi di raccolta acque;
- ◇ manutenzione in efficienza delle strutture di accesso per i controlli periodici.

Sono indicativamente quantizzate in mesi.

3.4.2 Operazioni di manutenzione straordinaria

Sono raggruppabili nelle seguenti:

- ◇ operazioni di restauro e/o di adeguamento di parti strutturali in calcestruzzo (semplice o armato) da eseguire con tecnologie diverse (malte cementizie sempre speciali, malte sintetiche o bicomponenti, cavi esterni, chiodature, giunti, ecc.) previa protezione delle armature dalla corrosione, se necessario;
- ◇ protezione di calcestruzzi o di murature dalle azioni disgreganti del gelo, dai sali fondenti e dalle aggressioni atmosferiche, con operazioni di verniciatura (film protettivi), d’impregnazione, ecc.;
- ◇ iniezioni di fessure in strutture in cemento armato semplice, con boiacche cementizie o resine termoindurenti.

3.5 SCELTA DI INTERVENTI ALTERNATIVI - ANALISI COSTI-BENEFICI

All’atto pratico, per alcune patologie, potrebbero essere ipotizzate più alternative di intervento, comunque valide dal punto di vista tecnico.

Poichè tali alternative si differenzieranno tra loro per il costo, la durata e l’efficacia, potrà essere necessario un confronto economico che si effettua mediante un’analisi dei costi unitari ed una definizione quantitativa del lavoro relativo a ciascuna soluzione, al fine di ottenere un elemento utile alla scelta definitiva.

COSTO DELLE ATTIVITA’				
Attività	Alternative	Costi unitari	Quantità	Costi totali
	I			
	II			
	III			

Questo modo di operare, tra l’altro, mette in luce due aspetti essenziali: si evidenziano sia le attività che incidono maggiormente sui costi, sia il legame tra qualità e costi, rappresentato dalla variazione dei costi in funzione delle alternative di intervento.

Il criterio di valutazione esposto, può eventualmente essere implementato tenendo conto dei benefici e dei costi sociali connessi alle operazioni di manutenzione (analisi benefici - costi); le implicazioni sulla collettività dovute alle attività di manutenzione, consistono nel calcolare i benefici ed i costi attualizzati connessi a ciascuna alternativa progettuale, con riferimento al periodo di tempo cui è riferita la programmazione; in tale modo è possibile valutare con maggiore completezza la convenienza economica di un investimento e confrontare tra loro più alternative.

3.6 CONTROLLO DEGLI INTERVENTI DI MANUTENZIONE

I risultati degli interventi di manutenzione, devono essere controllati verificando che siano conformi con gli obiettivi prestazionali prestabiliti; in caso di difformità, è opportuno prevedere la pianificazione ed esecuzione di azioni correttive.

Occorre segnalare che tutti i dati relativi all’esecuzione delle operazioni di manutenzione eseguite (dai risultati delle analisi, ai risultati dei controlli), costituiscono il feedback necessario per la programmazione dei futuri interventi.

Si innesca, con ciò, un processo iterativo che porta ad un’azione sempre più completa ed efficace.

4. PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

La caratteristica essenziale della programmazione manutentiva, consiste nella sua capacità di prevedere le avarie e di predisporre un insieme di procedure per la prevenzione dei guasti e l'eventuale rettifica degli stessi.

Il programma di manutenzione dovrebbe inoltre prevedere la possibile eventualità di eventi accidentali e stabilire le modalità con cui far fronte a situazioni eccezionali.

L'obiettivo fondamentale di un programma di manutenzione, pertanto, è di realizzare un equilibrio economico e tecnico tra due sistemi complementari e interconnessi:

- il sistema di manutenzione preventiva;
- il sistema di manutenzione a guasto.

In particolare, gli obiettivi da perseguire con la stesura dei programmi di ispezione e manutenzione, si possono sintetizzare come di seguito indicato:

- Prolungare il ciclo di vita utile del bene immobile.
- Costruire un sistema di raccolta delle informazioni di base e di aggiornamento, con le informazioni di ritorno dagli interventi eseguiti, che consenta l'implementazione e il costante aggiornamento della banca dati, al fine di conoscere e mantenere correttamente la struttura.
- Individuare le strategie di manutenzione più adeguate, in relazione alle caratteristiche del bene ed alla più generale politica di gestione
- Individuare la migliore sequenza temporale di esecuzione degli interventi, soprattutto per quelli interdipendenti che comportano specializzazioni professionali diverse.
- Ridurre i costi improduttivi dovuti alla dispersione territoriale, raggruppando l'esecuzione degli interventi in base all'ubicazione degli stessi.
- Ridurre le cause di interruzione del normale svolgimento degli interventi manutentori, attraverso una programmazione attenta a specializzazioni e manodopera disponibile, e alla preventiva verifica di disponibilità in magazzino di materiali e attrezzature.

- Individuare le competenze per l'espletamento delle singole operazioni manutentorie, (anche in relazione alle responsabilità civili e penali), con la definizione dei rapporti tra i vari operatori che intervengono nel processo.

4.1 STRUTTURA DEI PROGRAMMI

I programmi dovranno contenere le informazioni necessarie per l’esecuzione nel tempo dei controlli periodici e degli interventi di manutenzione preventiva.

Dall’esame degli elaborati progettuali, è stata definita la lista delle opere da inserire nel programma manutenzione. Tale operazione, è proseguita con l’individuazione delle singole parti strutturali e poi dei relativi elementi, per i quali è possibile prevedere la tipologia, le frequenze e le modalità di esecuzione di:

- operazioni di controllo e ispezione, finalizzate all’individuazione dei degradi;
- operazioni di manutenzione programmata, da eseguirsi a intervalli predeterminati, finalizzati a prevenire e ridurre le probabilità di degrado o a riportare ai livelli qualitativi prescritti il funzionamento di elementi caratterizzati da un progressivo prevedibile degrado;
- operazioni di manutenzione a guasto, che consistono in interventi non programmabili da effettuarsi in presenza di un danno/guasto rilevato durante il controllo e che quindi vanno definiti sulla base del tipo di avaria riscontrata.

4.2 FASI DI STESURA

Come accennato, la redazione operativa del programma di manutenzione è stata messa a punto in quattro fasi principali, di seguito specificate.

Fase 1 – Individuazione degli elementi da sottoporre a manutenzione

Si è proceduto alla scomposizione dell’opera in sottosistemi, tenendo conto delle omogeneità per ciò riguarda gli interventi di manutenzione programmata, identificando componenti oggetto di manutenzione e controlli (parte generale).

Fase 2 – Individuazione delle anomalie e degli interventi programmabili

Nella seconda fase, per ogni elemento strutturale, sono stati esaminati le possibili anomalie o le patologie più frequenti, le procedure di ispezione per rilevare

tempestivamente il manifestarsi di un difetto, la frequenza delle ispezioni, le procedure da attivare (intervento manutentivo o, nei casi più complessi, analisi diagnostica del difetto) quando la gravità o l'estensione del rilevato ha superato una determinata soglia di accettabilità.

Fase 3 - Stesura della struttura complessiva del Programma di Manutenzione

L'acquisizione di tutti i dati relativi alle caratteristiche degli elementi, ha consentito di completare i quadri degli interventi programmabili, di elaborare la struttura complessiva del programma, di calibrare le scadenze relative agli interventi manutentori e ai controlli.

Nella fase di completamento del Programma di Manutenzione, si dovrà procedere a valutare i costi di manutenzione, suddivisi nelle seguenti voci di costo:

- costi annuali relativi al Programma delle Ispezioni;
- costi annuali di Manutenzione Programmata;
- costi annuali di Manutenzione Straordinaria e relativi agli interventi d'urgenza da attivare nel caso di guasti accidentali.

Fase 4 - Strumenti di gestione operativa del programma di manutenzione

L'acquisizione dei dati relativi al comportamento in esercizio dei componenti registrati nei primi anni di gestione, dovrà consentire una costante verifica e un definitivo affinamento delle frequenze, della tipologia e delle modalità di esecuzione degli interventi manutentivi.

Questa operazione è molto importante, perché già da un medio termine consentirà una più precisa valutazione dei costi effettivi.

4.3 ARTICOLAZIONE DEI SOTTOPROGRAMMI

4.3.1 Sottoprogramma dei controlli: Programma delle Ispezioni

La complessità delle strutture, la necessità di tenere sotto costante controllo ogni elemento e di individuare con immediatezza eventuali degradi o anomalie che si possono manifestare in momenti diversi, la necessità di tenere in efficienza alcune parti soggette a deterioramento, ostruzione, ecc., rendono indispensabile, oltre alla programmazione degli interventi manutentivi, la pianificazione preventiva di un insieme di ispezioni periodiche.

I componenti della struttura oggetto dell'ispezione, dovranno essere raggruppati in base a criteri del tipo:

1. *ubicazione*, per ottimizzare gli itinerari delle ispezioni in modo da minimizzare i tempi di spostamento e i relativi costi del personale ispettivo;
2. *periodicità delle ispezioni*: mentre considerando il ritmo di usura degli elementi e dei materiali, potrebbe essere sufficiente effettuare un sopralluogo a cadenza annuale, più frequenti devono essere i sopralluoghi per la verifica d’efficienza di elementi soggetti ad usura o ostruzione;
3. *requisiti professionali* degli incaricati alle ispezioni, ovvero:
 - per gli **operai**, nel caso in cui la verifica e la riparazione sono operazioni previste all’interno della stessa mansione; si procederà tramite un’ispezione diretta che rientra nelle competenze dell’operaio, che prevede l’esecuzione immediata dell’intervento correttivo senza bisogno di alcuna istruzione particolare; successivamente dovranno essere effettuate altre ispezioni di controllo per accertare che il lavoro sia stato eseguito correttamente;
 - per i **tecnici**, in possesso di appropriate conoscenze e di un’ampia esperienza pratica a cui è affidata la responsabilità della gestione complessiva delle ispezioni; si richiede normalmente un corso particolare di addestramento sull’individuazione di guasti e/o anomalie, sulla diagnostica e sulla capacità di indicare gli interventi correttivi necessari;
 - per gli **specialisti**, per quanto concerne le ispezioni che comportano l’impiego di particolari strumenti o l’interpretazione di normative e aspetti assicurativi; occorrerà individuare le responsabilità nella definizione dei cicli di ispezione, nell’esecuzione dei controlli e nell’esame diretto delle anomalie più gravi.

Le ispezioni vengono effettuate per diversi scopi o finalità quali:

- 1) *la conoscenza delle condizioni d’uso e conservazione* delle varie parti da sottoporre a manutenzione periodica;
- 2) *la determinazione degli eventuali scostamenti dagli standard prestabiliti* e dei guasti incipienti che possono provocare ulteriori scostamenti prima dell’ispezione successiva;

- 3) *l'accertamento delle cause di tali scostamenti e l'entità dell'intervento manutentivo occorrente*, per ristabilire gli standard qualitativi richiesti e per evitare che l'inconveniente si riproduca, nonché la relativa urgenza del lavoro;
- 4) *la possibilità di controllare che il lavoro precedente sia stato eseguito in conformità alle istruzioni e, di verificare l'adeguatezza dell'intervento al difetto riscontrato.*

I principali vantaggi che derivano dalle ispezioni programmate si possono così sintetizzare:

- 1) *valutazione aggiornata delle condizioni complessive della struttura con un corrispondente miglioramento dei profili di manutenzione;*
- 2) *previsione più esatta degli interventi manutentori occorrenti e, di conseguenza, un miglior controllo sul bilancio preventivo;*
- 3) *possibilità di programmare una maggiore quantità d'interventi omogenei;*
- 4) *riduzione del rischio di anomalie che potrebbero compromettere l'efficienza della struttura e provocare danni o inconvenienti dal punto di vista economico;*
- 5) *tempestiva esecuzione degli interventi di manutenzione che consente di prolungare la durata di alcuni elementi e di ridurre il rischio di un danneggiamento degli elementi adiacenti.*

Operativamente, per ogni opera oggetto del servizio di manutenzione, è stato elaborato il **“piano tipo delle ispezioni”**, che definisce la periodicità dei controlli per ciascun elemento costitutivo delle singole parti strutturali e nel quale si determina la durata delle ispezioni per “moduli di struttura tipo” (ad ex, per la categoria “viadotti e ponti” è stato stabilito un modulo di 100 ml).

Inoltre, al fine di poter individuare il cosiddetto “percorso ispettivo”, è stato elaborato un **“programma generale delle visite ispettive”**, nel quale sono riportate tutte le opere oggetto del piano, le relative parti strutturali interessate da visita di controllo in un determinato periodo e le durate complessive delle ispezioni, ottenute moltiplicando per opportuni multipli che tengono conto delle effettive dimensioni delle opere, le singole durate dei moduli di cui sopra.

Il percorso ispettivo costituisce il percorso che l'ispettore deve compiere per poter visionare gli elementi che devono essere esaminati periodicamente: la sua progettazione, consente di ottimizzare tempi e risorse.

Dall'insieme delle attività di ispezione, si trarranno i dati utili alla definizione dello stato d'uso e conservazione delle strutture, formulato sulla base di una diagnosi il più possibile corretta ed esaustiva. La diagnosi dovrà essere fondata sull'interpretazione dei dati, alla luce delle conoscenze tecniche specifiche.

4.3.2 Sottoprogramma degli interventi di manutenzione

Il sottoprogramma degli interventi di manutenzione, costituisce il documento fondamentale per la pianificazione degli interventi manutentori, attraverso la definizione degli intervalli temporali previsti per le azioni, nel rispetto della strategia adottata.

Il “**programma degli interventi**”, è stato elaborato per ogni opera oggetto del servizio di manutenzione ed è comprensivo di informazioni relative a:

- tempo dell'intervento;
- tipologia dell'intervento;
- collocazione e dimensione dell'intervento;

Più precisamente:

- A) *tempo dell'intervento*: è stata individuata la collocazione temporale (a volte anche l'eventuale periodo o stagione dell'anno in cui effettuare gli interventi) e la frequenza dell'intervento (periodicità dell'intervento), nell'ipotesi di un piano quinquennale degli interventi manutentivi.

L'individuazione delle periodicità d'intervento, è dipesa da vari fattori distinti: in alcuni casi, la frequenza del guasto può essere prevista con una certa precisione; in altri casi, la periodicità degli interventi manutentori può essere stabilita a livello normativo e/o contrattuale; oppure, gli intervalli potrebbero adeguarsi alle circostanze d'uso del bene (stato di usura connesso all'uso), al decadimento naturale delle prestazioni, all'invecchiamento naturale dei materiali, all'insorgere di patologie.

- B) *tipologia dell'intervento*: è stato individuato il carattere dell'intervento (sostituzione, pulizia, prova con strumento, ecc.) e la specializzazione professionale occorrente;
- C) *collocazione e dimensione dell'intervento*: è stato individuato l'elemento strutturale o l'elemento tecnico interessato dall'intervento di manutenzione.

I suddetti elementi, saranno poi essenziali per determinare il costo dell'intervento, comprensivo di materiali, attrezzature e risorse umane.

Allo scopo di ottimizzare i risultati perseguibili, si pone come obiettivo la ricerca di possibili relazioni tra le attività manutentive periodiche e alcuni altri servizi che, pur non avendo un immediato riscontro con le condizioni fisiche dei materiali e degli elementi strutturali, potrebbero costituire un sistema di monitoraggio aggiunto, rendendo immediato l'eventuale intervento di manutenzione su apposite segnalazioni.

Il programma degli interventi, oltre al calendario, definisce gli operatori addetti, l’eventuale necessità di strumentazioni idonee per il controllo, quali gli esami a vista, le prove di laboratorio, le prove con strumentazioni portatili o non distruttive.

4.3.3 Sottoprogramma delle prestazioni o di conduzione

Costituisce un documento fondamentale per la programmazione delle azioni di conduzione, nel caso in cui vi siano sistemi impiantistici complessi, per i quali definisce gli intervalli temporali per le azioni da svolgere sugli impianti tecnologici.

4.4 TIPOLOGIA DEI PROGRAMMI

4.4.1 Tipologia di programmi per le opere d’arte

Per le opere d’arte, il sottoprogramma dei controlli prevede le ispezioni visive (o controlli) secondo i seguenti tre livelli:

- a) Ispezione superficiale (ovvero “vigilanza”), condotta frequentemente dal personale addetto alla sorveglianza, allo scopo di rilevare difettosità macroscopiche, ed ogni eventuale anomalia riscontrabile visivamente.
- b) Ispezione minore, del tipo schematico, con frequenza trimestrale, da parte di personale qualificato (livello geometri), comprendente l’esame dei vari elementi delle opere, secondo quanto previsto da apposita modulistica riportata in allegato.
- c) Ispezione superiore, più accurata delle precedenti, eventualmente integrata da controlli strumentali, effettuata con cadenza almeno annuale da personale particolarmente qualificato (livello ingegneri), con l’intervento, ove richiesto dalle circostanze, di un ingegnere specialista.

Metodologia per il controllo delle opere d’arte

Gli elaborati allegati al piano di manutenzione generalmente comprendono:

- Programma di ispezioni e schede di ispezione visiva di ogni opera d’arte**

I dati rilevati, con cadenza prefissata, delle ispezioni visive (ispezione minore e superiore) e delle eventuali indagini strumentali, nonché i dati acquisiti dal monitoraggio permanente (eventuali), saranno riportati sulle cosiddette “schede difetti”, integrate altresì da una “scheda giudizio” per ciascuna opera d’arte, mediante il quale il tecnico incaricato del rilevamento esprimerà il suo punto di vista in merito alla sicurezza strutturale ed al livello di funzionalità dell’opera.

□ Catalogo delle cause difetti e degli interventi manutentori di ripristino

Al fine di poter individuare in modo immediato le cause dei singoli difetti riscontrati nelle opere d’arte, si rende necessaria la stesura del “catalogo cause difetti” suddiviso in capitoli per singolo elemento strutturale da ispezionare, associato al “catalogo degli interventi” riferito alle operazioni di manutenzione per elemento strutturale e per anomalia rilevata.

Sulla base di problematiche riscontrate in corso d’opera potranno rendersi necessaria la redazione di un programma di indagini strumentali, nonché l’installazione di un sistema di monitoraggio come di seguito esposto:

□ Programma di indagini strumentali e schede elaborati grafici per l’ubicazione e le modalità di esecuzione delle indagini medesime

Al fine di integrare le informazioni ottenute dalle ispezioni visive effettuate per il controllo delle opere d’arte, può rendersi necessario, a cadenze prefissate, l’utilizzo di strumenti e tecniche diagnostiche per la rilevazione di determinate grandezze geometriche e meccaniche, oltre ad individuare eventuali anomalie non riscontrabili visivamente.

□ Schede ed elaborati grafici per la strumentazione del monitoraggio permanente di ogni opera d’arte.

Il monitoraggio permanente delle strutture, con sistema automatico di acquisizione dati, tra le diverse finalità, ha principalmente lo scopo di verificare la rispondenza tra l’effettivo comportamento delle strutture sottoposte a sollecitazioni da traffico ed ambientali, e quello previsto in sede di progetto, al fine di acquisire conoscenze utili per la formulazione di un giudizio sulla sicurezza dei manufatti, nonché di individuare precocemente l’insorgere di anomalie.

Programma delle ispezioni visive

Il controllo visivo, da eseguire sistematicamente e periodicamente su tutte le opere, riveste un’importanza basilare per la individuazione di eventuali anomalie dei manufatti, pur presentando dei limiti connessi alla non semplice individuazione di difettosità o ammaloramenti, per le parti non accessibili dell’opera (strutture al di sotto della quota del terreno) o comunque per le anomalie che nella fase incipiente non manifestano alcun segno esteriore di degrado.

Data la difficoltà e la delicatezza della fase di ispezione, i controlli dovranno essere eseguiti secondo una sequenza ben definita e con l’ausilio di opportuni moduli appositamente predisposti denominati “schede difetti” (vedi appendice C: Schede difetti); ciò al fine di limitare l’aleatorietà di valutazione dovuta alla soggettività del rilevatore.

Tali schede sono strutturate in modo da poter localizzare l’esatta posizione ed estensione dell’anomalia su schemi grafici che riportano la geometria dell’opera d’arte, poter classificare l’anomalia medesima attraverso un codice numerico di selezione, ed ancora poter definire il livello di gravità del difetto stesso.

Le suddette dovranno, altresì, essere integrate con gli esiti delle ispezioni strumentali ed i dati forniti dal monitoraggio permanente (se presenti).

Al fine di poter individuare, in modo immediato, i singoli difetti riscontrati nelle opere d’arte e i relativi interventi necessari per eliminarli, ci si avvarrà di un “Catalogo delle cause dei difetti” (vedi Appendice D), opportunamente predisposto, suddiviso in capitolo, per singolo elemento strutturale da ispezionare, e di un “catalogo interventi elementari” (vedi Appendice E).

La fase della ispezione visiva sarà conclusa dalla compilazione di una scheda denominata “Scheda giudizio”, compilata per singola opera d’arte, mediante la quale il tecnico incaricato del rilevamento esprimerà il suo punto di vista in merito alla sicurezza strutturale, d’esercizio, allo stato di conservazione, al comfort dell’utente, all’estetica dell’opera (vedi appendice F).

Programma delle ispezioni strumentali (eventuale)

Al fine di integrare le informazioni ottenute dall’ispezione visiva effettuata per il controllo delle opere d’arte, ci si avvale, anche, di strumenti e tecniche diagnostiche, per la rilevazione periodica di determinate grandezze geometriche e meccaniche, che consentono di dare un quadro più completo e preciso, riguardo lo “Stato di fatto” dei manufatti, nonché, di individuare eventuali anomalie non riscontrabili visivamente.

La metodologia di intervento, prevede, a cadenze da definire, l’esecuzione di controlli strumentali sistematici o su campioni di prova, selezionati all’interno di gruppi omogenei non escludendo, tuttavia, controlli ad hoc in corrispondenza di difettosità accertate che necessitino di indagini puntuali ed approfondite (es. per cedimenti differenziali in fondazione, spostamenti fuori corsa di apparecchi di appoggio, disassamento e/o altri spostamenti anomali di impalcati, ecc).

In un programma di ispezione strumentale, si classificano:

- prove sul comportamento globale della struttura e rilievi topografici (prove di carico statico, prove di carico dinamico ecc.);
- verifica dello stato tensionale dell’elemento strutturale (martinetti piatti, rilevazioni estensimetriche, prove riflettometriche su cavi di precompressione, etc.);
- prove sui materiali (pull-out, ultrasuoni, ecc.).

Le suddette possono altresì suddividersi in:

- distruttive;
- moderatamente distruttive;
- non distruttive.

Generalmente, vengono impiegati in modo sistematico i controlli di tipo non distruttivo (o moderatamente distruttivo), ricorrendo soltanto a poche prove distruttive, per calibrare le prime.

Vengono di seguito riportate le tipologie di indagini e prove più ricorrenti per opere di attraversamento.

Ispezioni Strumentali su ponti e viadotti

Le ispezioni strumentali da effettuare sulle opere di attraversamento prevedono:

- controlli di tipo globale;
- prove di tipo puntuale sui materiali.

Prove globali

Prove di carico statico

La prova di carico prevede la determinazione della deformata dell’impalcato mediante la misura diretta degli spostamenti in almeno n°6 punti (ubicati generalmente in corrispondenza delle sez. di appoggio e di mezzeria), strumentazione ottica di precisione 1/100 mm (autolivello con micrometro ottico e stadie fisse all’estradosso), od, eventualmente (in alternativa), la determinazione della deformata dell’impalcato mediante la misura delle rotazioni di punti dell’estradosso con inclinometri e centralina di acquisizione dati con restituzione della deformata per tangenti.

Inoltre, potrà essere richiesta, la misura puntuale delle deformazioni delle sezioni più sollecitate di una o più travi principali.

Tale misurazione (mm/m) dovrà essere effettuata a mezzo di estensimetri elettroresistivi (strain-gauge) collegati a centrale di acquisizione almeno di classe 0,01.

Misure di livellazione sulle pile

Si tratta di misure di variazioni di quota mediante livellazione ottica di precisione, rilevando le quote di una serie di capisaldi di misura ubicati sulle pile rispetto ad una rete di capisaldi di riferimento installati in posizioni non suscettibili di spostamenti.

I rilievi saranno eseguiti su percorsi chiusi, utilizzando un autolivello con lamina piano-parallela (avente errore quadratico medio pari a 0.2 mm/Km) ed una stadia. I capisaldi di misura saranno costituiti da un profilato quadro in alluminio, di lato 10 mm e lunghezza 20 cm, avente un dado cieco in ottone imbullonato ad un'estremità. Tali capisaldi saranno

collocati nella struttura in fori orizzontali appositamente eseguiti a circa 3.5 m da terra e successivamente sigillati con malta cementizia leggermente espansiva, in maniera tale che il profilato fuoriesca dalla parete solamente per 10 cm. I capisaldi di misura saranno riferiti ad una rete costituita da almeno 3 capisaldi di riferimento, opportunamente ubicati.

Prove puntuali

Prove in sito sui materiali e prelievo di campioni per analisi di laboratorio.

Si riportano nel seguito le prove periodiche da effettuare (rimandando all’Appendice G per la descrizione), per verificare le caratteristiche chimico-meccaniche dei materiali e l’integrità di elementi strutturali:

- prova di pull-out con estrazione di tassello ad esposizione post-inserito (UNI 10157);
- indagine sclerometrica, (UNI 9189);
- controlli con ultrasuoni (UNI 9524/89);
- prelievo di campione cilindrico di cls per analisi di laboratorio, e precisamente:
 - massa volumica (UNI 6394);
 - resistenza a compressione (UNI 6132);
 - modulo elastico (UNI 6556);
 - ph a diverse profondità nelle carote (almeno tre) D.M. 14.02.92 successive integrazioni);
 - contenuto di cloruri (UNI 9858);
 - contenuto di solfati (UNI 9858);
 - profondità di carbonatazione (UNI 9944).
- prelievo di campione di tondino di acciaio per prove di laboratorio;
- prova di trazione con determinazione della tensione di snervamento, tensione di rottura ed allungamento (UNI 556);
- analisi chimica quantometrica con determinazione di carbonio, silicio, fosforo, zolfo, manganese (D.M. 14.02.92 e successive integrazioni);
- indagini incrociate con pacometro-georadar di elementi in c.a. e c.a.p.;

- misura di corrosione dell’acciaio su strutture in c.a. e c.a.p., a mezzo di rilevatore multicelle Colebrand (UNI 9535).

Prove in sito sui materiali e prelievo di campioni per analisi di laboratorio:

- indagine sclerometrica (UNI 8189);
- prova di pull-out con estrazione di tassello post-inserito (UNI 10157);
- misure di penetrazione dinamica (Windsor test);
- controlli con ultrasuoni (UNI 9524/89);
- indagini endoscopiche;
- prelievo di campione cilindrico di cls per analisi di laboratorio, e precisamente:
 - massa volumica (UNI 6394);
 - resistenza a compressione (UNI 6132);
 - modulo elastico (UNI 6556);
 - ph a diverse profondità delle carote (due o tre) (D.M. 14.02.92 e successive integrazioni);
 - contenuto di cloruri (UNI 9858);
 - contenuto di solfati (UNI 9858);
 - profondità di carbonatazione (UNI 9944).

Sistema di Monitoraggio Permanente (Eventuale)

Il monitoraggio permanente delle strutture, con sistema automatico di acquisizione dati, presenta diverse finalità:

- principalmente verificare che l'effettivo comportamento delle strutture sottoposte alle sollecitazioni da traffico ed ambientali sia aderente a quello previsto in sede di progetto, al fine di acquisire conoscenze utili per la formulazione di un giudizio sulla sicurezza dei manufatti;
- individuare precocemente i segnali di eventuali comportamenti pericolosi per l'esercizio, che possono verificarsi in caso di eventi imprevisi (vento a forte intensità, ecc.), al fine di adottare le necessarie misure di tutela della sicurezza delle persone e della struttura;
- identificazione degli eventuali cambiamenti nella risposta dovuti al danneggiamento ed all'invecchiamento della struttura, per poter procedere per tempo agli interventi di manutenzione;
- infine, i dati sperimentali sulle azioni effettivamente agenti su strutture a scala reale forniscono informazioni preziose per migliorare la qualità della progettazione di opere future della stessa tipologia.

Il sistema di monitoraggio strutturale può essere altresì associato ad un modello numerico di controllo per la verifica automatica della sicurezza dell'opera.

In tal caso le grandezze causa rilevate (es. temperatura, cedimenti, ecc.) sono introdotte in un modello matematico, rappresentativo del modello normativo dell'opera in condizioni di sicurezza.

Confrontando i valori delle grandezze effetto (es. tensioni, spostamenti, ecc.) ottenuti in output dalla elaborazione del modello suddetto, con i valori rilevati dal sistema di monitoraggio, si ha una verifica immediata delle anomalie del comportamento strutturale dell'opera.

Il sistema di monitoraggio può altresì attivare automaticamente opportuni segnali di allarme in caso di superamento dei valori di soglia di determinate grandezze di riferimento. Vengono di seguito esposti i criteri generali per la progettazione ed ubicazione dei sistemi di monitoraggio relativi alle tipologie di opere previste.

Sistema di monitoraggio permanente su ponti e viadotti

In genere vengono strumentate almeno 2 sezioni per ogni tipologia costruttiva.

Dati acquisiti dal monitoraggio automatico

Vengono di seguito descritte le grandezze da rilevare nel monitoraggio di ponti e viadotti, per ciascun elemento strutturale.

Impalcati

Azioni da rilevare:

- temperatura dell'aria all'intradosso e all'estradosso dell'impalcato;

Effetti da rilevare:

- variazioni di apertura delle eventuali lesioni;
- allungamento ed accorciamento degli apparecchi di giunto;

Pile

Azioni da rilevare:

- velocità, direzione e pressione del vento (sezioni di sommità di una pila);
- azioni sismiche (in corrispondenza della zattera di fondazione di una pila).

Effetti da rilevare:

- rotazione longitudinale e trasversale della sezione di impalcato;
- accelerazioni longitudinali, trasversali e verticali.

Rilievo delle azioni atmosferiche lente

Si ritiene di primaria importanza seguire nel tempo le variazioni termiche dell'ambiente, poiché queste modificheranno in maniera rilevante l'assetto spaziale della struttura.

Si propone, quindi, di rilevare le caratteristiche delle azioni atmosferiche "lente", mediante un'adeguata rete di sensori ubicati in corrispondenza delle sezioni strumentate, allo scopo

di correlare le deformazioni della struttura alle azioni atmosferiche che le hanno provocate.
Su ciascuna sezione strumentata si prevede di installare
-n°6 trasduttori di temperatura.

Rilievo delle deformazioni e delle rotazioni statiche

Si propone di rilevare le variazioni della configurazione spaziale dell'opera dovute ad azioni atmosferiche lente mediante un'adeguata rete di sensori ubicati sulle sezioni strumentate.

Su ciascuna delle sezioni strumentate si prevede di installare:

Impalcati

- n°2 fessurimetri sulle fessure più significative, in maniera tale da rilevarne le variazioni di apertura;
- n°6 estensimetri sul cls per il rilievo delle deformazioni, di cui 2 in corrispondenza delle estremità laterali della soletta, 2 sull'ala inferiore delle due travi di bordo, e 2 in corrispondenza della linea mediana dell'impalcato, nella soletta e sull'ala inferiore del traverso.

Pile

- n°1 inclinometro o pendolo biassiale in modo tale da rilevare le rotazioni longitudinali e trasversali della pila;

Spalle

- n°2 trasduttori di spostamento per giunti per il rilievo delle variazioni di apertura dei giunti.

Monitoraggio dei fenomeni rapidi dovuti ad azioni dinamiche

- Rilievo dell'azione del vento (eventuale)

Poichè normalmente l'azione del vento, può in determinate situazioni (da verificare), indurre nei ponti anche sollecitazioni di entità rilevabile, si ritiene essenziale rilevarne le caratteristiche. Si ipotizza, pertanto, di installare n°1 stazione di rilievo delle azione del vento sulle opere soggette a tali sollecitazioni. Ciascuna stazione rileverà la velocità, la pressione e la direzione orizzontale del vento.

- Rilievo delle accelerazioni indotte sulle pile

Per i viadotti si richiede inoltre l'installazione di sistemi di monitoraggio di tipo dinamico, in grado di rilevare le deformazioni dinamiche sotto l'azione del vento e del sisma. Tali sistemi sono destinati ai viadotti particolarmente interessati dagli effetti dei sismi (ritenuti significativi per lunghezza, altezza, tipologia costruttiva e di fondazione, o sismicità locale).

In tal caso sull'opera saranno installati da 2 a 4 accelerometri triassiali nei punti ritenuti importanti; inoltre sarà installata una terna di sensori accelerometrici sui terreni fondali, ubicati in superficie o in profondità in funzione della litologia locale.

I segnali provenienti dagli accelerometri dovranno essere centralizzati in un'unità di acquisizione e memorizzazione, ubicata in una delle spalle.

Di seguito si riportano nella *tabella 1* i tipi di strumenti ed apparecchiature di misura da impiegare per il monitoraggio automatico di ponti e viadotti.

Tabella 1 - Ponti e Viadotti (acciaio/cls) - Strumentazione statica della sezione tipo			
STRUMENTAZIONE	QUANTITA'	ACQUISIZIONE	GRANDEZZA MISURATA
Unità di acquisizione periferica fenomeni statici (n°16 ch)	1	-	varie
Fessurimetri	2	automatica/statica	variazione di apertura delle fessure
Pendoli/Inclinometri	2	automatica/statica	rotazione delle pile
Trasduttori di spostamento per giunti	2	automatica/statica	variazione di apertura dei giunti
Sensori di temperatura	6	automatica/statica	temperatura

Unità di acquisizione periferica fenomeni dinamici (n°16 ch)	1	-	varie
Anemometri	1	automatica / dinamica	velocità e direzione del vento

Tabella 2 - Ponti e viadotti (acciaio/cis) - Strumentazione meteorologica			
STRUMENTAZIONE	QUANTITA'	ACQUISIZIONE	GRANDEZZA MISURATA
Unità di acquisizione periferica fenomeni lenti (n°6 ch)	1	-	varie
Trasduttore di temperatura	1	automatica	temperatura
Igrometro	1	automatica	umidità relativa
Trasduttore di pressione	1	automatica	pressione atmosferica
Pluviometro	1	automatica	precipitazione atmosferica
Radiometro	1	automatica	radiazione solare

Si prevede, inoltre, di installare due stazioni metereologiche ubicate nei punti di maggior interesse lungo la tratta interessata. Le stazioni meteo saranno composte dalla strumentazione elencata in *tabella 2*.

Indicazioni sull'esecuzione degli interventi

L'analisi attenta delle schede difetti delle opere d'arte, nonché del catalogo “Cause difetti” appositamente predisposto, permette - anche attraverso l'ausilio del calcolatore elettronico - non soltanto di definire i possibili interventi manutentivi corrispondenti secondo un codice prestabilito a specifici difetti e relative cause, ma anche di programmare le successive fasi di esecuzione degli interventi sui manufatti dell'intera infrastruttura viaria.

Alla base della programmazione degli interventi deve quindi necessariamente anteporsi la caratterizzazione dei possibili interventi manutentivi elementari ossia riferiti a specifico ammaloramento per elemento dell'opera d'arte.

La individuazione dei suddetti interventi manutentivi elementari sarà eseguita sulla base dell'analisi attenta di un “Catalogo degli interventi” appositamente predisposto (vedi appendice E), sia delle schede di correlazione tra cause difetti ed interventi elementari (vedi appendice H). Infatti, ad ogni difetto corrispondono in generale sia più

cause che più interventi corrispondenti; quindi, una volta individuate le cause certe, si procederà alla programmazione degli interventi manutentivi.

Gli interventi di manutenzione, oggetto della programmazione, saranno opportunamente distinti in due gruppi:

- a) interventi relativi alla protezione e alla conservazione dell’opera d’arte;
- b) interventi strutturali riguardanti il ripristino della capacità portante dell’opera e il mantenimento del grado di sicurezza o, eventualmente l’adeguamento sia dal punto di vista statico, sia dal punto di vista della protezione rispetto al progetto originario.

A tal fine gli interventi manutentivi elementari *di tipo protettivo* vengono a loro volta opportunamente raggruppati per singole categorie di lavoro e sotto forma di codici numerici.

Gli interventi elementari *strutturali* invece si diversificano in base alla parte di struttura cui si riferiscono (per i ponti: fondazioni, pile, appoggi, impalcati, ecc.).

Di volta in volta, quindi, si costruirà la matrice degli interventi elementari del tipo:

Intervent i Difetti	A(Dife 1)	A(2)	A(3)	A(i)	K(1)	K(2)	K(3)	K(i)	Z(1)	Z(2)	Z(3)	Z(i)
1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1
2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
3	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1
j	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
n	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1

essendo $k(i)$ il codice dell’intervento con $k = A, B, C, \dots, Z$ e $i = 1, 2, 3, \dots, m$ mentre j il codice del difetto, con $j = 1, 2, 3, \dots, n$, e in cui la corrispondenza tra il difetto j e gli interventi relativi $k(i)$ è caratterizzata dai coefficienti unitari della riga j -esima.

Per la programmazione degli interventi strutturali data la loro complessità realizzativa, dovranno essere predisposte necessariamente idonee schede contenenti tutti i dati tecnico-descrittivi delle modalità di risanamento.

Per quanto sopra, dovrà essere anche approntato preventivamente un catalogo degli interventi speciali di tipo strutturale (che riassumono in tutt’uno più opere elementari) che caratterizzerà nel sistema informatizzato il database di riferimento (ad esempio: intervento di sostituzione del giunto; intervento di sostituzione dell’appoggio; tecnica di impregnazione del calcestruzzo con polimeri; rinforzi con piastre di acciaio incollate (beton plaqué); impermeabilizzazione degli impalcati, ecc.).

Generalmente l’ispezione visiva è già in grado di fornire precise indicazioni circa gli interventi elementari di tipo protettivo - e soltanto in pochi casi di tipo strutturale - di cui necessita il manufatto.

Talvolta in questa fase possono essere caratterizzati, relativamente alla singola opera d’arte, anche gli interventi urgenti ed inderogabili da eseguire, nonché è possibile procedere alla pianificazione degli interventi medesimi secondo una scala di priorità frutto di semplici considerazioni e dell’esperienza del tecnico che effettua l’ispezione.

Altre volte l’ispezione visiva, ed eventualmente le verifiche puntuali di tipo strumentale, non sono sufficienti a definire le esatte condizioni strutturali e quindi lo stato del manufatto, cosicché occorre procedere a verifiche statiche globali (prove di carico statiche e dinamiche).

In ogni caso, comunque, dopo aver definito lo stato di conservazione dell’opera d’arte, per procedere alla programmazione degli interventi - riferita non più solo alla singola struttura, ma generalizzato alla totalità dei manufatti presenti nel tronco in esame - occorre fissare alcuni criteri procedurali che consentano di individuare la strategia ottimale di intervento sull’insieme delle opere.

In conclusione, è opportuno chiarire che in manutenzione programmata l'intervento deve avvenire al livello che rende minimo il costo di manutenzione a lungo termine (soglia di intervento ottimale) ed in ogni caso non si deve mai scendere al di sotto del livello in cui gli utenti avvertono di percorrere una infrastruttura non in perfette condizioni di manutenzione (soglia di sensibilità utenti) (Fig. 1).

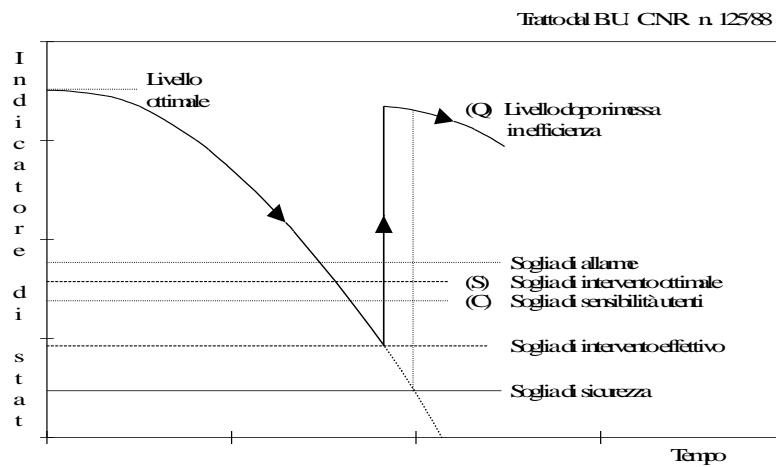


Fig 1 - Livelli di degradazione e possibili soglie di intervento

Conclusa la fase di programmazione degli interventi, si procede al progetto della manutenzione e all’esecuzione degli interventi medesimi i quali sono soggetti a ben precisi vincoli e peculiarità⁽³⁾.

La conoscenza e la catalogazione delle condizioni strutturali, oltre che a mezzo di ispezioni e verifiche, sarà quindi successivamente integrata dalle notizie tecniche riportate nella scheda di manutenzione della singola opera d’arte; tale scheda infatti menziona tutti i dati relativi ai precedenti interventi e andrà aggiornata ogni qual volta si procede a lavori di manutenzione o, eventualmente, di restauro statico.

Ispezioni Strumentali per le Gallerie

Le ispezioni strumentali da effettuare sulle opere in Galleria consistono in:

□ Prova diretta su carote

Il prelievo di calcestruzzo indurito, costituisce sempre il miglior modo per conseguire una stima dell’effettiva resistenza del calcestruzzo. Un limite può essere costituito dal danneggiamento che si produce durante il prelievo, che fa classificare tale metodo come "localmente distruttivo", e dal costo, per tempo di esecuzione e usura dei materiali, superiore ad ogni altro metodo di prova non distruttiva.

E’ fondamentale nella fase di prelievo, il rispetto delle specifiche fissate dalla UNI 6131, per ridurre al minimo il danneggiamento dovuto al prelievo.

⁽³⁾ Secondo le Norme C.N.R. n° 165/93:

- deve prevedere la permanenza in esercizio, ove possibile, dell’infrastruttura durante i lavori di ripristino;
- deve prevedere l’uso anche di materiali speciali in grado di fornire risultati molto affidabili in tempi molto ridotti ed anche in presenza delle vibrazioni indotte dal traffico;
- deve prevedere un’organizzazione del cantiere che tenga conto della problematica connessa al passaggio del traffico durante i lavori, con scelte a volte apparentemente antieconomiche;
- deve prevedere un controllo dei lavori tale da verificare sia la loro buona esecuzione, sia la validità dei presupposti di progetto.

La prova di resistenza a compressione, viene eseguita in conformità alla UNI 6132. Tali prove devono (legge n. 1086 del 5 novembre 1971, D.M. 9 gennaio 1996) essere eseguite presso i laboratori ufficiali o autorizzati, che garantiscono affidabilità, indipendenza e qualità.

Prova di estrazione o pull-out test

La prova di estrazione, per brevità indicata spesso come “pull-out test”, è una prova localmente distruttiva, classificata come semi-distruttiva.

Può essere prevista con inserti preinglobati nel getto in fase di progetto, oppure con inserti post-inseriti per strutture degradate, non conformi o per le quali si voglia procedere ad un aumento di capacità portante.

Le prove correlano la forza di estrazione P alla resistenza del conglomerato R mediante la formula sperimentale (F. Meneghetti - T. Meneghetti):

$$R = 0.0427 P + 242.52 \text{ tasselli pre-inglobati;}$$

$$R = 0.092 P + 93.1 \text{ tasselli post-inseriti.}$$

dove "P" è espresso in kg e "R" in kg/cm².

La prova è normata dalla UNI 9536 per i tasselli preinglobati e dalla UNI 10157 per tasselli post-inseriti. Il numero minimo di tasselli è di tre per ogni punto di prova.

Prova penetrometrica o metodo Windsor

Consiste nell'infingere nel calcestruzzo una sonda di dimensioni standard, “sparata” da una pistola mediante una carica calibrata. La correlazione fra la profondità di penetrazione e la resistenza, è fornita dalla ASTM C 803.

Il numero di sonde che si impiegano per una determinazione è di tre, poste ai vertici di un triangolo individuato mediante una dima di dimensioni standard.

Misure Sclerometriche

Il metodo dell'indice di rimbalzo sclerometrico consiste nel misurare l'entità del rimbalzo di una massa battente che, azionata da una molla, impatta sulla superficie del calcestruzzo con una energia nota. L'indice di rimbalzo permette di valutare la durezza superficiale del calcestruzzo e può essere utilizzato per valutare l'omogeneità del calcestruzzo in sito, la resistenza a compressione, per determinare regioni superficiali degradate e per stimare le variazioni nel tempo

delle proprietà del calcestruzzo. In Italia il metodo sclerometrico è regolato, in via sperimentale, dalla Norma UNI 9189.

Poiché la risposta dello sclerometro risulta dipendere dall'inclinazione sull'orizzontale dell'asse dello stesso, si deve tenere conto dei diagrammi di correlazione che forniscono anche la dispersione media dei valori.

La prova sclerometrica, è un metodo di analisi molto pratico e rapido, ma ha lo svantaggio di saggiare solo strati superficiali che potrebbero essere alterati. I risultati sono inoltre sensibili ad alcuni parametri quali umidità, carbonatazione, presenza di armature e granulometria degli inerti. Tale metodo, per la normativa italiana, non può essere considerato alternativo per la determinazione della resistenza a compressione del cls.

Metodo ad ultrasuoni

Il metodo ad ultrasuoni, consiste essenzialmente nell'analisi della propagazione all'interno del calcestruzzo di onde elastiche longitudinali di compressione, di frequenza compresa tra 10 e 50 KHz. L'onda d'urto, generata da un opportuno emettitore in un punto dell'elemento, viene captata da un ricevitore posizionato in un altro punto e trasmessa, sotto forma di un segnale elettrico, ad un oscilloscopio che ne permette la visualizzazione e la misura del tempo t intercorso tra emissione e ricezione.

Dividendo la distanza tra i due punti per il tempo, si ricava la velocità delle onde elastiche nel materiale, che è funzione delle caratteristiche elastiche del mezzo (modulo di elasticità e rapporto di Poisson dinamici) e della sua densità. Eventuali disomogeneità (fessure, cavità, ecc.), variando la velocità di propagazione e assorbendo parzialmente, rifrangendo e riflettendo l'onda di vibrazione, possono essere indagate analizzando tali processi.

In Italia, il metodo ultrasonico è regolato, in via sperimentale, dalla norma UNI 9524.

Misure combinate microsismiche e sclerometriche

Un sistema che valorizza i due metodi sperimentali sopra descritti, migliorandone l'interpretazione, è quello “combinato” ultrasuoni-sclerometro, che consente di calcolare la resistenza convenzionale di un calcestruzzo mediante varie relazioni sperimentali proposte in letteratura, che esprimono la resistenza cubica media del calcestruzzo R , in funzione della velocità delle onde longitudinali V e degli indici di rimbalzo sclerometrici N , ciascuna legata a particolari tipi di calcestruzzo e a differenti condizioni di maturazione.

Il principio del metodo è basato sulla verifica di valore del potenziale spontaneo di corrosione dei ferri di armatura nel conglomerato cementizio armato.

Tale controllo dovrà essere effettuato periodicamente mediante misurazione del “potenziale di protezione” in corrispondenza di celle già previste in fase di progetto in diversi punti dell'opera, collegate ad una rete distribuita di armature saldate ed elettricamente connesse fra loro.

Il “potenziale di protezione” è un valore limite in corrispondenza del quale la velocità di corrosione diventa trascurabile. Per strutture in cemento armato interrate, quali quelle oggetto del presente Piano, la letteratura fornisce valori di soglia del “potenziale di protezione” compresi tra 1 e 20 mA/mq.

Misura del potenziale di corrosione

Poiché al superamento di tali valori l'acciaio sarà soggetto a fenomeni di corrosione non più trascurabili, il responsabile della manutenzione dovrà predisporre immediati interventi di

protezione da realizzare con uno dei seguenti sistemi, da scegliere e dimensionare in base alle specifiche condizioni e caratteristiche della struttura:

1. protezione catodica con “anodi sacrificali” costituiti da metalli reattivi opportunamente collegati alla struttura da proteggere, in modo da rendere uniforme la corrente e di protezione.
2. Protezione catodica con “corrente impressa”, più indicata per strutture in c.a. interrato, vista la scarsa conducibilità del calcestruzzo.
3. Interventi di eliminazione / limitazione delle cause di dispersione.

La verifica si esegue misurando con un voltmetro ad alta impedenza ($> 10\text{ MW}$) e di classe 3 (errore $<$ del 3% del F.S.), la tensione esistente in una pila i cui elettrodi sono l’interfaccia armatura-calcestruzzo e l’elettrodo di riferimento appoggiato sulla superficie del calcestruzzo.

Le normative di riferimento per l’esecuzione della prova, sono UNI 9535 e ASTM C 876.

Prelievo di polveri e microcarote per analisi chimiche

Al fine di individuare e classificare il tipo di degrado, si possono eseguire delle analisi chimiche o diffrattometriche sui materiali prelevati dalla struttura ed effettuare delle prove colorimetriche in situ.

Le analisi chimiche sono mirate alle determinazioni dei solfati, dei cloruri, degli alcali, alle variazioni di pH ed alla classificazione, insieme agli esami mineralogici, del degrado; pertanto, è necessario pianificare diffusi prelievi di polveri e di microcarote, da sottoporre alle analisi.

Rilevamento magnetico delle barre di armatura

Il rilevamento magnetico consente un’esatta determinazione - non distruttiva - della posizione e del diametro delle armature di un elemento strutturale in calcestruzzo armato e risulta della massima utilità in ogni caso in cui occorra confrontare i dati di progetto con lo stato attuale e non sia consentito, o consigliabile, effettuare indagini di tipo distruttivo.

I «pacometri», o magnetoscopi sono strumentazioni che si basano su fenomeni elettromagnetici e consentono tali determinazioni con buona approssimazione, purché il coprifermo delle barre non superi i 15-20 cm.

La valutazione del diametro dei ferri è possibile con un grado di approssimazione tanto più esatto, quanto minore è la copertura del ferro.

La pacometria, non è in grado di rilevare i diametri nelle zone di sovrapposizione di più ferri. E’ utile, in una campagna pacometrica, prevedere uno o più carotaggi campione per confrontare i dati relativi con l’osservazione diretta e, così, controllare la taratura della strumentazione.

Indagini Radar

Uno dei sistemi più interessanti per il controllo dei calcestruzzi di rivestimento e delle condizioni dell’ammasso circostante, è il radar: l’uso di tale tecnologia è consigliabile con una frequenza indicativamente decennale. Peraltro, poiché i fattori che possono determinare l’esecuzione di tale controllo sono estremamente variabili e difficilmente prevedibili, visto anche l’elevato costo di esecuzione, si dovrà comunque eseguire preventivamente un’approfondita analisi delle condizioni del rivestimento, prima di procedere all’indagine.

Il sistema si basa sull’emissione e la ricezione di onde elettromagnetiche ad alta frequenza, comprese tra i 100 MHz ed alcuni GHz e sulla verifica della velocità di propagazione degli impulsi nel dielettrico da indagare; tali impulsi vengono riflessi in corrispondenza delle discontinuità incontrate e successivamente ricevute dalla antenna trasmittente; poiché le velocità di propagazione sono funzione delle caratteristiche del dielettrico attraversato, il sistema può fornire informazioni sulle caratteristiche e sullo stato di un rivestimento in galleria, dei vuoti tra ammasso e rivestimento, dell’omogeneità del calcestruzzo di rivestimento.

Le antenne a bassa frequenza (80-120 MHz), presentano una maggiore capacità di penetrazione, ma possiedono un basso potere risolutivo, mentre le antenne con frequenza intermedia (300-500 MHz) sono caratterizzate da un maggior dettaglio.

Solo in alcuni casi in cui risulta necessario un alto potere risolutivo, ma è sufficiente un limitato potere di penetrazione, si possono utilizzare antenne ad alta frequenza (1-5 GHz).

Si utilizzano antenne di superficie per la verifica dell’esistenza di cavità sotterranee; con terreni di media consistenza, si può giungere a rilevare importanti anomalie sino ad una certa profondità.

L’indagine radar, può essere effettuata utilizzando un’unità di acquisizione campale composta da:

1. Ruota metrica per l’esatta misura delle coordinate dei dati acquisiti;
2. Unità di acquisizione radar costituita da:
 - PC Pentium 133 Mhz alimentato da batteria a 12 V;
 - Scheda di controllo dei dati radar, di conversione A/D e di alimentazione;
 - Dispositivo magnetico DAT;
 - Software di acquisizione;

- Unità di distribuzione.

I sensori utilizzati nell'indagine, possono essere i seguenti:

1. Array a 600 MHz, capace di acquisire due canali monostatici ed un canale bistatico (fondo scala di 96 nsec).

Il sensore a media frequenza è quello che consente di ottenere le migliori prestazioni in termini di bilancio tra risoluzione (circa 15 cm per terreno medio), rapporto segnale/clutter e portata nel sito in esame

2. Singola antenna a 200 MHz

L'antenna a bassa frequenza, consente la massima portata ed un buon rapporto segnale/clutter su alcune anomalie (per “clutter” si definisce l'eco ricevuto dal terreno, sorgente primaria di disturbo nella rivelazione delle anomalie presenti nel sottosuolo). Ciò è ottenuto a spese di una minore risoluzione (circa 46 cm in un terreno medio, ove per terreno “medio” si intende un terreno in cui il segnale radar si propaghi con velocità di propagazione media, normalmente stimata a 106 m/s).

Devono essere effettuate scansioni (5 passate a distanza fissa di 1 m) con asse parallelo a quello della galleria.

3. Singola antenna a 1200 MHz

L'antenna ad alta frequenza, è il sensore che consente la migliore risoluzione (circa 7.5 cm in un terreno medio) a spese di un minore range di indagine.

Devono essere effettuate scansioni (5 passate a distanza fissa di 1 m) con asse parallelo a quello della galleria.

La tecnica da utilizzare per l'acquisizione dei dati, può consistere nel montaggio dell'attrezzatura su un carrello che, in orario di sospensione del traffico, percorre i tratti da esaminare, individuando e localizzando le caratteristiche puntuali della struttura e del terreno circostante.

Risultati dei controlli e analisi dei dati - Criteri per l'intervento

La fase propedeutica alla manutenzione, è l'analisi dei dati che consentono la conoscenza dell'opera, sia dal punto di vista morfologico che prestazionale, effettuata attraverso le seguenti operazioni:

- rilievo del sistema;

- acquisizione dei dati;

I due punti trattati nei paragrafi precedenti, consentono la creazione di una banca dati relativa a ciascun elemento strutturale e formata da dati inseriti con criteri standardizzati.

Nel presente capitolo, saranno individuati ulteriori elementi di valutazione (valori di soglia, cause del degrado, possibili interventi, vincoli, priorità d’intervento), mediante i quali sarà possibile avere un quadro completo di informazioni, con il quale definire la tipologia dell’intervento ed i tempi per la sua realizzazione.

L’allegata “scheda criteri per l’intervento”, raccoglie tutte le informazioni e conduce alla citata scelta definitiva.

4.4.2 Tipologia di programmi per le pavimentazioni

La definizione del programma di manutenzione della pavimentazione, in ottemperanza a quanto previsto nelle “Istruzioni sulla pianificazione della manutenzione stradale” CNR B.U. 125/88, consiste nella previsione di tutta una serie di attività tese al mantenimento ed alla conservazione delle caratteristiche superficiali e strutturali della stessa.

Le attività previste sono le seguenti:

- rilevamento dei dati;
- l’analisi dei possibili interventi manutentivi;
- la programmazione degli interventi;
- l’esecuzione degli interventi.

Rilevamento dei dati

Dati storici

Il rilievo dei dati avrà inizio fin dalla fase di costruzione dell’opera in modo tale da costituire la banca dei dati storici.

Detti dati, che costituiranno un riferimento per lo più fisso, debbono consentire la valutazione dei seguenti parametri:

- geometria dell’asse (es.: rettilineo, curva, pendenza, etc.);
- dimensioni planimetriche della pavimentazione (ci si riferisce essenzialmente alla suddivisione trasversale in corsie, ove presente, e alla larghezza trasversale).

La lunghezza non è un parametro da rilevare in quanto i dati sono sempre riferiti alle sezioni omogenee di un tratto stradale, mentre la lunghezza varia con la natura delle pavimentazioni ed il tipo di strada. Tuttavia i tratti cui riferire i dati devono presentare un’estesa minima di 100 m);

- tipo e spessore degli strati costruiti;
- natura e caratteristiche del supporto (sottofondo, etc.);
- presenza e tipo dei drenaggi;
- interventi manutentivi attuati in precedenza;
- traffici in termini di T.G.M. e, preferibilmente, relativi ai soli veicoli merci con portata utile superiore a 50 q.li, equivalente a circa 8 ton, di peso totale a terra. Qualora il traffico reale o previsto (T.G.M.) sia superiore a 1.000 veicoli occorre una maggiore specificazione delle sue componenti;
- clima, i dati devono consentire di determinare l’appartenenza ad una delle seguenti zone climatiche: soggetta o no al gelo, piovosa, mediamente piovosa, arida;
- rilievi effettuati in precedenza (tipo, data e risultati);
- sinistrosità del tratto (espressa in numero di incidenti per 100 milioni di veicoli/km).

Rilievi periodici

Oggetto principale dei rilevamenti periodici saranno i seguenti parametri:

- le degradazioni delle caratteristiche superficiali e profonde della pavimentazione;
- consuntivi del traffico e sue componenti.

Il rilievo delle degradazione può essere di due tipi: visivo e strumentale.

A) *Rilievo visivo*

- A.1) Ispezione superficiale ovvero “vigilanza” condotta con frequenza mensile dal personale addetto alla sorveglianza allo scopo di rilevare difettosità macroscopiche, (buche, ecc.) che possono essere di danno alla sicurezza stradale;
- A.2) ispezione superiore, controllata da personale qualificato (livello geometri e/o ingegneri) con frequenza almeno annuale (con l’ausilio di misure strumentali) in particolare dovranno essere rilevate le degradazioni individuabili a vista, in rapporto alle caratteristiche funzionali, come di seguito elencate.

CARATTERISTICHE FUNZIONALI	DEGRADAZIONE	CODICE
Regolarità	Ondulazioni longitudinali	r1
	Ondulazioni trasversali (ormaie)	r2
	Depressioni localizzate	r3
	Avvallamenti di vaste superfici o diffusi	r4
Aderenza	Diminuzione della rugosità superficiale	q1
Portanza	Fessurazioni	p1
	Sfondamenti	p2
	Ondulazioni longitudinali	p3
	Alterazioni delle pendenze trasversali	p4
	Risalita di materiali fini	p5

B) Rilievo strumentale

- B.1) Puntuale, laddove si evidenziano situazioni singolari di decadimenti della funzionalità da eseguirsi con strumentazione tipo Skid Tester per la misura del coefficiente di aderenza, profilometri per la misura della regolarità, prove di carico con piastra per la misura della portanza;
- B.2) globale da eseguirsi con le apparecchiature ad alto rendimento. In particolare si prevede un rilievo globale ogni 2-3 anni per le caratteristiche superficiali di aderenza e regolarità e ogni 5-6 anni per la portanza.

Nel seguito saranno descritte le apparecchiature ad alto rendimento per il rilievo dei tre fondamentali indicatori di stato: portanza, regolarità e rugosità.

Portanza

Le metodologie operative per la valutazione della portanza dipendono ovviamente dal significato del parametro con cui si intende quantificare tale grandezza e dalle finalità perseguite.

Le classifiche prove di carico con piastra, nel fornire indici commisurati al rapporto P/f, pressione-abbassamento, non si prestano ovviamente allo scopo di un rilevamento finalizzato alla verifica delle condizioni strutturali di una pavimentazione.

A ciò tornano più utili quei criteri basati su correlazioni sperimentali fra abbassamenti misurati e vita residua; una metodologia oggi più favorevolmente accolta è invece quella che prevede la utilizzazione delle misure di deflessione per determinare le caratteristiche strutturali effettive dei materiali e sulla base di questi, dei metodi di calcolo razionali, e delle leggi di fatica, stimare la vita residua.

Il sistema più diffuso nel territorio nazionale è l'FWD, Falling Weight Deflester, soprattutto per la integrazione dello stesso in sistemi più complessi di gestione del risultato ai fini della ottimizzazione della manutenzione.

Si tratta di un deflettometro dinamico a massa battente che sotto l'azione della forza generata dalla massa battente (di picco pari a $F = Mghk^2$ ove M è massa, h l'altezza di caduta e k la costante della molla), genera un bacino di deflessione che viene rilevato attraverso trasduttori.

L'apparecchiatura di prova è montata su un carrello monoasse trainato da un autoveicolo specifico, equipaggiamento cioè con la strumentazione necessaria per la raccolta ed una prima analisi dei risultati.

La prova si esegue ovviamente a veicolo fermo; tuttavia è di breve durata e consente di rilevare fino a duecento bacini al giorno. I risultati della prova, in termini di forza applicata, registrata da una apposita cella, e di abbassamenti in un numero finito di punti, vengono integrati con i valori degli spessori degli strati (può essere anche sufficiente schematizzare la struttura in uno strato superficiale di materiali legati con bitume, in una fondazione e nel sottofondo).

La prova è finalizzata non tanto alla esplicitazione di un unico parametro indicativo della portanza, quanto alla ricerca del valore dei moduli dei singoli strati; con questi infatti è possibile procedere ad una analisi strutturale della pavimentazione ed alla determinazione della vita residua.

Regolarità

Il problema della misura di un indice di regolarità è legato alla individuazione della grandezza da rilevare, in relazione allo scopo dell'indagine ed alle modalità operative.

Molte apparecchiature sono state sviluppate per rispondere alle richieste di una metodologia di valutazione di questa caratteristica superficiale; si possono distinguere essenzialmente due categorie di sistemi:

- sistemi di misura della irregolarità geometrica del profilo stradale;
- sistemi di misura della risposta del veicolo (accelerazione verticale di una massa sospesa) durante la marcia su superficie irregolare.

Alla prima categoria appartengono i profilometri, gli analizzatori del profilo longitudinale (APL), che misurano le ondulazioni longitudinali presenti (lunghezza d'onda e distribuzione dell'irregolarità lungo il tracciato).

Alla seconda appartengono invece apparecchiature capaci di velocità operative più elevate e fra queste l'ARAN ed il Dynatest.

L'ARAN (Automatic Road Analyzer) rappresenta il classico esempio di apparecchiatura multifunzionale e ad alto rendimento; è costituito da un furgone equipaggiato con diverse strumentazioni che gli consentono misure di regolarità, di pendenze longitudinali e trasversali, di raggi di curvatura, del profilo trasversale e della tessitura geometrica superficiale.

Di particolare importanza è la metodologia adottata per il rilevamento della regolarità, basata su principi teorici rigidamente formulati ma al tempo stesso strutturata in modo da calibrare scale di valori con diretto riferimento al tipo di strada e alla finalità perseguita.

La grandezza oggetto di misura è l'accelerazione verticale che durante il passaggio del mezzo, con data velocità (50-80 Km/h) sulla superficie viabile irregolare, viene indotta su un accelerometro montato sull'assale posteriore.

La misura, depurata dalla rigidità caratteristica del veicolo, viene interpretata in termini di accelerazione efficace e cioè come radice quadrata del quadrato del valore medio:

$RMS = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T a^2(t) dt}$ (RMS = root mean square)

L'operazione è condotta con velocità commisurata al tipo di strada cosicché l'effetto di una irregolarità viene colto in condizione sicuramente molto prossime a quelle della realtà del fenomeno.

Dal dato oggettivo così registrato si passa al RCI (Riding Comfort Index, Indice di comfort di guida) attraverso una correlazione statistica fra accelerazione media efficace e giudizi forniti dagli utenti sulla corrispondente qualità della strada (fig. 13).

I valori di RCI sono graduati su una scala che va da 0 a 10, essendo l'estremo superiore rappresentativo delle migliori condizioni di regolarità (RCI > 7,5 buona regolarità, RCI < 5 mediocri, necessita di un ulteriore esame, RCI < 3,5 scarsa regolarità).

Le misure di pendenza longitudinale, trasversale e dei raggi di curvatura vengono effettuate tramite l'installazione sul mezzo di due giroscopi.

Inoltre sulla parte anteriore del veicolo è montata una barra trasversale sulla quale trovano alloggio 13 sensori ad ultrasuoni; il rilevamento dei tempi di ritorno del segnale, dopo il rimbalzo sulla pavimentazione, fornisce la distanza fra il piano viabile e barra.

Ciò consente la restituzione di un profilo trasversale della sezione e l'evidenziazione di eventuali anomalie.

Infine, per la misura della tessitura geometrica, con particolare riferimento alla macro rugosità, si ricorre a sistemi indiretti sfruttando la correlazione fra tale caratteristica e rumore di rotolamento generato.

Il montaggio di una telecamera per un rilievo ottico in continuo completa la multifunzionalità della macchina.

In tabella sono riportati alcuni valori indicativi delle soglie di allarme e di intervento per strade nazionali.

	ONDE CORTE 1-3,3	ONDE MEDIE 3,3-13	ONDE LUNGHE > 13
SOGLIA DI ALLARME	2 (6)	6 (6)	20 (6)
SOGLIA DI			

INTERVENTO	3 (4)	8,5 (4)	30 (4)
------------	-------	---------	--------

Soglia di regolarità (ampiezza in mm)

Nel Dynatest la caratteristica di regolarità viene analizzata ancora tramite gli effetti indotti in un acceleramento montato su apposito veicolo; attraverso le indicazioni della ISO di cui si è detto, i valori dell'RMS vengono trasformati in un indice PSR (Present Serviceability Rating, Grado attuale di servizio), che varia fra 0 e 5, con quest'ultimo il valore massimo riferito ad una strada in perfette condizioni.

I valori minimi per strade ordinarie e per autostrade sono di 2, 5 e 3.

Dai valori di PSR è possibile risalire alla vita residua ricorrendo al criterio sviluppato sulla base delle prove AASHO, che utilizza la relazione tra le caratteristiche meccaniche della pavimentazione, le tensioni verticali indotte sulla sommità della fondazione granulare da un dato carico e il numero di ripetizione di quest'ultimo che produce una riduzione di due unità nel valore del PSI.

Rugosità

Le difficoltà incontrate nella definizione della rugosità si ripercuotono nell’individuazione per la stessa di una metodologia di valutazione.

I sistemi presi in considerazione dalle istruzioni sono: altezza in sabbia, rugosimetro a pendolo (ambidue non ad alto rendimento), SCRIM, Texture Meter.

Lo SCRIM (Sideway Force Coefficient Routine Investigation Machine) è un sistema ad alto rendimento per la misura del CAT (Coefficiente di attrito trasversale); l'apparecchiatura consta di un autocarro sul quale è montato il complesso di misura rappresentato da una ruota caricata da una massa sospesa di 200 kg.

La ruota, folle sul suo asse, è orientata rispetto alla traiettoria di marcia di un angolo pari a 20 gradi.

La componente trasversale N della reazione della strada ed il carico verticale P consentono di esprimere la misura come $CAT = N/P$.

L'attrito trasversale fa variare l'angolo di inclinazione della ruota e tale variazione, captata da trasduttori, viene inviata alla centralina di misura, con una frequenza di un segnale ogni 10 m per un veicolo che si muove a 60 km/h.

Il veicolo è dotato di una cisterna d'acqua e di un dispositivo per l'innaffiamento della zona oggetto di misura, in modo che la misurazione si riferisca a eventi di esercizio più interessanti per la sicurezza quali il manto stradale bagnato.

Con riferimento al coefficiente CAT le condizioni di aderenza della pavimentazione vengono classificate secondo il seguente criterio di giudizio:

- CAT < 35 situazione molto critica che richiede intervento immediato;
- 35 < CAT < 40 situazione critica che può dar luogo ad incidenti;
- 40 < CAT < 50 situazione non ancora critica ma da sottoporre a sorveglianza;
- CAT > 50 situazione accettabile.

Sulla stessa attrezzatura SCRIM è possibile montare un sistema della tessitura superficiale (Texture Meter) a raggi laser, in grado di misurare in tempo reale la distanza dalla pavimentazione e risalire automaticamente al valore dell'altezza in sabbia.

I sistemi strumentali dovranno essere eseguiti, per almeno l’80% dell’infrastruttura viaria, al fine di rilevare i seguenti valori:

- indice CAT (coeff. di aderenza trasversale)
- indice IRI (International Roughness Index)
- indice TEX; riferito alla microtessitura (solo per conglomerati drenanti).

Tuttavia se dai rilievi visivi effettuati con frequenza maggiore emergono situazioni puntuali di degrado si dovrà procedere all’esecuzione di misure puntuali.

L’obiettivo osservazione e registrazione del mutare delle caratteristiche della pavimentazione deve essere affiancata dal costante controllo di queste caratteristiche con gli standard di qualità affinché nella fase decisionale si pervenga ad una programmazione degli interventi nel rispetto degli obiettivi da perseguire e dei vincoli esistenti.

Gli standard di qualità tengono conto sia della estensione che della gravità in sé dei difetti osservati.

Per la gravità si riporta nella tabella seguente il metodo di valutazione.

Tabella: ESEMPI DI INDICATORI DELLA GRAVITÀ DI ALCUNI DIFETTI

ELEMENTO O INDICATORE	MEZZI DI QUANTIFICAZIONE	GRADO DI GRAVITÀ	PARAMETRI AUSILIARI	INDICAZIONI PER LA MANUTENZIONE
Aderenza	Coefficiente di attrito trasversale (C.A.T.) misurato allo S.C.R.I.M.	3 C.A.T.= 0,4÷0,5	Tasso di incidenti sulla strada superiore alla media	Sorveglianza della sezione
		3 C.A.T.= 0,35÷0,4	Condizioni sfavorevoli ed i luoghi o dei tracciati. incidenti	Sorveglianza della sezione o rinnovo dello strato superficiale, a seconda della sua età
		1 C.A.T. =0,35÷0,26 ⁽¹⁾		Rinnovo dello strato superficiale
Degradazioni Superficiali: - deformazione per scorrimento dello strato superficiale	Percentuale di lunghezza e profondità media	2 da 40 a 100% e da 6 a 15 mm	Stato dell'aderenza o della regolarità	Sorveglianza della sezione o rinnovo dello strato superficiale, a seconda della sua età
		1 da 40 a 100% e □15 mm		Rinnovo dello strato superficiale
Levigatura, perdita di aggregati, trasudo	Percentuale di pavimentazione degradata	2 da 10 a 25%	Stato dell'aderenza o della regolarità	Rinnovo dello strato di rotolamento. Tappetino di
		1 > 25%		

⁽¹⁾ 40% delle misure sono □□□0,30; oppure 60% delle misure sono □□□0,35

NOTA

Si definiscono 2 o 3 livelli di gravità di gravità per ogni degradazione e l'indicazione per la manutenzione viene fissata dopo aver considerato altri parametri: come il traffico totale cumulato sopportato dalla strada dopo l'ultimo intervento e la presenza concomitante di più tipi di degradazione

Catalogazione delle degradazioni

Le risultanze della fase di rilievo periodico consentirà di individuare le degradazioni presenti nella pavimentazione che interessano la regolarità, l'aderenza e la portanza.

Le degradazioni riscontrabili potranno, con riferimento ai tre indicatori di stato del seguente tipo:

Regolarità

- ondulazioni longitudinali
- ondulazioni trasversali
- depressioni localizzate
- avvallamenti di vaste superfici o diffusi

Aderenza

- diminuzione della rugosità superficiale (micro e macro tessitura)

Portanza

- fessurazioni
- sfondamenti
- ondulazioni longitudinali
- alterazioni delle pendenze trasversali
- risalita del materiale fino

Nelle tabelle che seguono per ciascuna delle degradazioni si riportano:

- una breve descrizione;
- il metodo per la misurazione;
- la misura specialistica in grado di definirla e lo strumento di misura più adatto.

MANUALE D’USO E MANUTENZIONE

PAVIMENTAZIONI FLESSIBILI O SEMIRIGIDE CATALOGO DELLE DEGRADAZIONI		PAVIMENTAZIONE FLESSIBILI O SEMIRIGIDE CATALOGO DELLE DEGRADAZIONI	
DEGRADAZIONI DELLA PORTANZA		DEGRADAZIONE DELLA PORTANZA	
TIPO	DESCRIZIONE	TIPO	DESCRIZIONE
	NORME DI MISURA (ESTENSIONE)		NORME DI MISURA (ESTENSIONE)
	GRANDEZZA CARATTERISTICA STRUMENTALE		GRANDEZZA CARATTERISTICA STRUMENTALE
Fessurazioni	<p>Longitudinali lungo i giunti di costruzione</p> <p>Sulla corsia o semicorsia indicare i metri reggista indicare i metri se presenti da sole.</p> <p>Rilievo visivo (può essere diretto o mediato da sistemi fotografici o televisivi).</p>	Sconfigurazioni piano viabile	<p>Ondulazioni con lunghezza d'onda variabile</p> <p>Indicare i metri di sviluppo (metri lineari con presenza del fenomeno)</p> <p>— F.W.D. — Lacroix</p>
Ramificate (ragnaiele, pedali cocodrillo) — leggere — gravi	<p>Indicare i metri di sviluppo (metri lineari con presenza del fenomeno)</p> <p>Rilievo visivo misurare F.W.D. Delftografio Lacroix</p>	Alterazione delle pendenze trasversali	<p>Indicare i metri di sviluppo (metri lineari con presenza del fenomeno)</p> <p>— F.W.D. — Lacroix</p>
Cedimenti della pavimentazione (con o senza fessure) con risalita di materiale fino	<p>Indicare i metri di sviluppo (metri lineari con presenza del fenomeno)</p>	Presenza continue di buche e avvallamenti	<p>Indicare i metri di sviluppo (metri lineari con presenza del fenomeno)</p> <p>— F.W.D. — Lacroix</p>
Montamenti	<p>Indicare i metri di sviluppo (metri lineari con presenza del fenomeno)</p>	Presenza continua di rappezzati	<p>Indicare i metri di sviluppo (metri lineari con presenza del fenomeno)</p> <p>— F.W.D. — Lacroix</p>

MANDATARI/

MANUALE D’USO E MANUTENZIONE

PAVIMENTAZIONI FLESSIBILI O SEMIRIGIDE CATALOGO DELLE DEGRADAZIONI		PAVIMENTAZIONI FLESSIBILI O SEMIRIGIDE CATALOGO DELLE DEGRADAZIONI	
DEGRADAZIONI DELLA REGOLARITÀ		DEGRADAZIONI DELLA REGOLARITÀ	
TIPO	DESCRIZIONE	TIPO	DESCRIZIONE
Ondulazioni longitudinali	Successione di ondate con lunghezza d'onda variabile Sulla corsia (o semicorsia) in metri giri per lunghezza in metri ARAN; PSK; ambratore APL...	Avallamenti su vaste superfici o diffusi	Deformazione (assettamenti) di vaste superfici o diffusi Sulla carreggiata in metri lineari eubicati (ca. Km x Km) ARAN; PSK Cedimenti sulla spalla da essere avvertiti al passaggio dei veicoli
Ondulazioni trasversali	Depressione sotto la traccia delle ruote accompagnate o no da rifilamenti trasversali (orassidi). Arallamenti della sommità per cedimento delle fondazioni e del sottofondo	Dilatazione della rugosità superficiale	Levigatura degli asfatti, risalita di bitume, perdita di mescola eometrica Sulla corsia o semicorsia in metri lineari S.P.N. (II) Me. number (III) Altezza in metri ES (IV) Temperatura in metri TREL (V)
Depressioni localizzate	Cedimenti di limitare (rimpiante) e pozzetti Versi e pozzetti buche Protuberanze, guasti localizzati Lunghezza in metri della zona interessata		

L'insieme delle osservazioni e misurazioni effettuate potranno essere compendiate nella scheda riportata alla pagina seguente.

MANUALE D’USO E MANUTENZIONE

Scheda 1°

Data del rilevamento

Strada..... Tratto esaminato: da a lung. (m)

Carreggiata (d/s)

Larghezza corsie..... n° corsie (per senso di marcia)

Larghezza banchine..... con pavimentazione portante

Superficie di una lastra (m²)

Traffico (veic.-h) % veicoli commerciali

CARATTERISTICHE			GIUDIZIO										
Resistenza strutturale (PORTANZA)			ELEVATA	<input type="checkbox"/>	MEDIA	<input type="checkbox"/>	SCARSA	<input type="checkbox"/>					
Resistenza allo slittamento (ADERENZA)			BUONA	<input type="checkbox"/>	MEDIA	<input type="checkbox"/>	SCARSA	<input type="checkbox"/>					
Confort di guida (REGOLARITA')			CONFORT		<input type="checkbox"/>	NON CONFORT		<input type="checkbox"/>					
Rumorosità			ELEVATA	<input type="checkbox"/>	MEDIA	<input type="checkbox"/>	SCARSA	<input type="checkbox"/>					
DIFETTI			molto lieve	poco lieve	abbastanza grave	grave	molto grave	poco frequente	abbastanza frequente	frequente	molto frequente	generalizzato	Estensione (in % sul tratto considerato)
PORTANZA	FESSURAZIONI LONGITUDINALI	lungo i giunti di costruzione											
		Rami ficate (ragnatele a pelle di cocodrillo)	corsia										
			M										
			S										
	SFONDAMENTI	sulla corsia	M										
			S										
	CONFIGURAZIONE DEL PIANO VIABILE	ondul. long. con lung. d'onda var.											
		alter. pend. trasv	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>							
		presenza continua buche e avvallam.	/										
		Presenza continua di rappezi	/										
ADERENZA	Perdita di tessitura	sulla corsia	M										
			S										
	Levigatura	sulla corsia	M										
			S										
	Risalita di bitume	sulla corsia	M										
			S										
REGOLARITA'	Ondulazioni con lung. d'onda variabili	sulla corsia	M										
			S										
	Ondulazioni trasversali	sulla corsia	M										
				S									
	Ond. per cedimento fondazioni	sulla corsia	M										
			S										
	Depressioni localizzate (buche)	sulla corsia	M										
			S										
	Avvallamenti su vaste superfici	/											
VARIE	Spogliamento	sulla corsia	M										
			S										
	Degradamento	sulla corsia	M										
			S										
	Altri difetti	Descrizioni:											
RIPARAZIONI ESISTENTI	Riempimento Buche												
	Rappezzi												
	Scarific.												
ALTRE	Descrizione												

Analisi degli interventi di manutenzione

Gli interventi di manutenzione che si prevedono al fine di mantenere sempre a livelli accettabili la funzionalità della pavimentazione sono:

- pulizia del manto stradale da eseguirsi nel caso in cui l’accludimento dei vuoti da parte di materiale fino e la sporcizia riducono notevolmente le caratteristiche di permeabilità del manto. La necessità di operare la pulizia scaturirà dai risultati delle prove di permeabilità eseguite con permeometri a cadenza semestrale e trimestrali sulle rampe di svincolo che sulle rotatorie a causa della presenza di accessi da aree agricole;
- rappezi e sigillatura delle fessure tali operazioni di tipo provvisorio saranno eseguite per mantenere agibile la strada in attesa di interventi più definitivi. Il rappezzo deve essere fatto risagomando i bordi delle degradazioni da sistemare. È consigliabile l’uso di piccole fresatrici a freddo per la creazione dei vani necessari se le superfici da sistemare sono di estensione elevata. Per un rappezzo duraturo è preferibile usare materiali a caldo, da rullare con idonei anelli metallici. Considerato che la strada è a grande traffico è preferibile non usare materiali legati con bitumi liquidi o emulsioni.
- Per la sigillatura delle fessure, se queste presentano una larghezza superiore ai 2-3 mm si riempiono con emulsione bituminosa cationica al 65% fluida e si satura il legante con sabbia fine;
- Trattamenti superficiali per il ripristino delle caratteristiche di aderenza. Sono da preferire trattamenti del tipo a doppio strato con doppia granigliatura con leganti bituminosi modificati con elastomeri e con resine epossidiche per interventi su ponti e viadotti. Questi ultimi sono anche molto vantaggiosi per le loro qualità fonoassorbenti (riducono cioè notevolmente il rumore di rotolamento ed anche gli altri rumori dei veicoli);
- Interventi radicali di rafforzamento e risanamento da eseguire su pavimentazione molto ammalorate. Si tratta dei rafforzamenti di grosso spessore e dei risanamenti profondi. Il primo tipo di intervento che consiste

nella stesa di 15-20 cm di materiali freschi (o riciclati in impianto) sulla pavimentazione preesistente in due strati, può richiedere una serie di interventi aggiuntivi quali sollevamento di guard-rail, sistemazione di cunette ecc.

Più adatte alle pavimentazioni di strade e più corsie è il risanamento profondo. Esso consiste nell’asportare la pavimentazione della zona ammalorata fino agli strati di fondazione e nel ricostruire il nuovo pacchetto fino a raggiungere la quota della vecchia pavimentazione.

In occasione degli interventi di manutenzione occorrerà attentamente valutare, rilevazione alla tipologia di intervento da eseguire, la possibilità di effettuare il riciclaggio dei materiali. Ciò comporterà una maggiore compatibilità ambientale dell’attività di manutenzione.

Potrà farsi riferimento a due principali tipologie di riciclaggio:

1. quello effettuato in situ con o senza aggiunta di materiale fresco (filler e legante solamente, oppure con modifica delle curve preesistente);
2. quello effettuato in impianto sempre con l’aggiunta di materiali freschi. In tal caso si ha una maggiore possibilità di fissare la percentuale di materiale nuovo da impiegare.

La tecnica del riciclaggio dovrà basarsi sui seguenti criteri.

- a) correzione granulometrica
- b) scelta del tipo di legante da aggiungere, scelta del tenore di legante.

Per quanto riguarda la prima operazione è necessario considerare la variazione granulometrica subita dagli inerti in fase di asportazione del materiale, specialmente nel caso di riciclaggio in situ. Per la rigenerazione del bitume occorre tenere conto del ripristino delle proprietà reologiche e chimiche del legante. Il quantitativo aggiunto ha funzione poi della viscosità finale richiesta alla miscela legante additivo.

4.4.3 Tipologia di programmi per le barriere di sicurezza (guardrail)

Le barriere da collocarsi lungo la sede stradale dovranno possedere le caratteristiche prestazionali di cui al D.M. LL.PP. del 11.06.1999, in aggiornamento al D.M. n°223 del 18.02.1992, D.M. LL.PP. del 3.06.98, nonché alla Circolare Ministero LL.PP. n.2337/87, alla Circolare ANAS - Direzione Centrale Tecnica - 52/92 ed alla Circolare Ministero LL.PP. n°2595/95.

La definizione del programma di manutenzione delle barriere di sicurezza (guardrail) consiste nella previsione di tutta una serie di attività tese al mantenimento ed alla conservazione delle caratteristiche funzionali delle barriere stesse.

Il “Manuale di manutenzione” viene suddiviso in tre parti :

Parte A - Descrizione delle parti soggette a manutenzione.

Parte B - Descrizione degli interventi manutentivi ordinari.

Parte C - Livello minimo delle prestazioni per gli interventi manutentivi.

PARTE A

DESCRIZIONE DELLE PARTI SOGGETTE A MANUTENZIONE E RILEVAMENTO DEI DATI

Barriera H3:

barriera di sicurezza in acciaio di qualità S235JR - EN 10025 costituita da nastro a tripla onda di acciaio sp. 3.0 mm., altezza 508 mm., sviluppo 748 mm., pali di sostegno U 120x80x5 h. 2200 mm. per l'infissione nel terreno ad interasse di 1500 mm., distanziatori 570x392 mm. sp. 3 mm., dispositivi di sganciamento, dissipatore di energia, profilo corrente inferiore U 120x65x4 mm completo di supporti, piatto sagomato 70x5 mm., diagonali interne in piatto 70x5, bulloneria secondo UNI 3740, dispositivi rifrangenti ed accessori; zincatura a caldo secondo UNI EN ISO 1461.

Barriere H4:

barriera di sicurezza in acciaio di qualità S235JR - EN 10025 costituita da fasce orizzontali dello spessore di mm. 3 avente sezione a doppia onda, paletti di sostegno in profilato metallico con sezione a sigma 100x55x4,2 h. 1900 mm. per l'infissione nel terreno ad interasse di 4000 mm. distanziatori di tipo U 200x85x5 L. 70 mm. bulloneria secondo UNI 3740, dispositivi rifrangenti ed accessori; zincatura a caldo secondo UNI EN ISO 1461.

Rilevamento dei dati

Il rilievo dei dati avrà inizio fin dalla fase di costruzione dell’opera oggetto principale dei rilevamenti periodici saranno i seguenti parametri:

- stato e verticalità dei pali di sostegno;
- regolarità dei correnti inferiori e superiori;
- verifica dello stato di fissaggio dei componenti principali e secondari dei guard rail;
- linearità e regolarità dei diagonalini interni;
- censimento di eventuali danneggiati, deformazioni o perdite di verticalità dei pali di sostegno.

Si riporta la scheda predisposta secondo la direttiva del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 3065 del 25/08/04 che richiama gli enti proprietari o gestori di strade circa la puntuale applicazione dell’art 7 del D.M. 223/92 ove è previsto l’invio, all’allora Ministero dei lavori pubblici – Ispettorato circolazione e traffico, oggi Ministero delle infrastrutture e dei trasporti – Direzione generale per le strade e autostrade, di “un rapporto sommario che, sulla base delle esperienze statistiche di esercizio, fornisce indicazioni sulla efficienza e funzionalità delle barriere omologate, segnalando eventuali inefficienze rispetto alle caratteristiche previste”, da inviare con cadenza biennale.

I dati raccolti nella scheda suddetta oltre che per quanto previsto dalla direttiva ministeriale verranno utilizzati per il monitoraggio dell’efficienza delle barriere di sicurezza e per la programmazione degli interventi di manutenzione.

Istruzioni compilazione scheda di rilevazione barriere stradali di sicurezza d.m. 3065 - 25/08/04

ISTRUZIONI PER LA COMPILAZIONE DELLA SCHEDA

NOTA: La scheda deve essere riempita in modo da avere in ogni riga un prodotto ovvero una specifica barriera caratterizzata da una tipologia ed una classe di contenimento.

COLONNA (*) = OPZIONALE	DESCRIZIONE
PERIODO DI OSSERVAZIONE	Indicare il periodo di osservazione considerato (i campi "bionio", "mese" ed "anno" sono "vincolati" ovvero accettano solo valori ritenuti accettabili)
ENTE	Indicare il nome dell'Ente
STRADA	Indicare il nome della strada in esame
CLASSE STRADA	Inserire la classe della strada in esame Campo "vincolato" alle tipologie di strada definite nel D.M. 05.11.2001: Tipo A estr Tipo A urb Tipo B Tipo C Tipo D Tipo E Tipo F extr Tipo F urb Non classificata
PROGRESSIVE DI RIFERIMENTO DELLA STRADA	Indicare le progressive chilometriche (000+000) di inizio e fine della strada in esame
TIPOLOGIA BARRIERA	Indicare la tipologia di barriera Campo "vincolato" alle tipologie di strada definite nel D.M. 05.11.2001: bordo laterale spartitraffico bordo opera d'arte
PRODOTTO INSTALLATO	Indicare la sigla del prodotto installato
CLASSE BARRIERA	Indicare la classe di contenimento della barriera Campo "vincolato" alle classi di contenimento definite nel D.M. 223/92: H1 H2 H3 H4 N1 N2 non classificabile
N. OMOLOGAZIONE	Indicare il numero del certificato di omologazione (per barriere non omologate lasciare vuoto)
ESTENSIONE	Indicare l'estensione della tipologia di barriera specificata per la strada in esame. (NB: si intende lo sviluppo effettivo di barriera in metri lineari. Se la medesima barriera è installata su entrambi i lati deve essere conteggiata 2 volte)
N. INCIDENTI CON MEZZI PESANTI	Indicare il numero di incidenti che hanno coinvolto mezzi pesanti nel periodo di osservazione che hanno interessato la barriera in esame Specificare il numero di incidenti totali, il numero di incidenti con feriti ed il numero di incidenti mortali
N. INCIDENTI CON MEZZI PESANTI CON SUPERAMENTO DELLA BARRIERA	Indicare il numero di incidenti che hanno coinvolto mezzi pesanti e nei quali il veicolo non è stato contenuto dalla barriera
N. INCIDENTI CON SOLI MEZZI LEGGERI	Indicare il numero di incidenti che hanno coinvolto solo mezzi leggeri nel periodo di osservazione che hanno interessato la barriera in esame Specificare il numero di incidenti totali, il numero di incidenti con feriti ed il numero di mortali
N. INCIDENTI CON MEZZI LEGGERI CON SUPERAMENTO DELLA BARRIERA	Indicare il numero di incidenti che hanno coinvolto solo mezzi leggeri e nei quali il veicolo leggero ha oltrepassato la barriera
TRAFFICO	
TGM (*)	Indicare il TGM sul tratto di strada considerato mediato nel periodo in esame (se disponibile)
% veicoli pesanti (*)	Indicare la percentuale di veicoli pesanti sul tratto di strada considerato mediato nel periodo in esame (se disponibile)
NOTE (*)	Eventuali note
COMPILATORE	Nome, cognome, e-mail del compilatore

codici - scheda di rilevazione barriere stradali di sicurezza d.m. 3065 - 25/08/04

Classe_barriera		Mese
N1		1
N2		2
H1		3
H2		4
H3		5
H4		6
non classificabile		7
		8
		9
		10
		11
		12
Tipo_barriera		Anno
Bordo Laterale		1992
Bordo opera d'arte		1993
Spartitraffico		1994
		1995
		1996
		1997
		1998
		1999
		2000
		2001
		2002
		2003
		2004
		2005
		2006
		2007
		2008
		2009
		2010
		2011
		2012
		2013
		2014
		2015
		2016
		2017
		2018
		2019
		2020
		2021
		2022
		2023
		2024
		2025
		2026
		2027
		2028
		2029
		2030
		2031
		2032
		2033
		2034
		2035
		2036
		2037
		2038
		2039
		2040
		2041
		2042
		2043
		2044
		2045
		2046
		2047
		2048
		2049
		2050
Giorno		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		



PARTE B

DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI MANUTENTIVI SU MANUFATTO:

Operazioni preliminari:

- Lo scarico dagli automezzi di trasporto degli elementi da sostituire o da ripristinare della barriera stradale può avvenire o con una gru installata sul camion o per mezzo di elevatori muniti di forche, nel rispetto delle vigenti norme di sicurezza.
- Per i lavori di installazione in presenza di traffico occorre predisporre la segnaletica stradale necessaria al fine di deviare il traffico stesso e riparare il personale dal flusso degli automezzi, sempre nel rispetto delle norme di sicurezza.
- Il personale deve essere munito del previsto equipaggiamento quale scarpe, guanti ed in particolari casi - di casco, cinture di sicurezza, e quanto altro previsto dal sito specifico e dalle norme vigenti in materia di sicurezza.

Sequenza delle operazioni di installazione degli elementi da sostituire:

- Lo schema di installazione è costituito dal disegno di un modulo di barriera.
- Fissare al suolo, alle estremità del tratto interessato, due capicorda di riferimento che, una volta collegati, servono per l’allineamento dei paletti e dei nastri.
- Distribuire i nastri al suolo lungo il tracciato tenendo presente il senso di marcia. Si precisa che le sovrapposizioni dei nastri e dei correnti inferiori, una volta installati, debbono essere concordi al senso di marcia in modo che le sporgenze non siano rivolte verso il traffico che sopraggiunge.

- I pali vengono disposti sul cordolo in corrispondenza della foratura dei nastri, perpendicolarmente ai nastri stessi e secondo l’interasse richiesto dal disegno.
- I pali con piastra forata di base vengono successivamente sollevati verticalmente ed assemblati al cordolo di fondazione tramite le barre filettate di ancoraggio; queste devono essere già presenti nel cordolo con l’interasse previsto dal disegno. Durante tale operazione occorre controllare: l’allineamento e la quota dei pali, la distanza tra i pali e la verticalità degli stessi, secondo le misure e le tolleranze previste.
- Assemblare il distanziatore U alla estremità superiore del palo. Assemblare le travi superiori ai distanziatori ad U.
- Assemblare le travi superiori tra loro mediante i manicotti di collegamento.
- Assemblare le diagonali interne
- Assemblare il piatto sagomato 70x5.
- Avvitare sul palo l’elemento denominato distanziatore a questo deve essere già stato assemblato il dispositivo di sganciamento ed il dissipatore d’energia.
- Raccogliere i nastri, precedentemente disposti sul terreno, ed avvitarli al dissipatore d’energia e fra loro utilizzando i bulloni e le piastrine antisfilamento.
- Assemblare sul palo i supporti del corrente inferiore.
- Assemblare i correnti inferiori ai supporti e fra loro.
- Bloccare definitivamente, a mezzo di avvitatori pneumatici tarati, tutta la bulloneria previo controllo di tutte le quote e dell’allineamento dei nastri.

Verifica della conformità della installazione

Il tecnico responsabile della installazione, mediante opportuni strumenti di misura, controlla, prima dell’inizio delle operazioni di assemblaggio, durante il lavoro ed alla sua conclusione, i seguenti aspetti:

- Interasse dei pali e altezza del bordo superiore del nastro, secondo quanto prescritto dai disegni della barriera.
- Lunghezza dell’installazione e allineamento della stessa in funzione dell’andamento planimetrico ed altimetrico della strada.
- Serraggio definitivo dei bulloni di unione secondo norma.

Coppia di serraggio della bulloneria

	D Mm	A _{res} mm ²	T _s (N · m)				
			4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
12	84		39	48	58	90	113
14	115		62	77	93	144	180
16	157		96	121	145	225	281
18	192		133	166	199	309	387
20	245		188	235	282	439	549
22	303		256	320	384	597	747
24	353		325	407	488	759	949
27	459		476	595	714	1110	1388
30	561		646	808	969	1508	1885

DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI MANUTENTIVI SU RILEVATO:

Operazioni preliminari

- Lo scarico dagli automezzi di trasporto degli elementi da sostituire o da ripristinare della barriera stradale può avvenire o con una gru installata sul camion o per mezzo di elevatori muniti di forche, nel rispetto delle vigenti norme di sicurezza.
- Per lavori di installazione in presenza di traffico occorre predisporre la segnaletica stradale necessaria al fine di deviare il traffico stesso e riparare il personale dal flusso degli automezzi, sempre nel rispetto delle norme di sicurezza.
- Il personale deve essere munito del previsto equipaggiamento quale scarpe, guanti ed - in particolari casi - di casco, cinture di sicurezza, e

quanto altro previsto dal sito specifico e dalle norme vigenti in materia di sicurezza.

Sequenza delle operazioni di installazione degli elementi da sostituire della barriera longitudinale

- Lo schema di installazione è costituito dal disegno della barriera applicata al particolare sito.
- Fissare nel terreno, alle estremità del tratto interessato, due capicorda di riferimento che, una volta collegati, servono per l’allineamento dei paletti e dei nastri.
- Distribuire i nastri sul terreno lungo il tracciato tenendo presente il senso di marcia del traffico. Si precisa che le sovrapposizioni dei nastri e dei correnti, una volta installati, debbono essere concordi al senso di marcia in modo che le sporgenze non siano rivolte verso il traffico che sopraggiunge.
- I pali vengono posati sul terreno in corrispondenza della foratura dei nastri, perpendicolarmente ai nastri stessi e secondo l’interasse richiesto dal disegno.
- I pali vengono successivamente sollevati verticalmente ed infissi nel terreno, che deve essere di classe A1 secondo CNR UNI 10006, generalmente con l’utilizzo di un battipalo meccanico. Durante tale operazione occorre controllare: l’allineamento e la quota dei pali, la distanza tra i pali, la verticalità degli stessi e la loro distanza dalla scarpata secondo le misure e le tolleranze previste nel disegno di riferimento.
- Unire insieme il primo dissipatore d’energia, il distanziatore ed il dispositivo di sganciamento; assemblare poi questo gruppo sulla estremità superiore del paletto di sostegno con i due appositi bulloni.
- Assemblare le diagonali interne secondo lo schema riportato nel disegno.
- Assemblare i nastri, precedentemente disposti sul terreno, ai dissipatori d’energia e fra loro, utilizzando i bulloni previsti e le piastrine antisfilamento.

- Assemblare sul palo i supporti del corrente inferiore.
- Assemblare i correnti inferiori ai supporti e fra loro.
- Bloccare definitivamente, a mezzo di avvitatori pneumatici tarati, tutta la bulloneria previo controllo di tutte le quote e dell’allineamento dei nastri.
- L’installazione deve avvenire sempre sotto la sorveglianza di un tecnico specializzato e nel pieno rispetto delle norme di sicurezza applicabili.

Sequenza delle operazioni di installazione degli elementi da sostituire dei terminali della barriera:

N.B.: i terminali della barriera devono essere posizionati lontano dalle traiettorie possibili del traffico stradale.

- Lo schema di installazione è costituito dal disegno della barriera applicata al particolare sito.
- Infiggere i paletti nel terreno di classe A1 secondo CNR UNI 10006 e secondo lo schema previsto.
- Applicare alla sommità dei paletti i gruppi distanziatori; 4. assemblare il nastro piegato al tratto di barriera longitudinale ed ai paletti più alti.
- Assemblare il nastro con l’estremità interrata al nastro piegato ed ai paletti.
- Unire il tenditore posteriore al nastro principale.
- Assemblare il terminale del corrente inferiore al corrente inferiore della barriera longitudinale.
- Bloccare definitivamente, a mezzo di avvitatori pneumatici tarati, tutta la bulloneria.
- L’installazione deve avvenire sempre sotto la sorveglianza di un tecnico specializzato e nel pieno rispetto delle norme di sicurezza applicabili.

Verifica della conformità della installazione

Il tecnico responsabile della installazione, mediante opportuni strumenti di misura, controlla, prima dell’inizio delle operazioni di assemblaggio, durante il lavoro ed alla sua conclusione, i seguenti aspetti:

- Interasse dei pali e altezza del bordo superiore del nastro, secondo quanto prescritto dai disegni della barriera.
- Lunghezza dell’installazione e allineamento della stessa in funzione dell’andamento planimetrico ed altimetrico della strada.
- Serraggio definitivo dei bulloni di unione secondo norma.

Coppia di serraggio della bulloneria

D Mm	A _{res} mm ²	T _s (N · m)				
		4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
12	84	39	48	58	90	113
14	115	62	77	93	144	180
16	157	96	121	145	225	281
18	192	133	166	199	309	387
20	245	188	235	282	439	549
22	303	256	320	384	597	747
24	353	325	407	488	759	949
27	459	476	595	714	1110	1388
30	561	646	808	969	1508	1885

PARTE C

Tabelle del livello minimo delle prestazioni per gli interventi manutentivi ordinari di revisione e straordinari di sanatoria e riparazione.

MANUTENZIONE ORDINARIA DELL’OPERA

LAVORI DI REVISIONE

COMPONENTE	Intervento	Cadenza	Personale incaricato	Macchinario-Attrezzature
Verifica pali, piastre e bulloni	Verifica visiva verticalità pali barriera e regolarità correnti ed eventuale serraggio dei bulloni.	12 mesi	2 OPERAI 1 AUTISTA	1 FURGONE DI SERVIZIO ATTREZZI MAN. ATTREZZI ELET. GRUPPO ELETT.
Verifica componenti minori, piastre e bulloni	Verifica visiva dei punti di fissaggio, ed eventuale serraggio dei bulloni.	12 mesi	2 OPERAI 1 AUTISTA	1 FURGONE DI SERVIZIO ATTREZZI MAN. ATTREZZI ELET. GRUPPO ELETT.
Verifica moduli di barriera pali, piastre e bulloni	Verifica visiva moduli di barriera ed eventuale rimozione parti danneggiate e/o ammalorate e sostituzione.	6 mesi/quando necessario	2 OPERAI 1 AUTISTA	1 AUTOCARRO 1 AUTOGRU 1 SALDATRICE 1 OSSIACETIL. ATTREZZI MAN. ATTREZZI ELET. GRUPPO ELETT. FUNI.

MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELL’OPERA

LAVORI DI SANATORIA E RIPARAZIONE

COMPONENTE	Intervento	Cadenza	Personale incaricato	Macchinario Attrezzature
Sostituzione pali, correnti piastre e bulloni.	Rimozione e sostituzione correnti e pali barriera.	Quando necessario a seguito di analisi visiva lavori di revisione	2 OPERAI 1 GRUISTA 1 AUTISTA	1 AUTOCARRO 1 AUTOGRU 1 SALDATRICE 1 OSSIACETIL. ATTREZZI MAN. ATTREZZI ELET. GRUPPO ELETT. FUNI.
Sostituzione componenti minori, piastre e bulloni.	Rimozione e sostituzione serraglie minori e ripristino coppia di serraggio.	Quando necessario a seguito di analisi visiva lavori di revisione	2 OPERAI 1 GRUISTA 1 AUTISTA	1 AUTOCARRO 1 AUTOGRU 1 SALDATRICE 1 OSSIACETIL. ATTREZZI MAN. ATTREZZI ELET. GRUPPO ELETT. FUNI..
Sostituzione allineamento moduli di barriera: pali, piastre e bulloni serraglie minori.	Rimozione e sostituzione di barriere danneggiate. Movimentazione e sostituzione di parti di barriera danneggiate.	Quando necessario a seguito di analisi visiva lavori di revisione	2 OPERAI 1 GRUISTA 1 AUTISTA	1 AUTOCARRO 1 AUTOGRU 1 SALDATRICE 1 OSSIACETIL. ATTREZZI MAN. ATTREZZI ELET. GRUPPO ELETT. FUNI.

4.4.4 Tipologia di programmi per la segnaletica

La segnaletica è un elemento fondamentale per la sicurezza della circolazione. Durante il corso della vita utile dell’opera si effettuano i controlli sistematici necessari per la valutazione delle caratteristiche di rifrangenza della segnaletica orizzontale ed al calare dei parametri di riferimento si provvede a ripristinare l’efficienza delle stesse, effettuando i necessari ripassi. Analogamente per la manutenzione della segnaletica verticale e nella manutenzione degli elementi catarifrangenti di grande visibilità, posti ai lati delle carreggiate per segnalarne i limiti.

La segnaletica verticale e le segnalazioni dei limiti di carreggiata saranno costantemente controllate al fine di mantenerle efficienti in termini, rispettivamente, di leggibilità e visibilità.

Il controllo tecnico della segnaletica previsto dagli artt. 37 e 38 del Codice consiste nella costante azione che deve essere assicurata per mantenere a livello ottimale le condizioni di manutenzione e di efficienza della segnaletica stradale nella sua più ampia accezione: verticale, orizzontale, luminosa e complementare. E’ necessario pertanto effettuare periodicamente:

- a) la ricognizione di tutta la segnaletica esistente e del suo stato di manutenzione e di efficienza;
- b) la verifica delle condizioni di impiego dei segnali stradali in opera e riscontro della loro durata ai fini della «vita utile»;
- c) il riscontro sull’opportunità di eliminare segnali non congruenti, non necessari o non più rispondenti alle situazioni e condizioni della strada;
- d) la verifica della segnaletica in opera in rapporto alla disciplina prevista dai relativi provvedimenti amministrativi;
- e) il riesame e lo studio della effettiva esigenza di segnaletica per le specifiche situazioni di circolazione;
- f) la verifica periodica di valutazione della rispondenza della segnaletica di indicazione alle esigenze del traffico e alle necessità dell’utenza;
- g) la progettazione, per aree omogenee, di sistemi di segnalamento appropriati, conformi alla normativa vigente e soprattutto di miglioramento dell’arredo della strada nell’interesse generale dell’utenza e della sicurezza stradale.

La manutenzione della segnaletica stradale va considerata nella sua comune distinzione di ordinaria e straordinaria. La manutenzione ordinaria implica la cura costante di tutti gli elementi di segnalamento che costituiscono la dotazione di arredo, che riguarda sia la segnaletica verticale, sia quella orizzontale e, necessariamente, tutta l’altra complementare nonché gli impianti di segnali luminosi. La manutenzione straordinaria verrà programmata a seguito delle risultanze delle indagini visive e dei dati raccolti della manutenzione ordinaria.

La manutenzione ordinaria dovrà intervenire relativamente alla valutazione dello stato di degrado indotto dagli agenti atmosferici, dall'usura prodotta dal traffico, dai danni conseguenti ad atti vandalici o ad urti sulle superfici utili, che pongono a nudo il sottostante supporto, sono deficienze che possono essere adeguatamente eliminate con una costante opera di controllo e di manutenzione.

Particolare attenzione dovrà essere posta affinché i segnali siano sempre visibili, ad esempio recidendo i rami e gli arbusti che determinano una pericolosa azione schermante. Tale circostanza va controllata sul posto, a partire dalla distanza utile dalla quale il segnale deve essere avvistabile.

Particolarmente soggetta all'usura è la segnaletica orizzontale per la quale più frequente dovrà risultare l'opera di rifacimento per assicurarne sempre la piena visibilità.

La frequenza dei rifacimenti dipende dal tipo della pavimentazione, dalla composizione e dalle modalità di applicazione dei materiali, nonché dalle condizioni climatiche e dall'intensità del traffico.

Particolare cura deve essere posta al ripristino delle linee discontinue in modo che i nuovi segmenti coincidano il più esattamente possibile con quelli preesistenti, cosicché i segni appaiano chiari e nitidi, senza possibilità di ridotta od erronea percezione.

SEGNALETICA VERTICALE

Tutta la segnaletica verticale disposta lungo in tratto stradale in oggetto, dovrà essere fornita con le caratteristiche rigorosamente conformi ai tipi, dimensioni, misure prescritti sia dall'art. 45, comma 8 del Dlgs 30 Aprile 1992, n. 285, nonché dal regolamento di esecuzione del Codice della Strada, D.P.R. n. 495 del 16.12.1992 e del D.M. 23.06.1990 Ministero LL.PP. "Disciplinare tecnico sulle modalità di determinazione dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti".

I segnali e le pellicole devono, altresì, rispondere ai requisiti prescritti dal D.M. 31.03.1995 Ministero LL.PP., pubblicato sulla G.U. n. 106 del 09.05.1995 : le pellicole, altresì, dovranno risultare essere prodotte da ditte in possesso del sistema di qualità in base alle norme europee della serie UNI/EN ISO 9000.

Inoltre, in ottemperanza a quanto previsto dall'art. 45 comma 8 del nuovo Codice della Strada e dagli artt. 192, 193, 194, 195 del Regolamento di esecuzione e dalla Circolare n. 2584 del 9 giugno 1995 Ministero LL.PP., tutti i segnali forniti dovranno essere prodotti da costruttori regolarmente autorizzati.

SEGNALETICA ORIZZONTALE

La segnaletica orizzontale deve essere rispondente a quanto previsto dal Codice della strada ed alla richiamata norma uni en 1436/98, ed è costituita da strisce longitudinali o trasversali, eseguite mediante applicazione di vernice rifrangente

premiscelata di colore bianca o gialla permanente, in quantità di 1,6 kg/mq, con aggiunta di microsferiche di vetro per ottenere la retroriflessione della segnaletica nel momento in cui viene illuminata dai veicoli, in quantità pari a 0,2 kg/mq.

La definizione del programma di manutenzione della segnaletica consiste nella previsione di tutta una serie di attività tese al mantenimento ed alla conservazione delle caratteristiche funzionali della segnaletica stessa.

Il “Manuale di manutenzione” viene suddiviso in tre parti :

Parte A - Descrizione delle parti soggette a manutenzione.

Parte B - Descrizione degli interventi manutentivi ordinari.

Parte C - Livello minimo delle prestazioni per gli interventi manutentivi.

PARTE A

DESCRIZIONE DELLE PARTI SOGGETTE A MANUTENZIONE E RILEVAMENTO DEI DATI

SUPPORTO METALLICO

A) SUPPORTI IN LAMIERA

I segnali saranno costituiti in lamiera di alluminio semicrudo puro al 99% dello spessore non inferiore a 25/10 di millimetro (per dischi, triangoli, frecce e targhe di superficie compresa entro i 5 metri quadrati) e dello spessore di 30/10 di millimetri per targhe superiori ai metri quadrati 5 di superficie.

Rinforzo perimetrale

Ogni segnale dovrà essere rinforzato lungo il suo perimetro da una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola delle dimensioni non inferiori a centimetri 1,5.

Traverse di rinforzo e di collegamento

Qualora le dimensioni dei segnali superino la superficie di metri quadrati 1,50, i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento piegate ad "U" dello sviluppo di centimetri 1,5, saldate al cartello nella misura e della larghezza necessaria.

Traverse per intelaiature

Dove necessario sono prescritte per i cartelli di grandi dimensioni traverse in ferro zincate ad "U" di collegamento tra i vari sostegni.

Tali traverse dovranno essere complete di staffe ed attacchi a morsetto per il collegamento, con bulloni in acciaio inox nella quantità necessaria, le dimensioni della sezione della traversa saranno di millimetri 50x23, spessore di millimetri 5 e la lunghezza quella prescritta per i singoli cartelli.

La verniciatura di traverse, staffe, attacchi e bulloni dovrà essere eseguita come per i sostegni.

La zincatura delle traverse dovrà essere conforme alle Norme C.E.I. 7 - fascicolo 239 (1968) sul Controllo della zincatura.

Congiunzioni diverse pannelli costituenti i cartelli di grandi dimensioni

Qualora i segnali siano costituiti da due o più pannelli, congiunti, questi devono essere perfettamente accostati mediante angolari anticorrosione da millimetri 20x20, spessore millimetri 3, opportunamente forati e muniti di un numero di bulloncini in acciaio inox da 1/4x15 sufficienti ad ottenere un perfetto assestamento dei lembi dei pannelli.

Trattamento lamiera (preparazione del grezzo e verniciatura)

La lamiera di alluminio dovrà subire carteggiatura, sgrassamento a fondo e procedimento di fosfocromatizzazione o analogo procedimento di pari affidabilità su tutte le superfici.

Il grezzo dopo aver subito i suddetti processi di preparazione, dovrà essere verniciato a fuoco con opportuni prodotti, secondo il tipo di metallo.

La cottura della vernice sarà eseguita a forno e dovrà raggiungere una temperatura di 140 gradi.

Il resto e la sciolatura dei cartelli verrà rifinito in colore grigio neutro con speciale smalto sintetico.

B) ATTACCHI

Per evitare forature tutti i segnali dovranno essere muniti di attacchi standard (per l'adattamento ai sostegni in ferro tubolare diam. mm. 48 e 60).

Tali attacchi dovranno essere completati da opportune staffe in acciaio zincato, corredate di relativa bulloneria, pure zincata.

C)SOSTEGNI

I sostegni per i segnali verticali, saranno in ferro tubolare diam. mm. 48 e 60, chiusi alla sommità e, previo decapaggio del grezzo, dovranno essere zincati conformemente alle norme UNI 5101 e A.S.T.M. 123 e poi verniciati con doppia mano di idonea vernice sintetica opaca in tinta neutra della gradazione prescritta dall’ente gestore dell’infrastruttura.

I sostegni dei segnali verticali dovranno essere muniti di un dispositivo inamovibile antirotazione del segnale rispetto al sostegno.

I sostegni saranno completi di tutte le staffe in acciaio zincato a caldo e bulloneria zincata per il fissaggio dei segnali.

Detti sostegni, comprese le staffe di ancoraggio del palo di basamento, dovranno pesare rispettivamente per i due diametri sopra citati meno di Kg. 3,20xml. e Kg. 410xml.

A)FACCIA ANTERIORE

Le pellicole retroriflettenti da applicarsi sulla faccia a vista dei supporti metallici, preparati come al precedente punto, dovranno essere del tipo a normale efficienza (Classe 1) o ad elevata efficienza (Classe 2), aventi le caratteristiche di cui al Disciplinare Tecnico, approvato con D.M. 31.03.1995.

Sui triangoli e dischi della segnaletica di pericolo, divieto ed obbligo, la pellicola retroriflettente dovrà costituire un rivestimento senza soluzioni di continuità su tutta la faccia utile del cartello, nome convenzionale a "pezzo unico", intendendo definire con questa denominazione, un pezzo intero di pellicola, sagomato secondo la forma del segnale, stampato mediante metodo serigrafico con speciali paste trasparenti per le parti colorate e nere opache per i simboli.

La stampa dovrà essere effettuata con i prodotti ed i metodi prescritti dal fabbricante delle pellicole retroriflettenti e dovrà mantenere inalterata le proprie caratteristiche per un periodo di tempo pari a quello garantito per la durata della pellicola retroriflettente.

Oltre ai segnali da realizzare obbligatoriamente con pellicola ad alta efficienza Classe 2, secondo quanto previsto dall’art. 79 comma 12 del D.P.R. n. 495/92, tutti gli altri segnali, potranno essere realizzati interamente in pellicola a normale efficienza Classe 1.

Le pellicole retroriflettenti dovranno essere lavorate ed applicate sui supporti metallici, mediante le apparecchiature previste dall’art. 194 comma 1 del D.P.R. n. 495/92.

L’applicazione dovrà comunque essere eseguita a perfetta regola d’arte, secondo le prescrizioni della Ditta produttrice delle pellicole retroriflettenti.

2) PELLICOLE

Le pellicole retroriflettenti da usare, dovranno essere esclusivamente quelle aventi le caratteristiche colorimetriche, fotometriche, tecnologiche e di durata previste dal Disciplinare Tecnico, approvato dal Min. LL. PP., con Decreto del 31.03.95.

Le pellicole retroriflettenti dovranno, comunque, risultare prodotte da aziende in possesso di un sistema di qualità conforme alle norme europee della serie UNI / EN 29000.

Le certificazioni di conformità relative alle pellicole retroriflettenti proposte, devono contenere gli esiti di tutte le analisi e prove prescritte dal suddetto Disciplinare e, dalla descrizione delle stesse, dovrà risultare in modo chiaro ed inequivocabile che tutte le prove ed analisi sono state effettuate, secondo le metodologie indicate, sui medesimi campioni per l'intero ciclo e per tutti i colori previsti dalla tab. 1 del Disciplinare Tecnico suddetto.

Inoltre, mediante controlli specifici da riportare espressamente nelle certificazioni di conformità, dovrà essere comprovato che il marchio di individuazione delle pellicole retroriflettenti sia effettivamente integrato con la struttura interna del materiale, inasportabile e perfettamente visibile anche dopo la prova di invecchiamento accelerato strumentalmente.

RETRO DEI SEGNALI

Sul retro dei segnali dovrà essere indicato quanto previsto dall'art. 77 comma 7 del D.P.R. n. 495/92, nello spazio previsto di cmq.200, il marchio dell’Organismo di certificazione ed il relativo n°. del certificato di conformità di prodotto rilasciato..

RILEVAMENTO DEI DATI

Il rilievo dei dati avrà inizio fin dalla fase di costruzione dell’opera oggetto principale dei rilevamenti periodici saranno i seguenti parametri:

- stato e verticalità dei sostegni tubolari metallici;
- stato degli elementi di rinforzo e collegamento;
- verifica delle congiunzioni fra i segnali composti da più pannelli;
- regolarità della faccia anteriore del pannello e delle pellicole retroriflettenti.
- censimento di eventuali danneggiati, deformazioni o perdita di verticalità dei sostegni e dei pannelli.
- verifica della normale risposta luminosa delle pellicole retroriflettenti della segnaletica verticale (parametri D.M. 31.03.1995 Ministero LL.PP) e del grado di rifrangenza della segnaletica orizzontale (parametri norma Uni 1436/98).

PARTE B

DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI MANUTENTIVI

Operazioni preliminari:

- Lo scarico dagli automezzi di trasporto degli elementi da sostituire o da ripristinare della segnaletica verticale può avvenire o con una gru installata sul camion o per mezzo di elevatori muniti di forche, nel rispetto delle vigenti norme di sicurezza.
- Per i lavori di installazione della segnaletica verticale o ripristino di quella orizzontale in presenza di traffico occorre predisporre la segnaletica stradale necessaria al fine di deviare il traffico stesso e riparare il personale dal flusso degli automezzi, sempre nel rispetto delle norme di sicurezza.
- Il personale deve essere munito del previsto equipaggiamento quale scarpe, guanti ed in particolari casi - di casco, cinture di sicurezza, e quanto altro previsto dal sito specifico e dalle norme vigenti in materia di sicurezza.

Sequenza delle operazioni di installazione degli elementi da sostituire:

- Lo schema di installazione è costituito dal disegno del modulo di segnaletica verticale.
- I sostegni vengono disposti sul cordolo in corrispondenza secondo l'interasse richiesto dal disegno.
- I supporti con piastra forata di base vengono successivamente sollevati verticalmente ed assemblati al cordolo di fondazione tramite le barre filettate di ancoraggio; queste devono essere già presenti nel cordolo con l'interasse previsto dal disegno. Durante tale operazione occorre controllare: l'allineamento e la quota dei supporti, la distanza e la verticalità degli stessi, secondo le misure e le tolleranze previste.

- Assemblare sul supporto il pannello retroriflettente fissandolo con gli appositi attacchi e gli elementi di rinforzo.
- Assemblare fra loro i pannelli costituenti cartelli di grandi dimensioni.
- Bloccare definitivamente, a mezzo di avvitatori pneumatici tarati, tutta la bulloneria previo controllo di tutte le quote.

Verifica della conformità della installazione

Il tecnico responsabile della installazione controlla i seguenti aspetti:

- Interasse dei sostegni e distanza del ciglio stradale.
- Effettiva visibilità del cartello in funzione dell’andamento planimetrico ed altimetrico della strada.
- Serraggio definitivo dei bulloni di unione.

PARTE C

Tabelle del livello minimo delle prestazioni per gli interventi manutentivi ordinari di revisione e straordinari di sanatoria e riparazione.

MANUTENZIONE ORDINARIA DELL’OPERA

LAVORI DI REVISIONE

COMPONENTE	Intervento	Cadenza	Personal e incaricato	Macchinario Attrezzature
Verifica supporti, attacchi, piastre, serreglie e bulloni.	Verifica visiva della verticalità e stato dei supporti e regolarità dei cartelli ed eventuale riposizionamento del cartello.	bisettimanale	2 OPERAI 1 AUTISTA	1 FURGONE DI SERVIZIO ATTREZZI MAN. ATTREZZI ELET. GRUPPO Elett.
Verifica visiva (diurna e notturna) luminosità cartelli stradali e rifrangenza strisce segnaletica orizzontale.	Verifica visiva della visibilità della segnaletica, ed eventuali interventi di pulizia, riposizionamento del cartello, ripresa segnaletica orizzontale.	bisettimanale	2 OPERAI 1 AUTISTA	1 FURGONE DI SERVIZIO ATTREZZI MAN. ATTREZZI ELET. GRUPPO Elett. LANCIA IDRAULICA

MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELL’OPERA

LAVORI DI SANATORIA E RIPARAZIONE

COMPONENTE	Intervento	Cadenza	Personal e incaricato	Macchinario Attrezzature
Sostituzione cartelli, attacchi, piastre, serraglie e bulloni.	Rimozione e sostituzione parti e componenti danneggiate e/o ammalorate.	7 anni pellicola Classe 1 10 anni pellicola Classe 2 Quando necessario a seguito di	2 OPERAI 1 AUTISTA	1 AUTOCARRO 1 AUTOGRU 1 SALDATRICE 1 OSSIACETIL. ATTREZZI MAN. ATTREZZI ELET. GRUPPO Elett. FUNI..

		analisi visiva lavori di revisione		
Realizzazione o ripresa strisce segnaletica orizzontale.	Verniciatura strisce di segnaletica orizzontale.	Biennale Quando necessario a seguito di analisi visiva lavori di revisione	2 OPERAI 1 AUTISTA	1 FURGONE DI SERVIZIO 1 AUTOCARRO 1 VERNICIATORE PAVIMENTAZIONE ATTREZZI MAN. ATTREZZI ELET. GRUPPO ELET.

4.4.5 Tipologia di programmi per le opere idrauliche

Sottoprogramma dei controlli

Per le opere idrauliche, il sottoprogramma dei controlli prevede le ispezioni visive (o controlli) secondo i seguenti due livelli:

- a) Ispezione superficiale (ovvero “vigilanza”), condotta frequentemente dal personale addetto alla sorveglianza, allo scopo di rilevare difettosità macroscopiche, ed ogni eventuale intasamento o ricolmo delle opere tale da pregiudicare il regolare deflusso delle acque;
- b) ispezione superiore, condotta da personale qualificato (livello geometri) comprendente l’ispezione puntuale di tutti gli elementi: tombini, fossi di guardia, cunette e pompe di sollevamento

La frequenza di tale ispezione, in ogni caso non inferiore a mesi tre, è strettamente correlata in relazione alla frequenza ed alla intensità degli eventi pluviometrici.

4.4.5.1 Pozzetti, caditoie e fossi di guardia

La pulizia e gli eventuali lavori di prevenzione e di riparazione che si rendessero necessari, dei pozzetti e degli scarichi orizzontali, possono comprendere:

- scoperchiatura dei pozzetti, effettuata con attrezzature d’uso idonee e con ogni cura per non danneggiare i chiusini stessi, i telai o la zona di pavimentazione circostante; spurgo e lavaggio dei pozzetti compresi i raccordi di immissione e le bocchette (si consiglia l’immissione di acqua a forte pressione e contemporaneamente l’aspirazione del materiale melmoso). La pulizia dei pozzetti di sedimentazione e delle caditoie per la raccolta delle acque meteoriche lungo strada, deve essere effettuata almeno tre volte all’anno e comunque sempre dopo eventi meteorici intensi che generalmente causano un consistente deposito di sabbie, polveri, fogliame e comunque materiale pesante che, se in eccesso, potrebbe impedire lo scarico; quanto sopra in particolare dopo piogge che seguono lunghi periodi di siccità.

Questa operazione viene eseguita con apparecchiatura combinata montata su autocarro provvisto di pompa, cisterna divisa in 2 scomparti, impianto oleodinamico e aspirante; il rifiuto prelevato viene conferito presso gli impianti di smaltimento autorizzati.

- pulizia di cunette, fossi di guardia, fognature orizzontali, effettuata sia a mezzo di tubazioni d’acqua a forte pressione, sia con strumenti idonei per l’asportazione di ogni incrostazione o residuo.

4.4.5.2 Tubazioni e canalette

Il presente paragrafo prevede, pianifica e programma l’attività di manutenzione delle tubazioni ed opere connesse, al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l’efficienza ed il valore economico.

Il contenuto del presente paragrafo fa riferimento alle tipologie di tubazione oggetto dell'intervento.

Riparazioni o sostituzioni

Tale tipologia di manutenzione, consiste nella riparazione e/o sostituzione parziale di tubazioni, nella riparazione di pozzetti d'ispezione, di pozzetti per la raccolta di acque meteoriche e del relativo allacciamento al collettore, il tutto ogni qualvolta si riscontri il loro cattivo stato di conservazione, o il loro mancato funzionamento.

- Riparazione e/o sostituzione parziale delle tubazioni; tale operazione dovrà essere effettuata mediante scavo a cielo aperto e dopo aver liberato la tubazione dal materiale di ricoprimento. Dovrà essere prestata particolare attenzione a non danneggiare le tubazioni che sono destinate a rimanere in esercizio: a tal fine si dovrà provvedere al taglio completo del condotto da sostituire sfilando le estremità.
- Riparazione di pozzetti di ispezione; dovrà essere prestata particolare attenzione al corretto aggrappaggio alle pareti verticali degli elementi di ricoprimento o di eventuali rivestimenti in materiale epossidico; dovrà inoltre essere prestata particolare attenzione che non si verifichino infiltrazioni dalle pareti della cameretta e dalla soletta.
- Riparazione e/o sostituzione dei pozzetti per la raccolta acque meteoriche e del relativo allacciamento al collettore: ad ogni intervento di espurgo verificare la funzionalità del sifone scaricando acqua nel pozzetto fino a che ne sia stato verificato lo smaltimento.
- Riparazione e/o sostituzione dei collegamenti: va effettuata ogni qualvolta se ne riscontri il cattivo stato di conservazione o il mancato funzionamento; deve essere in ogni caso riutilizzato il foro preesistente nel condotto principale o nel pozzetto ed assicurata la tenuta idraulica. Tutte le operazioni di sostituzione dei manufatti devono essere eseguite mediante escavazione in sezione ristretta a cielo aperto.

Misure di sicurezza

Ogni operazione di ispezione, deve essere svolta nel rigoroso rispetto delle fondamentali norme antinfortunistiche atte a tutelare l’incolumità degli operatori; in particolare si dovrà:

- predisporre la segnaletica per evidenziare le limitazioni e i divieti che si rendessero necessari durante l’apertura dei chiusini d’ispezione;
- prevedere la ventilazione del condotto, oppure un’insufflazione forzata d’aria prima dell’ingresso nel pozzetto;
- prima dell’accesso nel pozzetto, verificare per mezzo di appositi strumenti di rilevazione l’assenza di gas dannosi e miscele esplosive;
- l’operatore, durante la discesa nei pozzetti o tubazioni più profonde, dovrà essere assicurato con cintura di sicurezza provvista di apposita imbragatura.

Programmazione degli interventi

Gli interventi da programmare nel corso della vita utile delle tubazioni da realizzare, sono sinteticamente schematizzati di seguito:

- Operazioni necessarie a mantenere sgombra la sezione idraulica dal deposito di materiali di sedimentazione sul fondo delle tubazioni, al fine di garantire il deflusso di massima portata calcolato nel progetto.
FREQUENZA non inferiore a un espurgo ogni 400 giorni.
- Operazioni necessarie per rimuovere il materiale solido depositato nel pozzetto al fine di evitare l’ostruzione o il non corretto funzionamento degli scarichi che potrebbe determinare pericolose e dannose formazioni d’acqua sulla sede stradale.
FREQUENZA pari a circa una volta ogni 4 mesi.
- Riparazione e/o sostituzione parziale di tubazioni, riparazione di pozzetti per la raccolta delle acque meteoriche e del relativo allacciamento al collettore, manutenzione costante ai manufatti di superficie quali chiusini e caditoie.
FREQUENZA ogni qualvolta si riscontra il cattivo stato di conservazione dei manufatti o il mancato funzionamento.

4.4.5.3 Vasche di prima pioggia

Le acque di dilavamento della piattaforma sono cariche di sostanze nocive per la qualità dei recettori naturali. Le principali sostanze inquinanti legate al traffico veicolare sulla banchina derivano dall’abrasione del manto stradale, degli pneumatici, dei ferodi dei freni, da perdite di liquidi, da emissioni di combustioni, da perdite di merci trasportate, da immondizie e materiali vari gettati sul manto della piattaforma e trasportate, in occasione degli eventi meteorici, in sospensione o soluzione direttamente al recapito finale. A queste, va aggiunto anche lo sversamento accidentale di liquidi pericolosi e inquinanti (idrocarburi, olii etc.) a seguito di incidenti relativi a mezzi di trasporto in cisterna di tali sostanze (onda nera).

E’ stata perciò prevista l’introduzione di vasche di prima pioggia per il trattamento delle acque provenienti dalla piattaforma, ottimizzandone il posizionamento in funzione delle condizioni planoaltimetriche del tracciato dell’area di progetto.

Anomalie riscontrabili

- fessurazioni, rotture dei componenti, difetti ai raccordi e alle tubazioni, difetti dei chiusini, otturazioni dei tubi, corrosione;
- accumulo di grasso sulle pareti dei condotti, incrostazione delle pareti,
- penetrazione di radici nel sistema,
- accumulo eccessivo di sabbia sul fondo e sulle pareti delle vasche,
- odori sgradevoli accompagnati da gas letali o esplosivi e aggressioni chimiche rischiose per la salute delle persone,
- Setticità delle acque: alterazione eccessiva del valore del Ph della acque per cui si verificano cattivi odori.

Interventi di manutenzione

- Mantenere sgombra l’area intorno alla vasca da materiale che ostacoli o impedisca i lavori di manutenzione;
- Ispezionare la vasca:
 - Se si rileva la presenza di un’elevata quantità di fango, provvedere alla pulizia con un getto d’acqua in pressione e se necessario allo spurgo dello stesso. Le

operazioni di ispezione e di pulizia della vasca, devono essere eseguite almeno in coppia, indossando idonei dispositivi di sicurezza (imbracature, bretelle, guanti,...);

- Verificare che le tubazioni di entrata, uscita e troppo pieno non siano intasate da materiale grossolano che impedisca il passaggio del liquido; se si rileva la presenza di sedimenti, provvedere alla loro rimozione.
- Controllare la tenuta di tubazioni, raccordi e guarnizioni.

Sottoprogramma degli interventi:

- svuotamento vasche - trimestrale
- controllo generale vasche - semestrale
- controllo tenuta del sistema - annuale
- controllo pulizia del sistema - annuale
- controllo generale del sistema di smaltimento - annuale
- verifica e pulizia scolmatori - annuale
- aspirazione di fanghi - annuale
- controllo della portata - annuale
- cedimenti strutturali - annuale
- controllo giunzione tra tubazione - annuale
- controllo tubazioni - biennale
- sostituzione parti danneggiate e/o usurate - quando occorre
- pulizia degli elementi - quando occorre
- interventi di riparazione - quando occorre

4.4.6 Tipologia di programmi per le opere di mitigazione

4.4.6.1 Opere a verde

Le opere di mitigazione rappresentate dalle opere a verde prevedono una manutenzione concordata con l’Impresa realizzatrice delle stesse e dovrà riguardare anche le eventuali piante preesistenti.

La manutenzione delle opere dovrà avere inizio immediatamente dopo la messa a dimora (o la semina) di ogni singola pianta e tappeto erboso, e dovrà continuare per tutto il periodo concordato (in particolare finché non sarà dichiarato dalla D.L. che le piante siano ben attecchite e in buone condizioni vegetative).

Il programma di manutenzione riguarderà le seguenti operazioni:

- irrigazioni;
- ripristino conche e ricalzo alberature;
- falciature, diserbi e sarchiature delle alberature;
- concimazioni;
- potature,
- eliminazione e sostituzione delle piante morte;
- rinnovo delle parti difettose dei tappeti erbosi;
- difesa dalla vegetazione infestante;
- sistemazione dei danni causati da erosione;
- controllo dei parassiti;
- controllo, risistemazione e riparazione di pali di sostegno, di ancoraggi, di legature.

Ciascuna operazione dovrà essere eseguita secondo quanto stabilito dalla Direzione Lavori, con la frequenza che fattori come la natura del terreno, il clima o le caratteristiche delle piante possono determinare. Altri interventi, come la potatura, verranno eseguiti in periodi e con modalità stabiliti dalla D.L. e comporteranno interventi diversi in funzione della tipologia di potatura e delle specie (alto fusto, arbusti, siepi).

- Potature di piante ad alto fusto: la difficoltà e l’impegno temporale dei diversi tipi di potatura vengono definiti in base all’altezza dell’albero (che comporterà l’impiego di sistemi diversi di elevazione); allo sviluppo diametrico della chioma e alla collocazione dell’albero.

- Potature di arbusti: gli interventi sono differenziati per tipologia, epoca e frequenza, in funzione delle specie da trattare. L’intervento è comunque legato alle modalità e all’epoca di fioritura (dopo la fioritura o prima della ripresa vegetativa a seconda delle specie).
- Potatura siepi: l’intervento è adeguato ad ogni singola specie e varietà (nei primi anni si dovranno accorciare i germogli per stimolare la loro ramificazione, successivamente in funzione dello sviluppo e della vigoria della specie). Gli interventi di rigenerazione sono previsti ogni 3-4 anni.

Il consolidamento o il vincolo tra le diverse parti dell’albero deve essere effettuato solo quando non possono essere messi in atto interventi arboricolturali alternativi. Tali sistemi implicano la definizione di programma di ricontrollo a scadenza biennale.

La manutenzione dei tappeti erbosi prevede operazioni di falciatura differenziate per altezze e periodi. L’altezza da 2,5 a 6 cm verrà fissata a 5 cm nell’ultimo taglio prima dell’inverno e mantenuto costante fino al primo a fine stagione quando verrà portato a 2 cm.

I materiali di risulta delle falciature dovranno essere asportati totalmente e trasportati nei punti di accumulo stabiliti che verranno definitivamente liberati ogni 6 mesi mediante trasporto alla discarica pubblica.

Le zone confinanti con prati e aiuole (marciapiedi, manto stradale, ecc.), dovranno essere diserbate da invasioni di muschi, alghe, erbe a crescita spontanea, mediante interventi ciclici e continui di sarchiatura, diserbo chimico e asporto delle essenze insediate. I diserbanti si distribuiranno in primavera ed in estate e non immediatamente prima di tosare l’erba, ma almeno con tre o quattro giorni di anticipo.

Infine i rinfoltimenti del tappeto erboso dovranno essere effettuati nei mesi adatti (Marzo, Aprile, Maggio, Settembre) e condizioni climatiche permettendo.

Relativamente all’inserimento ambientale dell’infrastruttura, sono stati studiati gli interventi a verde in relazione alle diverse tipologie del progetto stradale. In particolare, nella progettazione degli interventi e nella scelta delle essenze si è tenuto conto del tipo e degli stadi seriali delle formazioni presenti al contorno, individuando in tal modo le specie maggiormente idonee all’impianto. Nella scelta delle specie da adottare è stato previsto principalmente l’impiego di specie autoctone.

Secondo quanto indicato nella pubblicazione “Flora vascolare alloctona e invasiva delle regioni d’Italia” (Celesti-Grappo L. et al, 2010) la flora alloctona può, nella sua diffusione nel territorio, assumere comportamenti ecologici differenti. La colonizzazione degli ambiti naturali e seminaturali da parte di specie vegetali alloctone costituisce, infatti, una problematica di ordine ecologico e paesaggistico, oltre che economico. La flora alloctona, ancorché invasiva, può determinare gravi scompensi negli ecosistemi naturali o

seminaturali determinando forti variazioni nella composizione dei popolamenti e andando ad occupare nicchie ecologiche proprie di talune specie, talora autoctone o endemiche.

Riferendosi al caso specifico, le problematiche connesse con la diffusione della flora alloctona invasiva potrebbe assumere, se trascurata, confini tali da inficiare il risultato degli interventi di ripristino ambientale previsti.

In particolare, dopo la piantumazione della nuova vegetazione dovrà essere pianificato un articolato piano di monitoraggio post operam per almeno 3 anni. È, infatti, indispensabile monitorare l’efficacia degli interventi effettuati nel corso del tempo e nel caso ripeterli a causa dell’elevata capacità rigenerativa della specie a partire dai polloni. Anche in questa fase sono previste alcune azioni volte all’eradicazione e taglio delle esotiche (cfr. T00-IA01-AMB-RE04-A).

Le operazioni di seguito descritte devono essere eseguite durante tutto il periodo di garanzia di attecchimento delle nuove opere a verde che verranno messe a dimora, particolarmente nei primi tre anni. In queste fasi iniziali, infatti, si vengono a creare situazioni di forte competizione tra le specie oggetto di impianto e quelle che naturalmente si andranno a sviluppare in funzione della banca semi (e eventuali altri organi propagativi agamici) del terreno interessato dalla ricreazione dei nuovi ambienti.

La forte aggressività della gran parte delle specie alloctone invasive prese in considerazione potrebbe, in assenza di una gestione della problematica, portare ad un affrancamento di tali specie (più aggressive e caratterizzate da una spiccata velocità di accrescimento e propagazione), rendendo, di fatto, inutile l’intervento stesso di ricreazione del nuovo ambiente.

Ailanto

Al rinvenimento di aree caratterizzate dalla presenza sporadica di esemplari di ailanto sarà necessario prevedere i seguenti interventi di controllo meccanico:

- attuare abbattimenti, anellature o cercinature degli individui portaseme quale azione prioritaria per evitarne l’ulteriore diffusione. La cercinatura si attua sui fusti a livello del colletto mediante eliminazione della corteccia e incisione del tronco fino al cambio per una fascia di almeno 15 cm; questa pratica deve essere effettuata in primavera alla ripresa vegetativa quando è massima la pressione dei liquidi all’interno del fusto. La cercinatura può essere eseguita con motosega o a mano con roncola, a seconda delle dimensioni della pianta. Tale pratica non può essere estesa anche ai giovani individui.
- estirpare manualmente i semenzali nelle prime fasi di sviluppo; si consiglia di iniziare dalle aree meno invase, dove la vegetazione autoctona ancora abbondante può ostacolarne il ritorno;
- effettuare il taglio ripetuto per più anni dei ricacci e semenzali durante la stagione vegetativa.

Si prevede di non ricorrere alla difesa chimica, visto il contesto naturale delle aree in oggetto. In condizioni particolari (i.e. rinvenimento di aree caratterizzate da popolamenti puri o a prevalente composizione di ailanto) potrà essere valutata la riduzione meccanica della biomassa degli esemplari (capitozzatura con allontanamento della vegetazione di

risulta) e la successiva applicazione di erbicida sistemico ad ampio spettro sulle superfici di taglio (tecnica del taglio con spennellatura).

Falso indaco

Al rinvenimento di aree caratterizzate dalla presenza sporadica di esemplari di falso indaco sarà necessario prevedere ripetute operazioni, nel corso della stagione vegetativa, di taglio o decespugliamento, le quali conterranno l’emissione di nuovi ricacci.

In presenza di popolamenti puri o a prevalente composizione di falso indaco si consiglia di intervenire asportando meccanicamente l’areale (parte epigea ed ipogea) e mettendo a dimora le specie arboree/arbustive caratteristiche dell’habitat di riferimento secondo le quantità e le dimensioni già previste per la fase di impianto del nuovo habitat.

Robinia

Al rinvenimento di aree caratterizzate dalla presenza sporadica di esemplari di robinia sarà necessario prevedere i seguenti interventi di controllo meccanico:

- Prelevare selettivamente le singole piante di robinia infiltrate tra la vegetazione di impianto senza eseguire tagli su queste ultime;
- attuare anellature o cercinature degli individui portaseme quale azione prioritaria per evitarne l’ulteriore diffusione. La cercinatura si attua sui fusti a livello del colletto mediante eliminazione della corteccia e incisione del tronco fino al cambio per una fascia di almeno 15 cm; questa pratica deve essere effettuata in primavera alla ripresa vegetativa quando è massima la pressione dei liquidi all’interno del fusto. La cercinatura può essere eseguita con motosega o a mano con roncola, a seconda delle dimensioni della pianta. Tale pratica può essere estesa anche ai giovani individui.

Si prevede di non ricorrere alla difesa chimica, visto il contesto naturale delle aree in oggetto. In condizioni particolari (i.e. rinvenimento di aree caratterizzate da popolamenti puri o a prevalente composizione di acero americano) potrà essere valutata la riduzione meccanica della biomassa degli esemplari (capitozzatura con allontanamento della vegetazione di risulta) e la successiva applicazione di erbicida sistemico ad ampio spettro sulle superfici di taglio (tecnica del taglio con spennellatura).

4.4.6.2 Barriere antirumore

L’adozione delle barriere acustiche come strumento di mitigazione per il rumore prodotto dal traffico veicolare rappresenta una soluzione molto comune ed in generale risulta efficace.

Le barriere artificiali presentano sempre dei pannelli, composti o a lastra, sostenuti da una struttura portante, che trasmette al terreno o all’opera d’arte le sollecitazioni cui è sottoposta mediante opportune fondazioni e collegamenti.

Considerando che la maggior parte dei prodotti offerti dalle case costruttrici sono di tipo modulare, si è stabilito di impiegare, per entrambi i tipologici, un prodotto di tipo modulare costituito da una struttura portante in acciaio e da pannelli prefabbricati da collegare opportunamente alla struttura.

Le barriere antirumore fanno parte degli elementi manutenibili individuabili all’interno delle diverse unità tecnologiche costituenti l’opera, pertanto in funzione delle caratteristiche dei materiali o dei componenti interessati il manuale di manutenzione deve fornire le indicazioni necessarie per una corretta manutenzione e per il ricorso ai centri di assistenza o di servizio al fine di effettuare i controlli e gli interventi previsti a cadenze prefissate dal programma di manutenzione.

Il “Manuale di manutenzione” viene suddiviso in tre parti:

Parte A - Descrizione delle parti soggette a manutenzione.

Parte B - Descrizione delle risorse necessarie per gli interventi manutentivi ordinari di revisione e straordinari di sanatoria e riparazione.

Parte C - Livello minimo delle prestazioni per gli interventi manutentivi

PARTE A

A) Descrizione delle parti più importanti del bene:

- **Montanti metallici:**
 - *su rilevato e trincea: si tratta di elementi verticali portanti del tipo HEB 180, di altezza variabile da 2.00 a 4.00 metri con carter in acciaio inox satinato dello spessore di 5 mm.*
- **Pannelli in polimetilmetacrilato (PMMA):** *tra i montanti sono infilati e bloccati pannelli in materiale termoplastico dello spessore di 20 mm, trasparente.*
- **Pannelli in cls:** *i pannelli in cls sono costituiti da due strati, il primo in argilla espansa fonoassorbente di classe I in direzione della sorgente, il secondo il cls normale.*
- **Piastre e bulloni .Vi sono due tipologie :**
 - *su rilevato e trincea vi sono solo le piastre saldate ai montanti, bullonate a tirafondi annegati nel cls;*
 - *su viadotto vi sono le piastre saldate ai montanti, e le contropiastre con tirafondi di tenuta ancorate all'intradosso della soletta. Inoltre bulloni di serraggio assicurano la tenuta tra i montanti ed i profili ad U che inglobano i pannelli.*

PARTE B

B) Descrizione delle risorse necessarie per gli interventi manutentivi ordinari di revisione e straordinari di sanatoria e riparazione.

B.1 Interventi manutentivi ordinari di revisione

B.1.1 Attività contemplate:

Per interventi manutentivi ordinari di revisione in corrispondenza di rilevato o di trincea:

- Utilizzo di attrezzi mobili a motore a scoppio
- Utilizzo di attrezzature mobili ad aria compressa
- Utilizzo di utensili portatili elettrici
- Uso di autocarro
- Utilizzo di scale semplici portatili
- Utilizzo di scale doppie
- Utilizzo di scale ad elementi innestabili
- Uso di utensili ed attrezzature manuali
- Verniciatura opere in ferro
- Prestazioni d’opera manuali (pulizia, smerigliatura, sverniciatura, ecc.)

Per interventi manutentivi ordinari di revisione in corrispondenza di viadotto:

- Utilizzo di attrezzi mobili a motore a scoppio
- Utilizzo di attrezzature mobili ad aria compressa
- Utilizzo di utensili portatili elettrici
- Uso di autogru
- Uso di autocarro
- Utilizzo di scale semplici portatili
- Utilizzo di scale doppie
- Utilizzo di scale ad elementi innestabili
- Uso di utensili ed attrezzature manuali
- Utilizzo di ponteggio
- Utilizzo di ponte sviluppabile su carro
- Utilizzo di ponti su ruote
- Verniciatura opere in ferro
- Prestazioni d’opera manuali (pulizia, smerigliatura, sverniciatura, ecc.)

B.2 Interventi manutentivi straordinari di sanatoria e riparazione

B.2.1 Attività contemplate:

Per interventi manutentivi straordinari di revisione in corrispondenza di rilevato o di trincea

- Utilizzo di attrezzi mobili a motore a scoppio
- Utilizzo di attrezzature mobili ad aria compressa
- Utilizzo di utensili portatili elettrici
- Uso di autogru
- Uso di autocarro
- Utilizzo di scale semplici portatili
- Utilizzo di scale doppie
- Utilizzo di scale ad elementi innestabili
- Uso di utensili ed attrezzature manuali
- Saldatura elettrica
- Saldatura ossiacetilenica
- Verniciatura opere in ferro
- Prestazioni d’opera manuali (pulizia, smerigliatura, sverniciatura, ecc.)
- Sostituzione pannelli metallici in legno e in metacrilato
- Movimentazione carichi : manuale
- Movimentazione carichi : a macchina
- Demolizione di struttura in c.a. e rimozione strutture metalliche.

Per interventi manutentivi straordinari di sanatoria e riparazioni in corrispondenza di viadotto

- Utilizzo di attrezzi mobili a motore a scoppio
- Utilizzo di attrezzature mobili ad aria compressa
- Utilizzo di utensili portatili elettrici
- Uso di autogru
- Uso di autocarro
- Utilizzo di scale semplici portatili
- Utilizzo di scale doppie
- Utilizzo di scale ad elementi innestabili
- Uso di utensili ed attrezzature manuali
- Utilizzo di ponteggio
- Utilizzo di ponte sviluppabile su carro
- Utilizzo di ponti su ruote
- Saldatura elettrica

- Saldatura ossiacetilenica
- Verniciatura opere in ferro
- Prestazioni d’opera manuali (pulizia, smerigliatura, sverniciatura, ecc.)
- Sostituzione pannelli metallici in legno e in metacrilato
- Movimentazione carichi : manuale
- Movimentazione carichi : a macchina
- Demolizione di struttura in c.a. e rimozione strutture metalliche

PARTE C

Tabelle del livello minimo delle prestazioni per gli interventi manutentivi ordinari di revisione e straordinari di sanatoria e riparazione.

MANUTENZIONE ORDINARIA DELL’OPERA

STRADE E AUTOSTRADE - C1 - LAVORI DI REVISIONE

COMPONENTE	Intervento	Cadenza	Personale incaricato	Macchinario Attrezzature
Pannelli in materiale fonoassorbente	Lavaggio, eventualmente con getto d’acqua a pressione, con utilizzo di detergenti.	12 mesi	2 OPERAI 1 AUTISTA	COMPRESSORE LANCIA ATTREZZI MAN. ATTREZZI ELET. GRUPPO ELETT.
Pannelli in polimetilmetacrilato (PMMA) trasparente	Lavaggio, eventualmente con getto d’acqua a pressione, con utilizzo di detergenti.	6 mesi	2 OPERAI 1 AUTISTA	COMPRESSORE LANCIA ATTREZZI MAN. ATTREZZI ELET. GRUPPO ELETT.
Barriera nel suo complesso	Verifica acustica.	60 mesi	2 TECNICI	FONOMETRI
Montanti metallici, piastre e bulloni	Lavaggio, eventualmente con getto d’acqua a pressione, con utilizzo di detergenti.	12 mesi	2 OPERAI 1 AUTISTA	COMPRESSORE LANCIA ATTREZZI MAN
Montanti metallici, piastre e bulloni	Rimozione di qualsiasi traccia di ruggine e ripristino della finitura superficiale con eventuale ritocco della vernice protettiva.	12 mesi	2 OPERAI	GRUPPO EL. ATTREZZI EL. ATTREZZI MAN.

MANUALE D’USO E MANUTENZIONE

Montanti metallici, piastre e bulloni	Verifica visiva dei punti di fissaggio, ingrassaggio ed eventuale serraggio dei bulloni.	12 mesi	2 OPERAI	GRUPPO EL. ATTREZZI EL. ATTREZZI MAN.
Montanti metallici, pannelli metallici, piastre	Verniciatura	120 mesi	2 OPERAI 1 AUTISTA	COMPRESSO RE ATTREZZI MAN. ATTREZZI ELET. GRUPPO ELETT.

MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELL’OPERA

STRADE E AUTOSTRADE - C2 - MANUTENZIONE STRAORDINARIA

COMPONENTE	Intervento	Cadenza	Personale incaricato	Macchinario Attrezzature
Pannelli in materiale fonoassorbente	Rimozione e sostituzione di pannelli danneggiati. Verniciatura parti danneggiate .		2 OPERAI 1 GRUISTA 1 AUTISTA	1 AUTOCARRO 1 AUTOGRU 1 SALDATRICE 1 OSSIACETIL. 2 SCALE ATTREZZI MAN. FUNI
Pannelli in polimetilmetacrilato (PMMA) trasparente	Rimozione e sostituzione di pannelli danneggiati.		2 OPERAI 1 GRUISTA 1 AUTISTA	1 AUTOCARRO 1 AUTOGRU 1 SALDATRICE 1 OSSIACETIL. 2 SCALE ATTREZZI MAN. FUNI
Piastre e bulloni	Taglio di parti metalliche con attrezzatura ossiacetilenica. Rimozione e sostituzione di piastre danneggiate. Saldatura. Movimentazione e sostituzione di piastre danneggiate. Verniciatura.		2 OPERAI 1 GRUISTA 1 AUTISTA	1 AUTOCARRO 1 AUTOGRU 1 SALDATRICE 1 OSSIACETIL. 2 SCALE ATTREZZI MAN. FUNI

MANUALE D’USO E MANUTENZIONE

Cordolo in c.a. e altre eventuali strutture in c.a.	Demolizione e successivo ripristino di strutture in c.a. danneggiate.		2 OPERAI 1 AUTISTA	1 COMPRESSORE 1 AUTOBETONIER 1 AUTOCARRO ATTREZZI MAN.
---	---	--	--------------------------	---

4.4.7 Tipologia di programmi per gli impianti

Di seguito vengono descritte le principali verifiche e prove che dovranno essere eseguite sugli apparati degli impianti in oggetto.

Resta inteso che l’Appaltatore ha l’obbligo di redigere, successivamente alla scelta del costruttore dei diversi componenti, il manuale d’uso e manutenzione.

4.4.7.1 Impianto elettrico e di segnale

Con periodicità almeno biennale (annuale per le voci in corsivo), dovranno essere svolte le seguenti verifiche e prove:

1 - Controllo dello stato degli isolanti e degli involucri.

Scopo: accertare l’idoneità delle misure di sicurezza contro il pericolo di contatti diretti con elementi in tensione.

Oggetto d’analisi:

- Isolamento delle parti attive di tutti i componenti (prese a spina, apparecchi, quadri, scatole di derivazione, ecc.):
 - Accertare che tutte le parti attive siano adeguatamente isolate oppure siano protette da involucri o barriere che impediscano il contatto con le dita (IP2B).
- Fissaggio degli involucri e idoneità:
 - Accertare che i coperchi, i portelli, i ripari siano asportabili solo con operazioni volontarie se danno accesso a parti in tensione con protezione inferiore a IP2B

2 - Controllo degli ostacoli e delle misure di protezione mediante distanziamento nei luoghi accessibili a sole persone addestrate.

Scopo: accertare l’idoneità delle misure di sicurezza contro il pericolo di contatti diretti con elementi in tensione durante le operazioni riservate a personale addestrato in luoghi segregati (cabine, retro quadri, ecc.).

Oggetto d’analisi:

- Cabine;
 - Accertare che l’accesso sia impedito ai non addetti mediante apposite chiusure e che esistano i cartelli monitori.
- Ambienti contenenti apparecchi soggetti a manovre, ripristino o sostituzioni durante l’esercizio ordinario;
 - Accertare che le parti nude in tensione contenute entro il volume di accessibilità siano protette da ostacoli che impediscano il contatto accidentale con la mano.

3 - Verifica dei gradi di protezione degli involucri.

Scopo: verificare che tutti i materiali, gli apparecchi e le macchine installati in ambienti

speciali (acqua e/o polvere) abbiano grado di protezione adeguato ai fini della sicurezza, della funzionalità e della durata e/o conforme alle prescrizioni del progetto o di capitolato.

Oggetto d’analisi:

- Componenti installati in luoghi umidi che presentano sul pavimento, sulle pareti o sul soffitto tracce di stillicidio da condensa o da infiltrazione d’acqua;
 - Accertare che il grado di protezione risulti non inferiore a quanto previsto a progetto;
- Componenti installati in luoghi esposti alle intemperie ma non soggetti a spruzzi o a pioggia battente con stravento > 60° dalla verticale;

- accertare che il grado di protezione risulti non inferiore a IP23 (se il progetto non prevede un grado di protezione maggiore);
- Componenti soggetti a spruzzi, pioggia a stravento, intemperie;
- Accertare che il grado di protezione risulti non inferiore a IP34 (se il progetto non prevede un grado di protezione maggiore);
- Componenti installati in ambienti occasionalmente polverosi;
- Accertare che il grado di protezione risulti non inferiore a IP55 (se il progetto non prevede un grado di protezione maggiore);

4 - Controllo dei collegamenti a terra dei componenti di classe 1.

Scopo: verificare l’esistenza, l’integrità e la consistenza meccanica dell’impianto di protezione contro il pericolo di contatti indiretti mediante messa a terra.

Oggetto d’analisi:

- Identificazione dei conduttori di protezione (PE) ed equipotenziali (EQ);
 - isolanti e collari devono essere di colore giallo-verde;
- Identificazione dei morsetti;
 - Devono essere contrassegnati con i contrassegni previsti dalle specifiche norme;
- Consistenza meccanica;
 - Le sezioni dei conduttori non devono essere inferiori a quelle di progetto;
- Collegamenti;
 - Devono essere collegate al PE: tutte le masse; tutti i poli di terra delle prese a spina; tutte le masse estranee presenti nell’area dell’impianto;
- Continuità;
 - Nessun interruttore per nessun motivo ed in nessuna circostanza deve interrompere il conduttore di protezione;
- Tracciato e sezionabilità;

- I conduttori PE devono, in linea di massima, seguire il tracciato dei rispettivi conduttori di fase e far capo a scatole di derivazione che consentano il sezionamento in caso di ricerca di guasti.

5 - Idoneità delle connessioni dei conduttori e degli apparecchi.

Scopo: accertare che l’impianto, per cattive connessioni, non sia soggetto a corto circuito, falsi contatti, guasti verso terra pericolosi per l’incolumità delle persone e delle cose.

Oggetto d’analisi:

- Morsetti;
 - dimensioni idonee al conduttore serrato; serraggi con opportuna tenuta in trazione;
- Scatole di derivazione;
 - Ispezionabilità e stipamento limitato; coperchi asportabili solo con operazioni volontarie; accessibilità;
- Modalità di connessione;
 - Assenza di giunzioni vietate.

6 - Verifica dell’isolamento nominale dei cavi e della separazione fra condutture differenti.

Scopo: accertare l’idoneità dell’isolamento a garantire la protezione contro il pericolo di contatti fra sistemi a tensioni diverse.

Oggetto d’analisi:

- Cavi raggruppati con altri a differenti tensioni;
 - Tutti i cavi devono avere isolamento adeguato alla tensione di esercizio più elevata;

- Cavi appartenenti a sistemi diversi fra loro compatibili (energia e segnalazione, energia e telecomandi, ecc...);
 - Non devono essere inseriti nello stesso tubo (salvo il caso visto sopra) ma possono far capo ad una stessa scatola purché un diaframma li separi;
- Cavi appartenenti a sistemi diversi fra loro incompatibili (energia e telefoni, antenna TV e telefoni);
 - devono avere tubi protettivi e scatole totalmente indipendenti oppure, se inseriti nella stessa canaletta o scatola, devono essere separati da diaframma che permetta autonomia operativa su ciascun sistema.

7 - Controllo delle sezioni minime dei conduttori e dei colori distintivi.

Scopo: accertare l' idoneità dell'isolamento a garantire la protezione contro il pericolo di contatti fra sistemi a tensioni diverse.

Oggetto d'analisi:

- Sezioni;
 - Non devono essere inferiori alle minime sezioni previste nel progetto.
- Colori dei conduttori;
 - Tassativo ed esclusivo il colore giallo-verde per i conduttori di protezione e di collegamento equipotenziale costituiti da cavi isolati; neutro blu chiaro; fasi diverse distinte da colori diversi.

8 - Dispositivi di sezionamento e interruzione conformi a Norma CEI 64-8.

Scopo: accertare la possibilità di operare con sicurezza la manutenzione elettrica e non elettrica su impianti e macchine.

Oggetto d'analisi:

- Interruttore generale;
 - Presenza all'inizio di ogni unità d'impianto;

- interruzione onnipolare;
 - idoneità alla funzione di sezionamento.
- Interruttori divisionali;
 - Numero sufficiente a garantire minimi disservizi e facilità di controllo in caso di guasto;
- Interruzione onnipolare;
 - idoneità alla funzione di sezionamento.

9 - Apparecchi per il comando e l’arresto di emergenza.

Scopo: accertare la possibilità di agire con tempestività ed affidabilità sull’alimentazione elettrica per eliminare i pericoli dipendenti dal malfunzionamento di apparecchi, macchine o impianti.

Oggetto d’analisi:

- Interruttori d’emergenza a comando manuale;
 - Accertare la funzionalità.

10 - Apparecchi di comando e prese di corrente.

Scopo: verificare che gli apparecchi di comando e le prese di corrente abbiano caratteristiche conformi alle prescrizioni di progetto e che siano adottati i provvedimenti di sicurezza.

Oggetto d’analisi:

- Prese;
 - Verificare che il grado di protezione non sia inferiore a quello di progetto.
- Spine;
 - Verificare che abbiano spinotti con calza, collari antistrappo e separatori tra il morsetto di terra e quelli di neutro e di fase.
- Apparecchi di comando unipolari;
 - Installazione sul conduttore di fase; esistenza del marchio IMQ dove previsto.

11 - Controllo dell’idoneità e della funzionalità dei quadri.

Scopo: accertare la rispondenza ai dati ed agli schemi di progetto.

Oggetto d’analisi:

- Circuiti;
 - Conformità agli schemi di progetto;
- Interruttori automatici;

- Poteri di interruzione e correnti nominali conformi al progetto.
- Strutture;
 - Dimensioni, componibilità e predisposizione dei pannelli conformi al progetto.
- Identificazione;
 - Presenza di targhette distintive su ogni apparecchiatura; numerazione delle morsettiere conforme alla numerazione sullo schema; identificazione delle linee in arrivo ed in partenza conforme allo schema.
- Dati elettrici;
 - Completezza dei dati elettrici; conformità alle prescrizioni di progetto.

12 - Controllo del dimensionamento e dei provvedimenti di protezione dei quadri.

Scopo: verificare la rispondenza dei quadri alle norme CEI 64-8 e 17-13 per i punti concernenti il corretto dimensionamento ed i provvedimenti di protezione contro i pericoli elettrici.

Oggetto d’analisi:

- Interruttore generale;
 - Idoneità alle funzioni di sezionamento;
- Morsetti;
 - Serraggio con idonea tenuta; dimensioni idonee alle correnti nominali dei circuiti.
- Collegamenti al conduttore di protezione; della struttura generale del quadro; dei supporti e dei portelli quando costituiscono “massa”.
- Protezione contro i contatti diretti dei retroquadri accessibili solo al personale addestrato durante l’esercizio;
- Come indicato dalla norma CEI 17-13.

13 - Controllo dei provvedimenti di sicurezza nei luoghi a maggior rischio in caso d’incendio.

Scopo: accertare la rispondenza degli impianti elettrici alla norma CEI 64-8 cap.XI sez.8.

Oggetto d’analisi:

- Idoneità dei componenti;
- Assenza di componenti elettrici non necessari al luogo, fatta eccezione per le condutture che possono soltanto transitare;
- Non installazione nelle vie d’uscita di apparecchi elettrici contenenti fluidi infiammabili;
- La chiusura a chiave dei dispositivi di comando e manovra nei luoghi con presenza di pubblico;
- Resistenza al calore anormale ed al fuoco dei componenti (nell’ordine: modalità di posa; resistenza al calore; attitudine a non innescare l’incendio);
- Componenti da incasso sotto intonaco: 60°C; 550 °C.
- Componenti da incasso in pareti vuote: 70°C; 850 °C.
- Componenti applicati a pareti: 70°C; 850 °C.
- Passerelle e canali esterni: 60°C; 850 °C.
- Parti che tengono in posizione elementi in tensione: 100°C; 850 °C.
- Grado di protezione non inferiore ad IP44 in luoghi con presenza di combustibili;
 - tutti i componenti che ordinariamente possono produrre archi o scintille devono essere racchiusi in involucri IP44.

14 - Prova di continuità dei circuiti di protezione.

Scopo: accertare la continuità dei conduttori di protezione dei circuiti (PE), dei collegamenti equipotenziali principali (EQP) e supplementari (EQS) e del conduttore di terra (CT).

Oggetto d’analisi:

- continuità metallica tra i poli di terra delle prese ed il collettore di terra;
- continuità metallica tra i morsetti di terra dei componenti di classe 1 ed il collettore di terra;
- continuità metallica tra le masse estranee principali ed il collettore di terra;
- continuità metallica fra il collettore di terra ed i dispersori.

15 - Prove d'intervento dei dispositivi di sicurezza e di riserva.

Scopo: accertare che i generatori e gli automatismi destinati a garantire l'alimentazione di apparecchi o parti d'impianto destinati alla sicurezza o alla riserva entrino tempestivamente in funzione fornendo valori di tensione, frequenza e forma d'onda conformi ai dati di progetto.

Oggetto d'analisi:

- alimentatori non automatici;
 - valori di tensione, frequenza e forma d'onda conformi ai dati di progetto;
- alimentatori automatici di continuità (gruppi di continuità no-break statici o rotanti);
 - valori di tensione, frequenza e forma d'onda conformi ai dati di progetto anche nel periodo transitorio di commutazione fra rete e alimentazione di sicurezza.
- alimentatori ad interruzione lunga (gruppi elettrogeni ad avviamento automatico);
 - valori di tensione, frequenza e forma d'onda conformi ai dati di progetto assunti entro 15 secondi dall'interruzione dell'alimentazione di rete.

16 - Prova d'intervento degli interruttori differenziali.

Scopo: accertare il corretto funzionamento degli impianti protetti da interruttori differenziali.

Oggetto d'analisi:

- circuiti terminali protetti da interruttori differenziali con $I_{dn} = 30 \text{ mA}$;
- non intervento dell'interruttore differenziale con corrente di dispersione pari a $0,5 I_{dn}$;
- intervento dell'interruttore differenziale con corrente di dispersione pari ad I_{dn} ;
- l'intervento veloce entro 40 ms dell'interruttore differenziale con corrente di dispersione pari a 250 mA;
- linee protette da interrutture differenziale con $I_{dn} > 30 \text{ mA}$;
- non intervento dell'interruttore differenziale con corrente di dispersione pari a $0,5 I_{dn}$;
- intervento dell'interruttore differenziale con corrente di dispersione pari ad I_{dn} ;
- intervento veloce entro 40 ms dell'interruttore differenziale con corrente di dispersione pari a cinque volte I_{dn} .
- Circuiti terminali o principali protetti da interruttori differenziali di tipo A per correnti differenziali sia alternate che pulsanti unidirezionali;
- intervento dell'interruttore differenziale con una corrente di dispersione pulsante ad una semionda di valore efficace pari a 1,4 volte I_{dn} sovrapposta ad una corrente continua di 6 mA.

17 - Misura delle resistenze di isolamento dell'impianto elettrico (Norma CEI 64/8 art. 612.3).

Scopo: accertare che la resistenza di isolamento di ciascun tronco di circuito compreso fra due interruttori sia adeguata ai valori prescritti dalle norme CEI.

Oggetto d'analisi:

- Circuiti con tensione non superiore a 500V, esclusi quelli a bassissima tensione.
- Isolamento non inferiore a 500 Kohm provato con 500V d.c. .

18 - Misura della resistenza di terra.

Scopo: accertare che il valore della resistenza di terra sia adeguato alle esigenze d’interruzione delle correnti di guasto a terra.

Oggetto d’analisi:

- Impianto di terra
- R_t non superiore di U_t / I_{dn} , dove I_{dn} è la corrente di intervento del dispositivo differenziale posto a protezione della linea e U_t è la tensione pericolosa pari a 50 Vc.a.

19 - Misura della caduta di tensione.

Scopo: accertare che le cadute di tensione con l’impianto percorso dalle correnti d’impiego siano contenute entro il 4%.

Oggetto d’analisi:

- Tutti i circuiti BT del sistema.

20 - Sostituzione lampade

Le scelte gestionali possibili per organizzare il lavoro possono essere:

- sostituzione programmata, con periodicità determinata dalla durata presunta di funzionamento;
- sostituzione condizionata da misure fotometriche periodiche;
- sostituzione condizionata dalla percentuale di lampade "guaste";
- sostituzione della/e lampada guasta/e all'atto dei riscontro.

Le prime tre ipotesi di lavoro sono maggiormente consigliabili; più di tutte la prima, che riduce di molto la probabilità di cali significativi dei livelli di sicurezza e di servizio offerti.

Scegliendo la prima ipotesi di lavoro, la periodicità della sostituzione è ovviamente condizionata anche dal tipo di lampade, la cui durata è comunque indicativamente pari a due anni.

4.4.7.2 Impianti speciali e vari

Oltre alle operazioni di manutenzione previste dal costruttore, di cui si è trattato in precedenza, si dovranno eseguire con cadenza semestrale i seguenti interventi:

- Sostituzione di materiali inefficienti, quali starter, condensatori, reattori, accenditori, fusibili, ecc.
- pulitura dei sensori;
- serraggio morsetteria e connessioni varie;
- ripristino isolamento danneggiati di conduttori.

1 - Cabine di trasformazione

Le operazioni di manutenzione ordinaria da eseguire periodicamente in cabina, sono sinteticamente riportate di seguito:

- Controllo e rabbocco delle batterie della stazione di energia in corrente continua che alimenta i circuiti di servizio e sicurezza della cabina e quadro generale;
- Pulizia generale della cabina consistente in: pulizia dei locali, eliminazione della polvere, eliminazione di eventuali ossidazioni, detergendo con soluzioni appropriate e ripristinando ove previsto l'eventuale strato protettivo;
- Pulizia dei sezionatori con particolare riguardo alle lame ed alle pinze; lubrificazione delle stesse, degli snodi e delle parti in movimento, controllo dell'olio di lubrificazione degli ingranaggi;
- Prove e funzionamento dei segnalatori e degli interruttori V.O.R. (ogni semestre);
- Controllo degli interblocchi a chiave tra interruttori e segnalatori;

- Verifica funzionamento della bobina di sgancio degli interruttori M. T. e motorizzazioni;
- Verifica olio dell'interruttore automatico con eventuali rabbocchi o sostituzione integrale;
- Verifica della equipotenzialità delle parti metalliche verso terra;
- Verifica del quadro B.T. del serraggio dei cavi provenienti dai trasformatori;
- Controllo dell'efficienza della pedana isolante e dei cartelli antinfortunistici;
- Verifica delle protezioni indirette;
- Verifica dei servizi ausiliari - raddrizzatore e batterie;
- Sostituzione totale dell'olio dopo quattro aperture su guasto degli interruttori a volume d'olio o ridotta secondo indicazione più restrittiva delle case costruttrici;
- Interruttori M.T. in esafluoruro: controllo visivo esterno e ispezione della sezione di media tensione;
- Misura della resistenza di isolamento;
- Lubrificazione dei punti di scorrimento.

Schede di manutenzione ordinaria per i principali apparati

Di seguito vengono descritte le operazioni base di manutenzione ordinaria per i principali apparati.

Resta inteso che l’Appaltatore ha l’obbligo di redigere i Manuali di uso e manutenzione successivamente alla scelta del Costruttore dei diversi componenti sia sulla base della propria esperienza che sulle indicazioni del Costruttore stesso.

L’Appaltatore dovrà sottoporre tali manuali all’approvazione della D.L.

Di seguito sono elencati i principali componenti che compongono l’impianto e soggetti a manutenzione. Tale elenco potrà/dovrà essere integrato dall’Appaltatore sulla base della propria esperienza e sul tipo di apparecchiatura scelta.

- Trasformatori
- Gruppi elettrogeni
- Quadri elettrici
- Gruppi di continuità
- Apparecchi illuminanti
- PLC e sistemi di controllo
- Telecamere, ponti radio

E’ buona norma predisporre un **“Quaderno delle manutenzioni”** dove vengono registrati tutti gli interventi effettuati sulle singole apparecchiature/componenti.

Di seguito è indicato un esempio di tale documento che potrà comunque essere modificato dall’Appaltatore sulla base di:

- Propria esperienza;
- Indicazioni del Costruttore;
- Richieste particolari del Cliente.

1 – Trasformatori

Una accurata ispezione della macchina durante il funzionamento assicura una buona prevenzione per i guasti e una più lunga vita alla macchina. Per questo motivo, almeno una volta ogni anno si dovrà:

- a. Pulire le colonne degli avvolgimenti MT/BT inglobate in resina utilizzando aria compressa secca.
- b. Verifica della temperatura degli avvolgimenti utilizzando la centralina termometrica installata.
- c. Controllo e pulizia degli isolatori, serraggio dadi e collegamenti di terra
- d. Controllo della carpenteria metallica e se necessario, previa spazzolatura, ripristino dell’antiruggine e della vernice di finitura.

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva degli interventi di manutenzione ordinaria da eseguire, con le relative cadenze periodiche.

OPERAZIONI	CADENZA
<p>Impianti illuminazione Pulizia lampade Sostituzione lampade Carica estintori cabine Pulizia cabine Verifica spie luminose, impianto di terra, accensioni, ecc. con eventuale sostituzione delle parti deteriorate</p>	<p>Semestrale Biennale Semestrale Mensile Semestrale</p>
<p>Impianti speciali Controllo stato e pulitura dei sensori Controllo morsetteria e serraggio connessioni Prova con intervento forzato degli allarmi Verifica allarmi sui quadri di controllo Verifica trasmissione segnali ed allarmi a distanza Controllo integrità ed efficienza alimentazione Verifica integrità conduttori e loro isolamento Esecuzione operazioni di manutenzione previste nei manuali dei costruttori</p>	<p>Semestrale Semestrale Semestrale Semestrale Semestrale Semestrale Semestrale Secondo prescrizioni</p>

MANUALE D’USO E MANUTENZIONE

Tabella indicativa sulle principali operazioni di manutenzione e verifica

Controllo da effettuare	Periodicità del controllo	Strumento da utilizzare	Risultato da ottenere	Note
Funzionalità termosonde Pt 100 Controllo temperatura	Annuale e/o in caso di necessità	Tester	Continuità elettrica	
Centralina controllo temperatura avvolgimenti	Mensile e/o dopo eventi eccezionali	--	Verifica funzionamento come da istruzioni d'uso	
Pulizia da polveri, depositi da sporco, eventuali corpi estranei sugli avvolgimenti	Semestrale e/o in occasione di eventuali fermate	Aria compressa secca a bassa pressione (max 3 bar) e stracci asciutti e puliti	Assenza di occlusioni, sporcizia nei canali di raffreddamento degli avvolgimenti MT e BT	
Condense depositate sugli avvolgimenti	Dopo una sosta del trasformatore	Forno e/o metodo di riscaldamento in corto circuito	Essiccazione a circa 80°C	
Bulloneria dei collegamenti a stella/triangolo e terminali MT / BT	Annuale e/o in caso di necessità	Chiave dinamometrica	Coppia di serraggio come da manuale d'istruzione del Costruttore	
Controllo isolamento degli avvolgimenti tra loro e verso massa	Dopo una sosta del trasformatore	Mega ohmetro (tipo Megger) con tensione superiore a 1000 V	Secondo indicazioni del Costruttore	Indicativamente: ≧ BT – Massa ≧ BT e MT ≧ MT e massa = 20 Mohm
Controllo centratura avvolgimenti MT /BT su nucleo magnetico	Dopo eventi eccezionali (urto accidentale, c.to c.to)	metro	Centratura geometrica degli avvolgimento	
Controllo piastre di registro blocchetti di sospensione	Annuale e/o dopo eventi eccezionali	Chiave dinamometrica	Coppia di serraggio come da indicazioni del Costruttore	Indicativamente Coppia da 20 a 40 Nm

2 - Gruppi elettrogeni

Di seguito vengono descritte le norme per una corretta manutenzione del gruppo elettrogeno. Tali norme hanno carattere indicativo in quanto esse possono variare in funzione delle condizioni climatiche del tipo e dell’ambiente di lavoro e pertanto possono subire variazioni che solo il buonsenso e l’esperienza dell’operatore possono stabilire.

Tuttavia rimane di fondamentale importanza il fatto che un’accurata manutenzione è uno dei più importanti fattori per il buon funzionamento della macchina. Trascurare tale fattore, può essere fonte di pericolo per le persone e per le cose oltre naturalmente per il gruppo elettrogeno stesso. La normale manutenzione periodica ed i controlli giornalieri devono essere eseguiti secondo un programma prestabilito in linea con le istruzioni del Costruttore.

Per il buon comportamento in durata del gruppo elettrogeno con mantenimento nel tempo delle prestazioni è necessario rispettare scrupolosamente le prescrizioni di manutenzione previste nei rispettivi manuali del motore e dell’alternatore. La manutenzione straordinaria, le riparazioni e particolari registrazioni devono essere effettuate da personale qualificato e autorizzato.

IMPORTANTE. Per lo smaltimento dei residui liquidi dovuti alla sostituzione degli oli e dei vari altri liquidi, e dei residui dovuti a sostituzioni o smantellamenti vari, contattare le Ditte specializzate e autorizzate alle varie operazioni di smaltimento.

E’ buona norma inoltre istituire una scheda di servizio con programmate le varie operazioni da effettuare, nella quale verranno riportati giorno per giorno le ore di funzionamento, gli interventi, i rifornimenti, le operazioni di manutenzione e di riparazione effettuate.

3 - Gruppi a comando manuale

a - Motore: eseguire secondo le indicazioni della documentazione dello specifico motore la periodica manutenzione, curando in particolar modo la sostituzione delle cartucce filtranti (olio e gasolio) e la pulizia del filtro aria.

b - Controllare periodicamente, secondo le ore di funzionamento, il livello del combustibile, acqua e lubrificante.

c - Generatore: seguire le prescrizioni della documentazione riguardante lo specifico generatore.

d - Batteria: controllare il livello e la carica delle batterie; se necessario ripristinare il livello della soluzione acida con acqua distillata.

e - Quadro comando: controllare settimanalmente l’efficienza dei fusibili.

f - Controllare mensilmente i collegamenti, lo stato di usura dei contatti ed effettuare una pulizia accurata.

Particolare attenzione deve essere riservata a:

-filtro aria e prefiltra che dovranno essere mantenuti particolarmente puliti;

-radiatore per evitare intasamenti nei passaggi aria con conseguente minor capacità di raffreddamento;

-generatore che dovrà essere pulito periodicamente all’interno con aria compressa secca per evitare intasamenti e perdite di isolamento.

Per l’esecuzione di detta operazione è consigliabile togliere i carter di protezione.

4 - Gruppi ad intervento automatico

Per i gruppi ad intervento automatico, oltre a seguire le disposizioni elencate per i gruppi a comando manuale, in considerazione del particolare tipo di impiego che prevede lunghi periodi di inattività, rimanendo tuttavia il gruppo in posizione di predisposizione per funzionare, occorre effettuare le seguenti ulteriori operazioni periodiche:

a- Batteria: controllare settimanalmente stato di carica e livello soluzione.

Il raddrizzatore per il mantenimento in carico deve rimanere sempre inserito, in posizione «automatico».

Ogni 45 giorni controllare la densità dell’elettrolito.

b- Rifornimento: controllo settimanale livelli olio, acqua e combustibile.

c- Lubrificante: anche se non è stato raggiunto il numero di ore richiesto per il cambio olio del motore è buona norma sostituire lo stesso almeno una volta all’anno.

d- Verifica gruppo: settimanalmente deve essere effettuata una prova di funzionamento a vuoto e possibilmente una prova a carico.

e- Collegamenti elettrici: controllare mensilmente i collegamenti dei dispositivi elettrici del motore sul quadro assicurandosi del loro perfetto serraggio.

f- Quadro comando: controllare annualmente l’impianto completo, verificare il serraggio di tutti i morsetti. Controllare lo stato di usura e di pulizia dei relè e dei teleruttori ungendoli leggermente di vaselina filante. Effettuare una pulizia generale impiegando aria compressa secca.

5 - Quadri elettrici

Gli interventi di manutenzione ordinaria da svolgere ogni 3 mesi sono i seguenti:

a- pulizia generale interna ed esterna;

b- controllo della morsettiera e del serraggio dei morsetti dei cavi di alimentazione, di derivazione, dei comandi e, di tutti i morsetti serrafili;

c- controllo del funzionamento del microinterruttore di sgancio dell’interruttore generale del quadro (apertura sportello);

d- controllo degli strumenti;

e- controllo con simulazione delle eventuali commutazioni presenti;

f- lubrificazione e messa a punto dei contattori, organi di protezione, manovra e sezionamento (ogni 6 mesi).

g- Controllo della carpenteria metallica e se necessario di spazzolature, applicazioni di due mani di antiruggine e di vernice (ogni 6 mesi).

6 - Gruppi di continuità

Ogni 6 mesi dovranno essere effettuati i seguenti interventi di manutenzione ordinaria:

- a- Sostituzione dei cavi e dei collegamenti che si siano deteriorati
- b- Sostituzione dei capicorda, morsetti e spine deteriorate
- c- Lubrificazione e messa a punto dei contattori, organi di protezione, manovra e sezionamento
- d- Sostituzione spie luminose
- e- Controllo visuale, pulizia di tutti gli armadi dell’impianto
- f- Verifica tensione raddrizzatore e limitazione corrente
- g- Controllo allarmi mediante simulazione
- h- Controllo funzioni UPS e prove di commutazione rete-inverter e inverter-rete
- i- Controllo impianto con carico e commutazioni per verificare eventuali oscillazioni e tolleranze
- j- Controllo delle autonomie delle batterie
- k- Taratura
- l- Mantenimento dell’impianto nelle condizioni di rispondenza alle norme vigenti all’atto dell’affidamento del servizio

7 - Apparecchi illuminanti

Le operazioni di manutenzione ordinaria sono le seguenti:

- a- Verifica dispositivo di fissaggio corpi illuminanti. Tale verifica dovrà essere effettuata ogni 12 mesi.
- b- Cambio lampada ogni 15.000 h di funzionamento
- c- Controllo stato condensatore ogni cambio lampada
- d- Cambio accenditore ogni due cambio lampada
- e- Controllo dello stato guarnizione ogni cambio lampada
- f- Pulizia interna del vetro ogni cambio lampada
- g- Controllo stato fusibile ogni cambio lampada

8 - PLC e sistemi di controllo

Operazioni da eseguire con frequenza semestrale:

- a- Analisi dello storico degli allarmi per valutare il corretto funzionamento di tutto il sistema
- b- Controllo integrità meccanica di protezione quadri (polvere e acqua)
- c- Controllo serraggio viti morsetti
- d- Controllo connessioni fibra ottica
- e- Controllo serraggio componenti
- f- Verifica della corretta acquisizione dei dati di campo
- g- Verifica del corretto funzionamento della rete
- h- Verifica funzionamento di ogni singolo ingresso e di ogni singola uscita dei PLC
- i- Verifica intervento sicurezze (interruttori termici, magnetici, ecc.)

9 – Telecamere

Ogni anno effettuare i seguenti interventi manutentivi:

Per ogni telecamera

- a- smontaggio della guaina di protezione e relativa pulizia manuale con uso di prodotti sgrassanti suggeriti dal produttore
- b- pulizia manuale dell’obiettivo con uso di prodotti sgrassanti suggeriti dal produttore
- c- controllo del sistema di fissaggio
- d- controllo e ripuntamento della telecamera
- e- controllo della messa a fuoco
- f- controllo dell’attivazione dell’immagine al centro di controllo in caso di veicolo fermo

Periodicità delle verifiche

Il DPR 462 del 22 ottobre 2001, pubblicato l’8 gennaio 2002 ed entrato in vigore il 23 gennaio 2002, contiene il regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.

Tale regolamento disciplina gli impianti realizzati nei luoghi di lavoro, intendendo per luoghi di lavoro le attività soggette al DPR 547/55, cioè “tutte le attività alle quali siano addetti lavoratori subordinati o ad essi equiparati ai sensi dell’art. 3, comprese quelle esercitate dallo Stato, dalle Regioni, dalle Province, dai Comuni, dagli Enti Pubblici e dagli Istituti di istruzione e di beneficenza”; le procedure e le modalità di omologazione e di effettuazione delle verifiche periodiche

Riassumendo brevemente:

Caso 1

- impianti elettrici di messa a terra e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche:

l’impianto è omologato con la dichiarazione di conformità rilasciata dall’installatore ed inviata, entro 30 giorni dalla messa in esercizio dell’impianto, all’ISPESL, all’ASL o all’ARPA di competenza o nel comune, se è stato attivato lo sportello unico per le attività produttive.

Il datore di lavoro è tenuto ad effettuare regolari manutenzioni agli impianti e a sottoporli a verifica periodica ogni 5 anni, esclusi quelli installati in cantieri, locali adibiti ad uso medico e negli ambienti a maggior rischio in caso di incendio (definiti dal DPR 689/59) per i quali la verifica è biennale.

Per l’effettuazione di tali verifiche, il datore di lavoro si può rivolgere a GASTEC Italia S.p.a. (organismo individuato dal Ministero delle Attività Produttive).

Il soggetto che ha eseguito la visita periodica rilascia il relativo verbale al datore di lavoro, che deve conservarlo ed esibirlo a richiesta degli organi di vigilanza.

Caso 2

- impianti in luoghi con pericolo di esplosione (definiti dal D. M. del 22/12/1958):

l’omologazione dell’impianto è realizzata dall’ ASL o dall’ARPA, competente per territorio, che effettua la prima verifica sulla conformità alla normativa, dopo che il datore di lavoro le ha inviato, entro 30 giorni dalla messa in esercizio, la dichiarazione di conformità rilasciata dall’installatore dell’impianto.

Il datore di lavoro è tenuto ad effettuare regolari manutenzioni agli impianti e a sottoporli a verifica periodica ogni 2 anni.

Per l’effettuazione di tali verifiche, il datore di lavoro si può rivolgere a GASTEC (organismo individuato dal Ministero delle Attività Produttive).

Il soggetto che ha eseguito la visita periodica rilascia il relativo verbale al datore di lavoro, che deve conservarlo ed esibirlo a richiesta degli organi di vigilanza.

E’ prevista la possibilità, in entrambi i casi, di effettuare delle verifiche straordinarie nei casi di:

1. esito negativo della verifica periodica;
2. modifica sostanziale dell’impianto;
3. richiesta del datore di lavoro.

Il datore di lavoro deve comunicare tempestivamente all’ufficio competente per territorio dell’ISPESL e alle ASL o alle ARPA, competenti per territorio, la cessazione dell’esercizio, le modifiche sostanziali preponderanti e il trasferimento o lo spostamento degli impianti.

Indicazione delle norme di riferimento (in ogni caso fa fede quanto riportato nella Gazzetta

Ufficiale):

- DPR 462/01
- DPR 547/55
- DPR 689/59
- D.M. 22/12/1958

TABELLA RIASSUNTIVA (per impianti nuovi)

Tipo di impianto	Omologazione	Verificatore	Frequenza delle verifiche	Verificatore
Protezione da scariche atmosferiche	Necessita al dichiarazione di conformità dell'installatore	ISPESL a campione	ogni 5 anni	ASL, ARPA o eventuali organismi individuati dal Ministero delle attività produttive
Impianto di terra (locali ordinari)			ogni 2 anni	
Impianto di terra (locali particolari *)				
Impianti in luoghi con pericolo di esplosione	E' a carico dell'ASL o dell'ARPA	NO		

(*) Sono locali particolari i locali medici e gli ambienti a maggior rischio in caso di incendio

4.4.8 Tipologia di programmi per le scogliere

Il programma di manutenzione prevede un sistema di controlli e di interventi da eseguire, a cadenze temporalmente prefissate, al fine di una corretta gestione dell’opera e delle sue parti nel corso degli anni.

Lo standard di efficienza che devono mantenere nel tempo le opere deve essere di livello elevato e non sono pertanto ammissibili diminuzioni della funzionalità.

Il controllo e gli eventuali interventi, che si ritengono necessari, nel caso specifico, riguardano:

- scogliera in massi di pietra a gravità
- scogliera in massi di pietra cementati

Di seguito si riportano nella tabella riassuntiva per ciascuno dei precedenti punti la cadenza della principale manutenzione ordinaria (ispezione ed eventuali piccole riparazioni), di quella straordinaria e la tipologia dei controlli da effettuare. Sono successivamente indicati gli interventi

PROGRAMMA DEI CONTROLLI

ELEMENTI DELL’OPERA	Cadenza manutenzione ordinaria	Cadenza manutenzione straordinaria	Programma di manutenzione
Scogliere in massi sciolti	Annuale	Decennale	Controllo visivo dello stato di degrado della struttura e verifica degli assestamenti eventuali dei massi in pietra.
Scogliera in massi cementati	Annuale	Decennale	Controllo visivo dello stato di degrado della struttura e verifica degli assestamenti eventuali dei massi in pietra o di eventuali scalzamenti/rottture del cls

PROGRAMMA DEGLI INTERVENTI

Allo scadere della manutenzione straordinaria decennale, previo il controllo visivo di cui sopra, sarà prevista la sistemazione dei massi ciclopici mediante mezzi meccanici. Anche nel caso in cui il monitoraggio visivo ne ravvisasse la necessità, occorrerà provvedere con un simile intervento. La stessa operazione verrà eseguita qualora piene eccezionali o eventuali fenomeni sismici ne ravvisassero l’occorrenza. Eventuali scalzamenti e/o rottture del cls di dovranno essere prontamente ripristinati. Il rilievo visivo per le opere verrà eseguito nel periodo di magra. Le infrastrutture realizzate non prevedono procedure particolari di utilizzo.

Nei casi in cui è richiesto l’accesso all’alveo, se il monitoraggio visivo ne ravvisasse la necessità, dovranno essere eseguiti tutti gli interventi, tra quelli precedentemente descritti, al fine di garantire sempre gli stessi livelli di funzionalità e di efficienza delle opere.

Per quanto riguarda gli interventi di completamento, si dovrà procedere ad interventi di manutenzione minori.

Relativamente alla sponda si prevede, a seguito del controllo visivo annuale:

- ✓ rimozione di eventuale vegetazione ripariale ed infestante dalle opere oggetto di intervento sulle sponde mediante sfalcio;
- ✓ potatura e trattamento della vegetazione arboreo – arbustiva autoctona ad elevato indice di attecchimento;
- ✓ ripristino di eventuali piccoli scoscendimenti del riempimento a tergo della scogliera.

si ricorda che è comunque vietata l’asportazione di materiale litoide fuori alveo.

4.5 ORGANIZZAZIONE E RESPONSABILITÀ DEL PERSONALE

Nell'individuazione delle visite ispettive e degli interventi da pianificare, occorre porre particolare attenzione ai soggetti responsabili dell'esecuzione e alle relative responsabilità.

In linea generale, si può pensare all'adozione di due unità operative, una per l'attività di controllo, una per la manutenzione, le quali possono operare in coordinamento tra loro e con eventuali organismi esterni di tipo specializzato. E' evidente la necessità di una chiara e precisa definizione delle procedure di routine per entrambe le unità operative ipotizzate e, particolare ancora più importante, delle responsabilità dei singoli addetti; riguardo alle responsabilità ed alle competenze dei singoli, è molto importante chiarirne i termini, soprattutto per tutti quei casi che comportano interventi congiunti delle due unità: infatti, vanno assolutamente evitate confusioni di ruolo, che potrebbero comportare disfunzioni e ritardi nelle operazioni.

L'unità ispettiva, potrà avere prevalentemente le seguenti responsabilità:

- assicurarsi delle condizioni e dello stato di ogni elemento strutturale e intervenire per piccole e brevi riparazioni;
- verificare il mantenimento delle condizioni di sicurezza;

L'unità manutenzione, invece, potrà avere prevalentemente la responsabilità di attuare tutte le procedure di intervento di routine che costituiscono la condizione indispensabile per la garanzia di un livello di servizio adeguato agli standard definiti nel presente Piano; poiché tale attività potrà essere condotta parzialmente o integralmente con appalti a imprese esterne, tale unità avrà anche compiti amministrativi e di controllo tecnico nei confronti delle stesse (Direzione lavori, preparazione degli ordinativi di lavoro, ecc.).



*Direzione Progettazione e
Realizzazione Lavori*

Itinerario Internazionale E78 S.G.C. GROSSETO – FANO
Adeguamento a 4 corsie nel tratto Grosseto – Siena (S.S. 223 “Di Paganico”)
Dal km 41+600 al km 53+400 – Lotto 9
PROGETTO ESECUTIVO

MANUALE D’USO E MANUTENZIONE

MANDATARIA



MANDANTE



**GEOTECHNICAL
DESIGN GROUP**



ICARIA
società di ingegneria

**164 di
164**