

# **Manutenzione delle strade in esercizio a traffico intenso**

Questo manuale è stato approntato dal gruppo di lavoro «Pianificazione dei lavori su strade a forte circolazione» del Programma d'impulso «Manutenzione e rinnovamento delle costruzioni». I contributi tecnici per i vari capitoli sono stati elaborati dalle persone sotto menzionate. Il gruppo di lavoro è stato inoltre consigliato da un gruppo di esperti.

#### **Associazioni organizzatrici e sostenitrici**

VSS	Unione dei professionisti della strada
SIA	Società svizzera degli ingegneri e degli architetti
ATS	Associazione tecnica svizzera
VESTRA	Union d'entreprises suisses de construction de routes

#### **Direzione del gruppo di lavoro**

- J. Frei, dello studio di ingegneria  
A. Aegerter & Dr. O. Bosshardt S.A. Basilea

#### **Membri del gruppo di lavoro**

##### **«Lavori su strade a forte circolazione»**

- J.P. Boutellier, Centre d'entretien, Bursins
- J. Frei, dello studio di ingegneria
- A. Aegerter & Dr. O. Bosshardt S.A., Basilea
- W. Keel, direzione del dipartimento delle costruzioni del Canton Lucerna
- H. Köstler, dello studio di ingegneria Köstler & Borer, Reinach
- P. Studer, A. Marti S.A., Basilea

#### **Collaboratori del gruppo di lavoro**

- B. Bürgin, dello studio di ingegneria  
A. Aegerter & Dr. O. Bosshardt S.A., Basilea
- H.D. Hartmann, Holinger S.A., Baden
- B. Ziegler, dello studio di ingegneria  
A. Aegerter & Dr. O. Bosshardt S.A., Basilea

#### **Membri del gruppo di esperti**

- H.U. Frey, Frey & Associati, studio di ingegneria, Losanna
- M. Gut, direzione delle pubbliche costruzioni del Canton Nidwald, Stans
- P. Linsi, VSS Zurigo
- P. Mantovani, direzione delle pubbliche costruzioni, Coira
- G. Petersen, Ufficio federale delle strade, Berna

#### **Redattori**

- J. Frei, dello studio di ingegneria  
A. Aegerter & Dr. O. Bosshardt S.A., Basilea
- H.D. Hartmann, Holinger S.A., Baden

#### **Svizzera francese, edizione francese**

##### **Direzione dei corsi**

- H.U. Frey, ingegnere civile dipl. EPF-Z, Frey & Associés, bureau d'ingénieurs, Losanna

##### **Traduzione**

- H.U. Frey, Frey & Associés, bureau d'ingénieurs, Losanna
- O. Blanchard

##### **Traduzione in lingua italiana (dall'edizione francese)**

- Ursula Bolli, architetto, Lugano

ISBN 3-905234-44-0

Copyright © Ufficio federale dei problemi congiunturali, 3003 Berna, giugno 1992.

Riproduzione di estratti autorizzata con indicazione della fonte.

Diffusione: Ufficio centrale federale degli stampati e del materiale, 3003 Berna (N° di ordinazione 724.452 i).

Form. 724.452 i 11.1994 800 U11767

# Prefazione

Di una durata complessiva di sei anni (1990-1995) il programma d'azione «Costruzione e energia» è composto dai tre seguenti programmi d'impulso:

PI EDIL – manutenzione e rinnovamento delle costruzioni

RAVEL – uso razionale dell'elettricità

PACER – energie rinnovabili

Questi tre Programmi d'impulso vengono realizzati in stretta collaborazione con l'economia privata, gli istituti universitari e la Confederazione. Loro obiettivo è di incentivare una crescita economica qualitativa. In quest'ottica, devono favorire una riduzione dell'uso di materie prime e di energia e, come corollario, una maggiore attenzione al «know-how» e all'apprendimento.

Il programma PI EDIL risponde all'esigenza di una corretta manutenzione per ogni tipo di edificio. Oggi, un numero sempre più importante di edifici e infrastrutture del genio civile presenta carenze tecniche e funzionali, dovuti al loro invecchiamento ma anche all'evolversi dei bisogni e delle sollecitazioni. Se si vuole mantenere il valore di queste opere, bisogna rinnovarle e per farlo l'empirismo non basta. Il programma d'impulso PI EDIL non si limita agli aspetti tecnici e organizzativi, ma ingloba anche il quadro giuridico che finora si rivolgeva essenzialmente alle costruzioni nuove. Il programma copre quindi tre campi: costruzione, genio civile e problemi legati al rinnovamento.

Volendo conservare le qualità tecniche e architettoniche dei nostri edifici e se si vogliono preservare dei quartieri, o anche dei villaggi, nuove conoscenze devono essere trasmesse alle molte persone implicate: proprietari, autorità, progettisti, impresari e collaboratori a tutti i livelli.

## **Corsi, manifestazioni, pubblicazioni, cassette video, ecc...**

Gli obiettivi di PI EDIL saranno perseguiti attraverso l'informazione, la formazione e il perfezionamento di fornitori e richiedenti di prestazioni nel campo del rinnovamento. La divulgazione delle conoscenze verte sulla pratica quotidiana; basata essenzialmente su manuali e corsi, prevede però anche altri tipi di interventi. Il bollettino «Impulso» che appare due, tre volte l'anno, informa nei dettagli di tutte queste attività.

Ogni partecipante a un corso, o ad altre manifestazioni del programma, riceve una pubblicazione

redatta in questa funzione specifica. Tutte queste pubblicazioni sono pure ottenibili, indirizzandosi direttamente all'Ufficio centrale federale degli stampati e del materiale a Berna.

## **Competenze**

Per assolvere al meglio a questo ambizioso programma di formazione, si è fatto appello a specialisti dei vari settori interessati; essi provengono dal settore privato, dagli istituti universitari o da associazioni professionali. A loro volta, gli esperti sono affiancati da una commissione che riunisce rappresentanti delle associazioni, degli istituti e dei settori professionali interessati.

Le associazioni professionali si prendono inoltre carico dell'organizzazione dei corsi e delle altre attività proposte. Una direzione di progetto è stata costituita con l'incarico di preparare queste attività; la compongono i signori Reto LANG, Andreas BOUVARD, Niklaus KOHLER, Gustave MARCHAND, Ernst MEIER, Dieter SCHMID, Rolf SAEGESSER, Hannes WUEST e Eric MOSIMANN dell'Ufficio federale dei problemi congiunturali. Una parte importante delle attività è affidata ai gruppi di lavoro.

## **Documentazione**

La manutenzione e il rinnovamento di una rete di più di 1500 km di strade a forte traffico necessita di molti studi e ricerche.

Un gruppo di lavoro, in collaborazione con un team di esperti, ha preparato la documentazione relativa al mantenimento del traffico durante i lavori di rifacimento delle strade a forte circolazione, in un manuale destinato prioritariamente agli ingegneri incaricati di eseguire questo tipo di lavori. Ci si è sforzati di redigere una documentazione chiara, comprensibile e in rapporto con la pratica, che si rivolge all'«uomo sul terreno». Il manuale si fonda su varie norme SIA e VSS, come anche su incarichi di ricerca, rapporti dell'OCDE, concetti elaborati dalla SIA e la FMB (Fédération genevoise des métiers du bâtiment) e su articoli specializzati ai quali si fa riferimento nei diversi capitoli. Il gruppo del settore genio civile del PI EDIL si propone di approfondire i temi «appalti» e «esecuzione» con un corso successivo.

Questa documentazione è stata accuratamente verificata e corretta in occasione di un corso «pi-

lota». Ciononostante ogni autore era libero di trattare secondo le sue esperienze alcuni aspetti dei temi considerati.

Un'eventuale revisione del manuale permetterà di colmare le lacune emerse al momento della sua utilizzazione. L'Ufficio federale dei problemi congiunturali, il redattore/direttore responsabile dei corsi, prenderanno volentieri nota dei vostri suggerimenti.

Ringraziamo vivamente tutte le persone che con il loro prezioso lavoro hanno contribuito alla realizzazione di questa pubblicazione.

Prof. Dott. B. Hotz-Hart  
Vicedirettore dell'Ufficio federale  
dei problemi congiunturali

# Indice

---

	pagina
<b>1. Introduzione</b>	<b>7</b>
1.1 Obiettivo principale e problematica	9
1.2 Vista d'insieme del sistema	10
1.3 Ambienti interessati e ambienti coinvolti	13
1.4 Svolgimento dei lavori	14
1.5 Concezione del manuale	16
1.6 Dati di base: documentazione / letteratura	18
<hr/>	
<b>2. Basi per lo studio del progetto</b>	<b>19</b>
2.1 Indicazioni di base e condizioni preliminari	21
2.2 Fattori determinanti e ricerca di soluzioni	27
<hr/>	
<b>3. Fase della progettazione</b>	<b>35</b>
3.1 Principi di base	37
3.2 Gestione della circolazione, sicurezza ed esercizio	37
3.3 Procedimenti d'esecuzione	51
3.4 Svolgimento dei lavori	67
3.5 Stima dei costi	73
<hr/>	
<b>4. Fase di preparazione dell'esecuzione</b>	<b>75</b>
4.1 Appalti	77
4.2 Osservazioni particolari	81
<hr/>	
<b>5. Appendice</b>	<b>83</b>
Pubblicazioni PI EDIL	85

---



# 1. Introduzione

---

<b>1.1</b>	<b>Obiettivo principale e problematica</b>	9
<b>1.2</b>	<b>Vista d'insieme del sistema</b>	10
<b>1.3</b>	<b>Ambienti interessati e ambienti coinvolti</b>	13
<b>1.4</b>	<b>Svolgimento dei lavori</b>	14
<b>1.5</b>	<b>Concezione del manuale</b>	16
<b>1.6</b>	<b>Dati di base: documentazione / letteratura</b>	18

---



## 1.1 Obiettivo principale e problematica

L'obiettivo generale del programma PI EDIL è di contribuire al miglioramento della qualità dei lavori di manutenzione e rinnovamento\*) nel settore delle costruzioni, vale a dire la salvaguardia di elementi importanti per l'economia pubblica. In Svizzera, il valore del ripristino (ricostruzione) delle opere del genio civile è attualmente stimato a 300 - 400 miliardi di franchi. La parte devoluta all'infrastruttura stradale è del 57% circa.

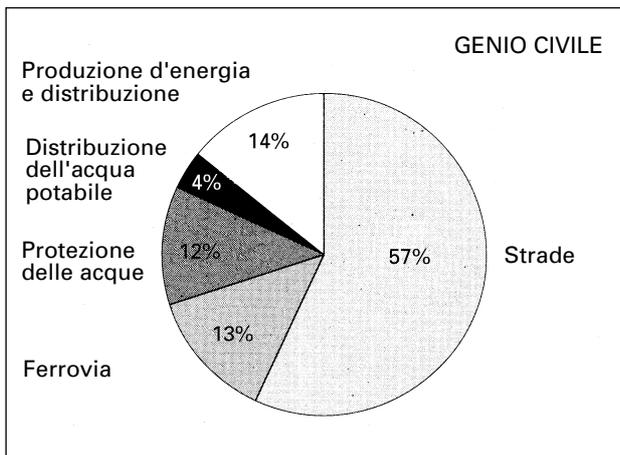


Illustrazione 1: parti in percentuale dei principali settori legati ai lavori di infrastruttura

Fonte: Ufficio federale delle statistiche

L'esecuzione ottimale delle misure richiede alla base conoscenze appropriate di tecnica e pianificazione, e una messa in opera adattata alla pratica. È qui che il programma PI EDIL intende svolgere un ruolo essenziale di stimolo.

Così facendo, si vogliono trasmettere conoscenze, fondate sulla pratica, nei campi della pianificazione, progettazione e esecuzione delle misure di manutenzione da realizzare per strade in esercizio a traffico intenso.

Il programma si rivolge in priorità agli ingegneri incaricati per lavori di manutenzione e rinnovamento, agli amministratori pubblici, ma anche ai committenti, proprietari e impresari.

La base giuridica per la manutenzione delle strade a traffico intenso è definita nell'articolo 49 della Legge federale sulle strade nazionali del 9 marzo 1960 e nell'Ordinanza d'applicazione del 24 marzo 1964.

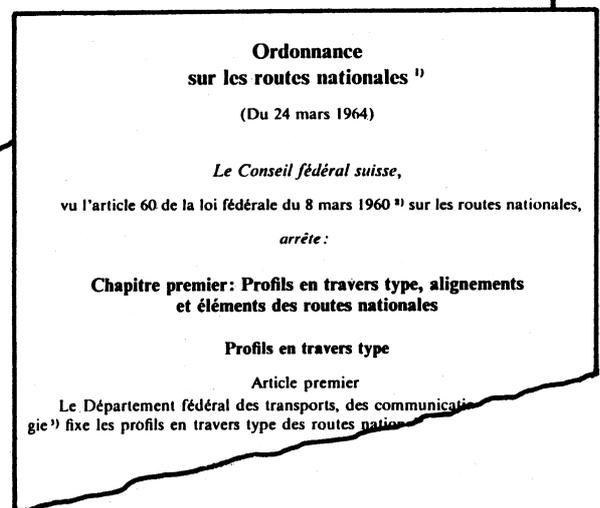
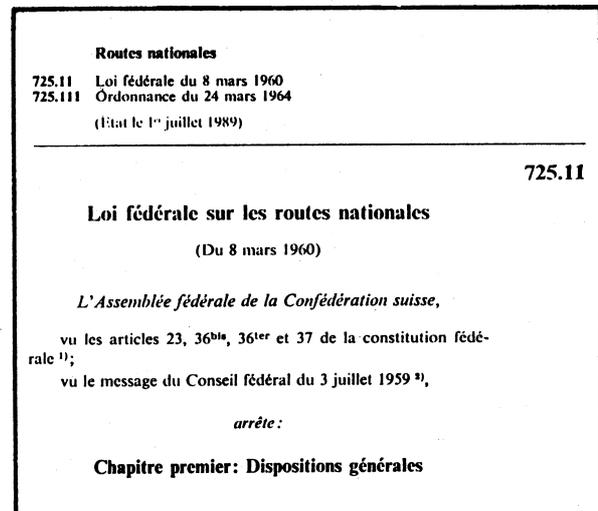


Illustrazione 2: Legge federale e ordinanza d'applicazione relative alle strade nazionali

**«I cantoni assicurano, secondo dei principi economici e in modo tale da garantire un traffico sicuro e fluido, la manutenzione delle strade nazionali e il servizio delle installazioni tecniche e annessi»**

Sovente oggi la manutenzione e il rinnovamento\*) non sono organizzati in modo adeguatamente professionale, mentre invece questi interventi sono più complessi della realizzazione di una nuova costruzione, sia nel loro svolgimento sia nella loro pianificazione, e presentano rischi maggiori (ad esempio superamento dei costi).

Un approccio globale e una pianificazione sistematica contribuiscono a tenere sotto controllo la complessità dei progetti e a trovare soluzioni efficaci che tengano conto delle costrizioni dovute al traffico.

\*) Osservazione: L'UFS (Ufficio federale delle strade) utilizza al posto di «rinnovamento» il termine di «manutenzione»

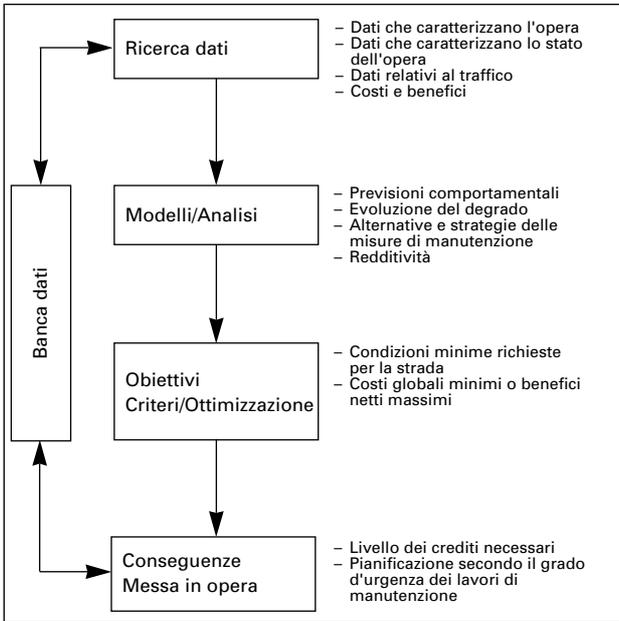


Illustrazione 3: tappe nella gestione della manutenzione stradale (da SN 640 900, illustrazione 3)

## 1.2 Vista d'insieme del sistema

Il sistema «Manutenzione stradale» è un elemento del sistema superiore «Strade».

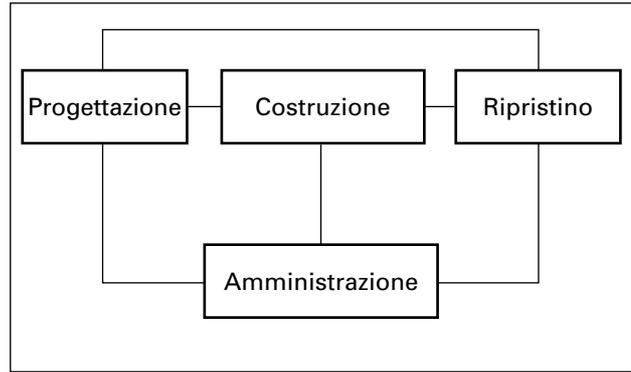


Illustrazione 4: elementi del sistema superiore «Strade»

Per le strade a grande percorrenza e densità di traffico questo significa che i lavori di manutenzione devono essere adattati in primo luogo al traffico, e non il traffico ai lavori!

*In questo contesto, riferirsi alla norma VSS-SN 640 900 che tratta della gestione della manutenzione stradale e alla norma SN 640 901 (Sistema degli obiettivi).*

*I termini utilizzati qui di seguito in rapporto alle misure di manutenzione, sono derivati dalle definizioni che figurano nella raccomandazione SIA 169 - «Manutenzione delle opere di genio civile».*

In generale, le attività di gestione della manutenzione stradale sono incombeneza delle organizzazioni esistenti.

Lo schema sotto evidenzia i vari elementi della gestione della manutenzione stradale e le loro interazioni.

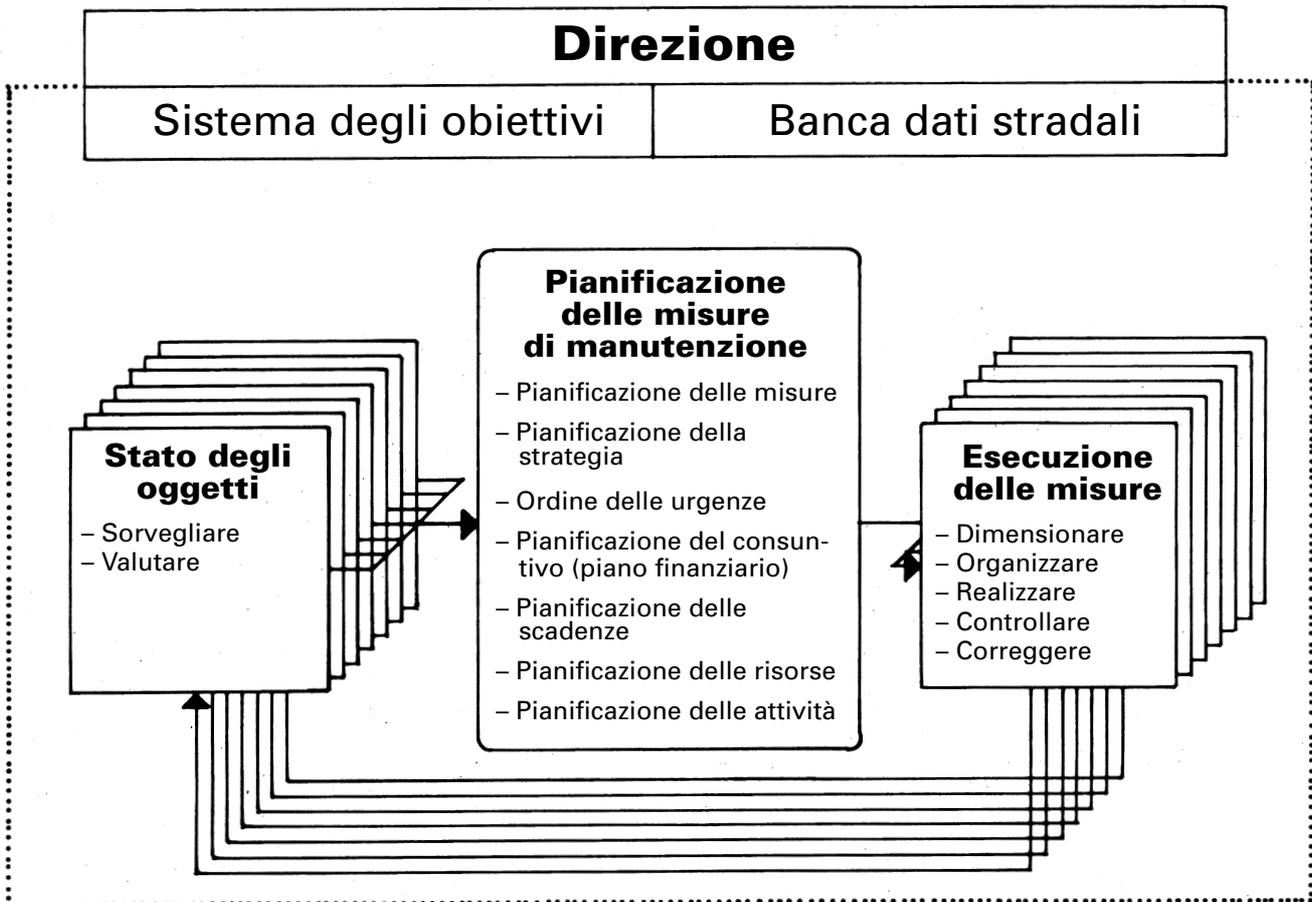
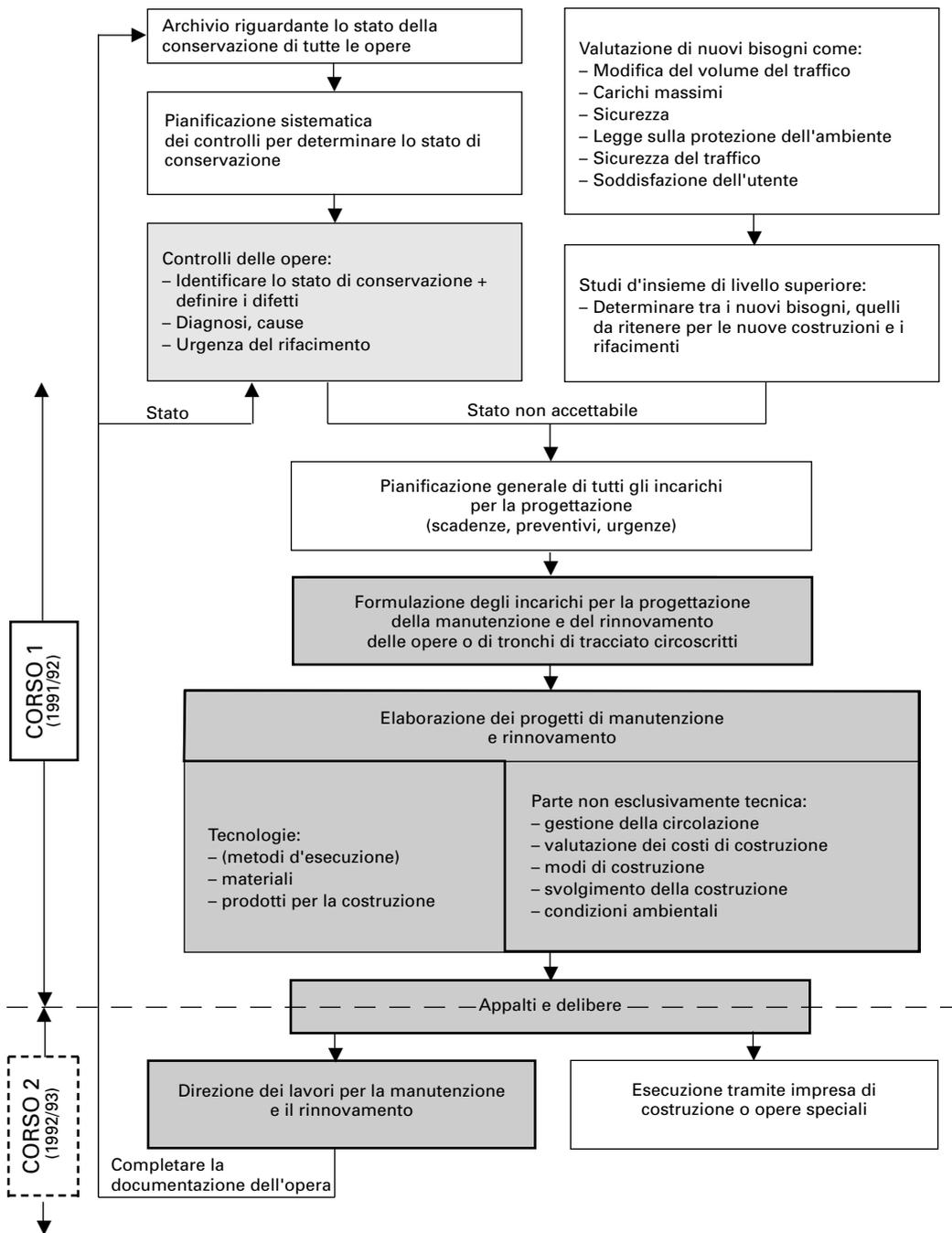


Illustrazione 5: organizzazione della gestione della manutenzione stradale (da SN 640 900)

Schema generale della ripartizione dei compiti e delle competenze durante l'elaborazione di progetti di conservazione della sostanza o del rinnovamento su strade a traffico intenso come vengono prese in conto nel quadro del programma PI EDIL.

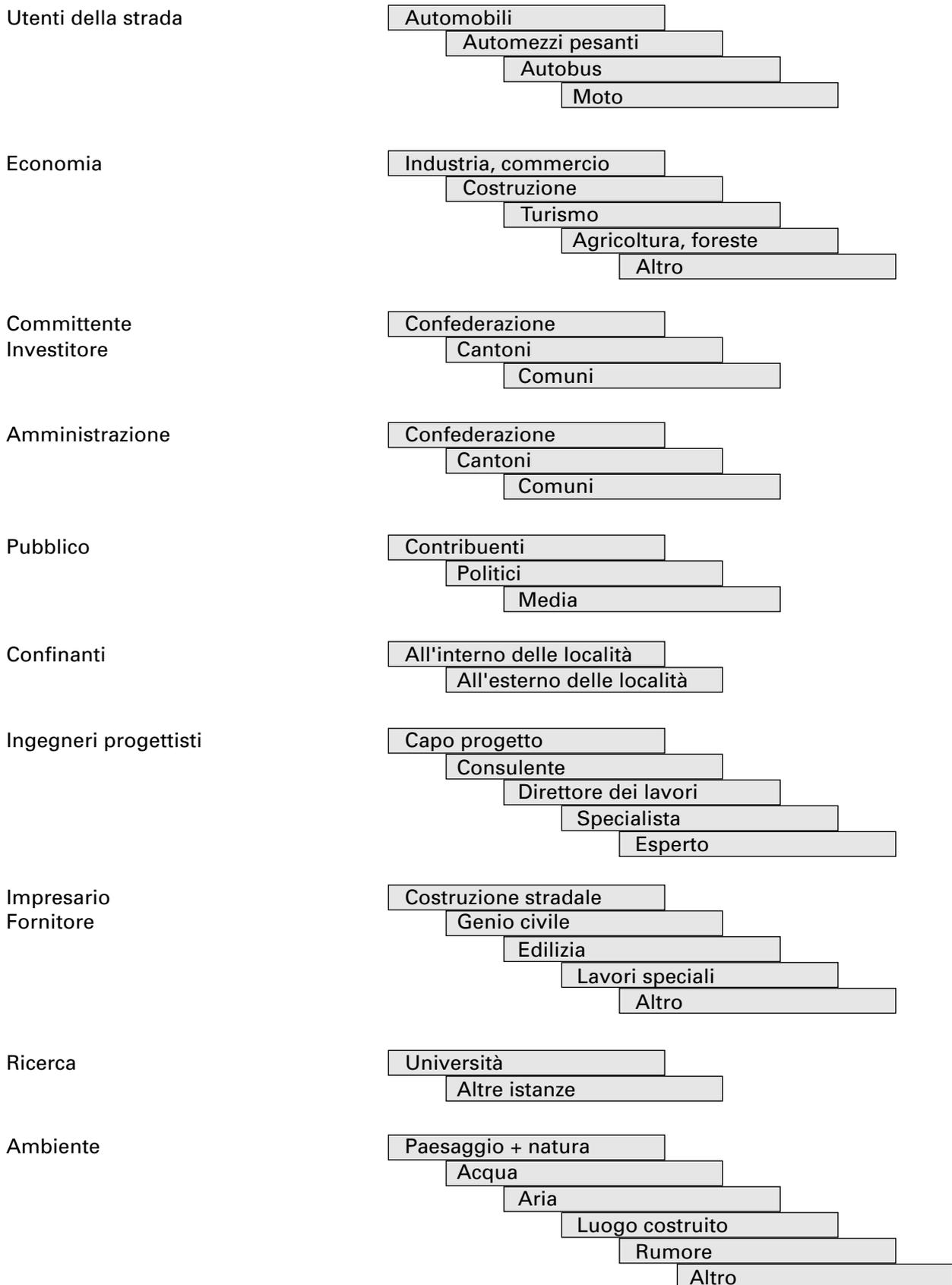


Considerati dal programma d'impulso PI EDIL:

- Gruppo di lavoro «Manutenzione delle strade in esercizio a traffico intenso»
- Gruppo di lavoro «Tecniche diagnostiche per opere del genio civile»
- Gruppo di lavoro «Tecnologie»

Illustrazione 6: ripartizione dei compiti nel programma PI EDIL, gruppo tematico genio civile

### 1.3 Ambienti interessati e ambienti coinvolti



## 1.4 Svolgimento dei lavori

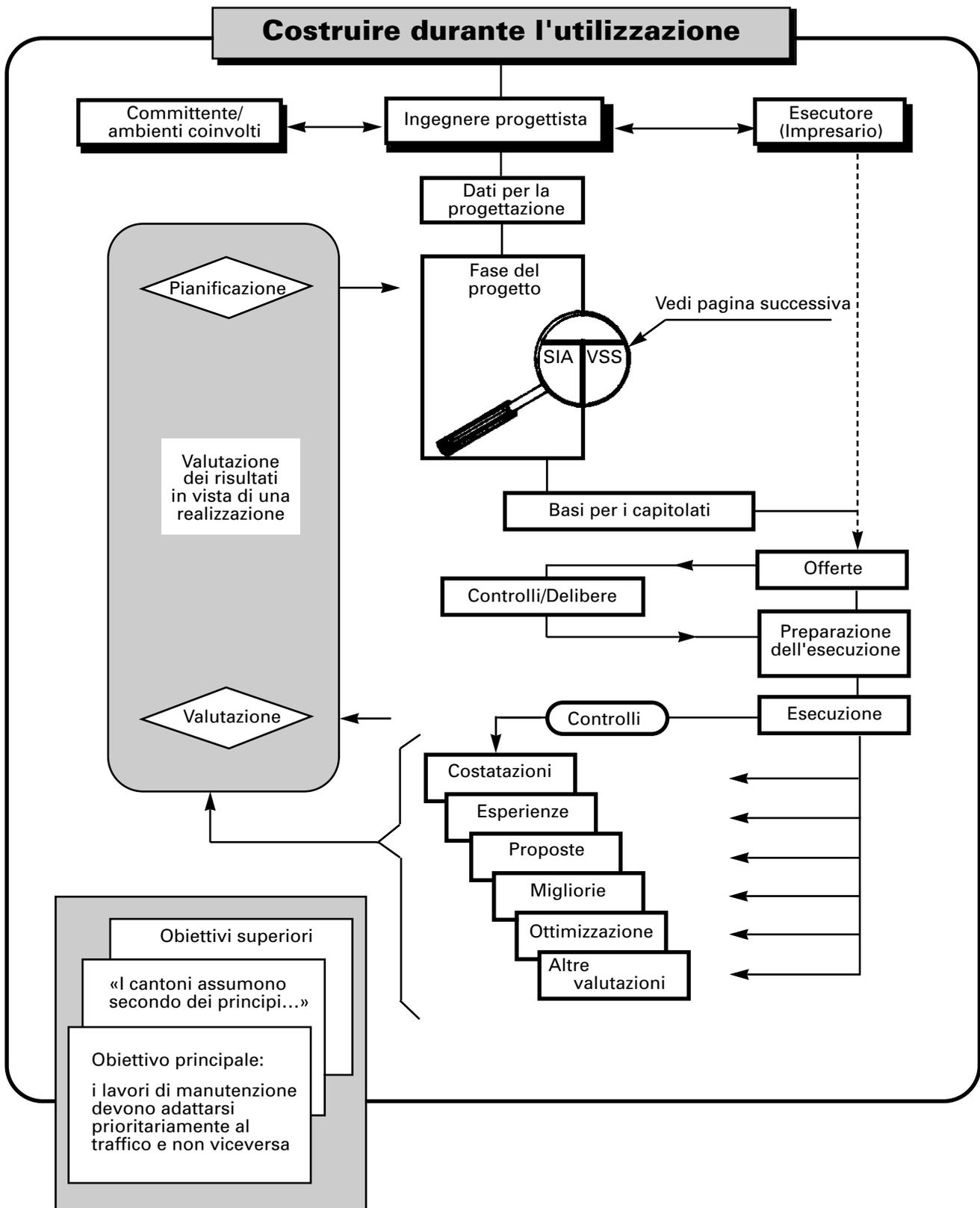


Illustrazione 7: schema di svolgimento «Costruire durante l'utilizzazione», elaborazione del progetto di misure di manutenzione e rinnovamento di strade a traffico intenso

## SVOLGIMENTO DEL PROGETTO

<b>SIA</b>	<b>VSS</b>	<b>UFS</b>
<p><b>SIA 103</b></p> <p>Art. 3 tab. 3.6 «Seguito delle prestazioni (prestazioni di base)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Progetto di massima</li> <li>• Progetto definitivo</li> <li>• Offerte e confronto</li> <li>• Progetto d'esecuzione</li> <li>• Documentazione»</li> </ul> <p>(*)</p>	<p><b>SN 640 003</b></p> <p>«Lo svolgimento completo di un progetto comprende cinque tappe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studio preliminare</li> <li>• Progetto generale</li> <li>• Progetto definitivo</li> <li>• Esecuzione</li> <li>• Dossier dell'ultimazione»</li> </ul> <p>(**)</p>	<p><b>LRN / ORN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studio preliminare</li> <li>• Progetto di massima</li> <li>• Progetto generale (1:5000)</li> <li>• Progetto d'esecuzione (1:1000)</li> <li>• Dettagli</li> <li>• Piani dell'opera eseguita</li> </ul> <p>(***)</p>
<p>(*)</p> <p>Lo studio preliminare non è compreso nelle prestazioni di base. L'art. 4 del regolamento 103 definisce le prestazioni. La tabella 3.6 rappresenta cronologicamente lo svolgimento abituale dei lavori.</p>	<p>(**)</p> <p>Lo studio preliminare che precede la pianificazione generale non è considerato in questa norma. Il contenuto dettagliato di ogni tappa è esposto in norme particolari, mentre lo svolgimento delle attività di ogni tappa viene spiegato nella norma «Svolgimento del progetto».</p>	<p>(***)</p> <p>Il progetto generale viene messo in consultazione; il progetto esecutivo serve invece per i concorsi d'appalto pubblici.</p>

Illustrazione 8: definizione delle fasi di lavoro durante lo svolgimento del progetto

## 1.5 Concezione del manuale

Il manuale «Manutenzione delle strade in esercizio a traffico intenso» si basa sulla definizione delle tappe di progetto indicata nelle norme SN 640 003 e nel regolamento SIA 103 e cerca di illustrare dei procedimenti adeguati sulla base di esempi eseguiti.

*SIA 103 (1984)*  
*Regolamento relativo alle prestazioni e agli onorari degli ingegneri civili*

*SN 640 003*  
*Elaborazione dei progetti - Definizione delle tappe*

La tabella che segue spiega la struttura del presente manuale e del corso, e mette in evidenza l'interdipendenza tra le varie fasi del progetto e una serie di soggetti che possono presentarsi in modo diverso rispetto a una costruzione nuova.

		RPO SIA 103 (1994) («Opere complete») DESCRIZIONE DELLE PRESTAZIONI + SVOLGIMENTO (ART. 4)										DATI RICHIESTI			
CORSO	MANUALE «MANUTENZIONE DELLE STRADE IN ESERCIZIO A TRAFFICO INTENSO»  (Progetto di misure costruttive per strade a traffico intenso)		4.1.1	4.1.2	4.1.3	4.1.4	4.1.5	4.1.6	4.1.7	4.1.8	4.1.9	4.1.10	Documentazione e piani dell'opera esistente	Norme, condizioni, prescrizioni e direttive	Dati del committente e di terzi
	Capitoli principali	Sotto-capitoli principali	Lavori preliminari	Studio preliminare	Progetto di massima	Progetto definitivo	Offerte e confronti delle offerte	Esecuzione	Direzione generale dei lavori	Direzione locale dei lavori	Incartamento dell'opera terminata	Sorveglianza dei lavori di garanzia			
CORSO 1 (1991)	Capitolo 2 Base per la progettazione	2.1 Condizioni limite e documenti necessari													
		2.2 Fattori che influiscono e ricerca della soluzione													
	Capitolo 3 Fase di concezione della progettazione	3.2 Gestione del traffico Sicurezza													
		3.3 Metodi costruttivi													
		3.4 Svolgimento dei lavori													
	Capitolo 4 Fase di preparazione per l'esecuzione	3.5 Preventivi													
		4.1 Appalti													
	4.2 Indicazioni speciali														
CORSO 2 (1992)	Appalti delibere e esecuzione														

Illustrazione 9: struttura del manuale e dei corsi

## 1.6 Dati di base: documentazione/ letteratura

### Letteratura consultata:

A. Schmuck, Strassenerhaltung mit System, Grundlagen des Managements, Kirschbaumverlag, Bonn-BRD, 1987.

(Manutenzione stradale sistematica, basi della gestione)

AJS/Rapp, Massnahmen zur Aufrechterhaltung des Verkehrs im Bereich von Bauarbeiten an Autobahnen- und Strassen, VSS Forschungsauftrag 9/87.

(Misure per il mantenimento del traffico nelle zone dove si svolgono i lavori sulle strade e autostrade).

OCDE, 1987, Systematische Methoden der Massnahmenerhaltung, Strassenforschung Heft 357, Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten, Wien.

(Metodi sistematici per la manutenzione attraverso misure, ricerche stradali, quaderno 357).

OCDE, 1989, Verkehrsführung und Sicherheit im Bereich von Baustellen, VSS Nr. 202, 1990.

(Gestione della circolazione e sicurezza nelle zone di cantiere).

### Documenti:

Bundesamt für Strassenbau, Administrative Weisungen für den Unterhalt und Betrieb der Nationalstrassen.

(UFS, direttive amministrative per la manutenzione e utilizzazione delle strade nazionali).

Stau auf Durchgangsachsen, Auswirkungen von Bauarbeiten auf den Verkehr

Ingenieurbüro SNZ, Zürich, 1988, im Auftrag des Schweizerischen Fonds für Unfallverhütung im Strassenverkehr.

(Ingorgi sugli assi di transito, conseguenze dei lavori stradali sul traffico).

Leistungsfähigkeiten beim Fahrstreifenabbau auf Hochleistungsstrassen,

Ingenieurgesellschaft GSS, Mögerle, Keller (Laufender Forschungsauftrag SVI, 1990).

(Capacità di rendimento durante la riduzione delle corsie di circolazione sulle strade a traffico intenso).

Schweizerisches Polizei-Institut, Handbuch für die Autobahnpolizei,

(Kantonspolizei Zürich), 1982.

(Istituto svizzero di polizia, manuale per la polizia autostradale).

Rudolf Berger, Bauprojektkosten - Ein Indikatorenmmodell zur nutzenorientierten Kostenplanung und Kostenbeurteilung, CRB, 1988.

(Costo di un progetto di costruzione - un modello indicativo per la pianificazione e la valutazione dei costi).

Innovative Bauerneuerung, Festschrift zum 60. Geburtstag von Prof. Robert Fechtig, ETH-Zürich, J.W. Schregerberger, Zürich, 1991.

(Rinnovamento delle costruzioni secondo metodi innovatori, pubblicazione presentata all'occasione del 60. anniversario del Prof. R. Fechtig, ETH-Zurigo).

Schweizer Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Vermeidung und Behebung von Betonbauschäden, SIA D 033, 1988.

(Lavori di ricerca e di sviluppo in Svizzera nel campo della prevenzione e della riparazione dei danni nelle costruzioni in cemento armato).

Qualitätssicherung im Bauwesen, eine Forderung unserer Zeit, SIA D 062, 1990.

(Garanzia di qualità nella costruzione, un'esigenza dei nostri tempi).

### Riviste, periodici:

«Strasse und Verkehr»

Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (VSS Unione dei professionisti della strada), Zurigo

(«Strade e traffico»)

«Strasse und Autobahn»

Forschungsgesellschaft für das Strassen- und Verkehrswesen und Bundesvereinigung der Strassenbau- und Verkehrsingenieure, Kirschbaumverlag, Bonn-Bad Godesberg.

«Strade e autostrade», società di ricerche sulla strada e il traffico e associazione federale tedesca degli ingegneri specialisti in strade e traffico).

### Norme e direttive:

Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute (VSS), «Schweizer Norm SN».

(Associazione svizzera dei professionisti della strada (ASPS), norme svizzere NS).

Schweizerischer Ingenieur- und

Architektenverein (SIA), «Dokumentation».

(Società degli ingegneri e architetti svizzeri (SIA), «Documentazione»).

## 2. Basi per lo studio del progetto

---

<b>2.1</b>	<b>Indicazioni di base e condizioni preliminari</b>	21
2.1.1	Documentazione del Committente	21
2.1.2	Norme, condizioni, prescrizioni e direttive	23
2.1.3	Altre indicazioni del Committente e di terzi	24

---

<b>2.2</b>	<b>Fattori determinanti e ricerca di soluzioni</b>	27
2.2.1	Introduzione	27
2.2.2	Gestione della circolazione, sicurezza del traffico	28
2.2.3	Studi di varianti	31
2.2.4	Mantenimento del funzionamento delle condutture industriali	32
2.2.5	Stima dei costi	32
2.2.6	Criteri di valutazione	33

---



## 2.1 Indicazioni di base e condizioni preliminari

In un primo tempo, il committente deve fornire all'ingegnere incaricato i documenti esistenti relativi alle opere da rinnovare, in caso contrario quest'ultimo dovrà richiederli espressamente.

Projektbuch Nationalstrasse  N2 Abschnitt: Augst Sissach Art: Unterhalt Objekt: Brücke Weihermatt ASB Nr.: 2.404 TBA Nr.: 1.404	Projektbuch Planung <b>1</b> Generelles Projekt <b>2</b> Projektierung <b>3</b> Landerwerb <b>4</b> Bauausführung <b>5</b> Termine <b>6</b> Kontrollen <b>7</b> Abnahmen <b>8</b> Betrieb (Planverzeichnis) <b>9</b> Planregister <b>10</b>
--	--

Illustrazione 10: esempio di un dossier di progettazione (cantone di Basilea-Campagna)

Trattandosi di costruzioni vecchie, questi documenti spesso mancano. In questo caso il committente stabilirà con l'ingegnere la via da seguire. Secondo il tipo di progetto costruttivo, sarà necessario elaborare prima i dati richiesti o intraprendere delle indagini o analisi. L'esperienza insegna che queste ricerche (piani, calcoli, fatture, ecc.) richiedono molto tempo. Quando esistono, certe direttive, (come ad esempio i capitolati d'onori per la sorveglianza) permettono di precisare il seguito delle operazioni.

### 2.1.1 Documentazione del committente

Questi documenti sono in generale classificati negli archivi del committente o possono essere ottenuti tramite una banca dati. Vengono differenziati ad esempio i seguenti dossier:

#### Dossier di costruzione

In generale si trovano negli archivi del committente. Nel caso di vecchie opere questi carteggi presentano spesso delle lacune e dovranno quindi essere completati. Si ricercheranno i documenti mancanti (piani, calcoli statici, ecc.) presso le varie istanze interessate; ad esempio, l'ispettorato delle costruzioni, architetti, ingegneri, servizi di manutenzione.

#### Banca di dati stradali

I cantoni (uffici della circolazione) dispongono generalmente di molti dati e informazioni relativi alle strade di soprastruttura. I dati relativi alle strade si riferiscono per la maggior parte a caratteristiche quali: luogo, data, qualità intrinseca, costo, ecc. Il valore di queste informazioni è molto ineguale. Sarà quindi opportuno consultare la nuova norma SN 640 909, che definisce le principali regole da seguire per la creazione di una banca dati ad uso della gestione dei lavori di manutenzione. Questa norma precisa anche la via da seguire nella creazione di una banca di dati stradali.

#### Censimento della circolazione

Su molte strade a traffico intenso esistono delle stazioni automatiche di censimento della circolazione.

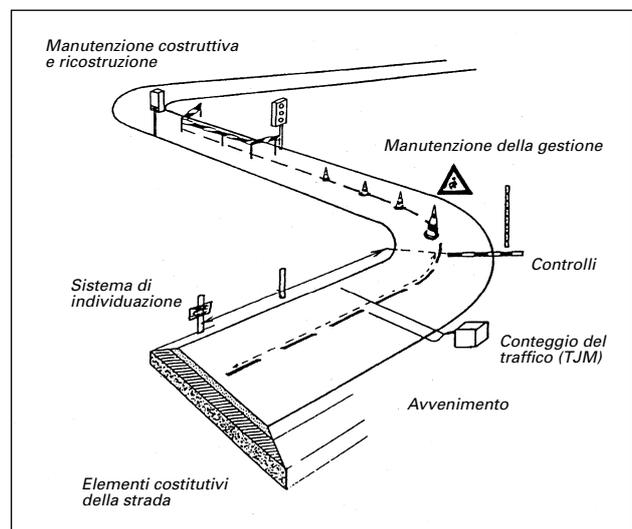


Illustrazione 11: i vari dati stradali (secondo SN 640 909, illustrazione 7)

Quando esistono, i risultati di questi censimenti sono ottenibili presso i responsabili cantonali (direzione dei lavori pubblici, ufficio delle strade nazionali, polizia autostradale) o presso i comuni. Questi dati sono fondamentali per lo studio del progetto.

Se necessario, bisognerà procedere a censimenti complementari specifici al progetto, e questo durante la fase del progetto di massima, del progetto definitivo e, eventualmente, anche durante la fase esecutiva (ingorghi, deviazione del traffico, ecc.).

### **Ispezioni principali delle opere di soprastruttura**

Le norme SIA 169 o SN 640 930 esigono ispezioni regolari delle opere di soprastruttura. Diversi committenti hanno già eseguito questo tipo di riparazioni e i risultati possono essere presi come base per le prossime fasi di studio.

### **Ispezioni speciali**

A seconda dei risultati forniti dall'ispezione principale, il committente avrà già proceduto a indagini supplementari e verificato i dati statici.

- *PI EDIL, Manutenzione e rinnovamento nel campo del genio civile, gruppo di lavoro «metodi di diagnosi», tecniche di auscultazione delle opere di genio civile*
- *Norme VSS (1990) SN 640 925 «Rilevamento e valutazione dello stato delle strade»*

### **Rilevamento dello stato delle strade**

La norma SN 640 925 prescrive la procedura da seguire per rilevare lo stato delle strade.

### **Piano d'utilizzazione**

La norma SIA 160, edizione 1989, prescrive l'elaborazione di un piano di utilizzazione per ogni costruzione nuova.

Il piano d'utilizzazione riassume gli stati di utilizzazione da considerare e le misure (dettagli di costruzione, dimensionamento, scelta dei materiali) da prevedere per poter rispondere al meglio alle esigenze del committente rispetto all'idoneità all'utilizzazione.

Nel caso di lavori di manutenzione o rinnovamento questo documento dovrà essere discusso, a seconda dei casi, con il committente.

Il piano di utilizzazione serve anche da base per il piano di controllo (fase esecutiva) come pure per il piano di sorveglianza e di manutenzione (fase d'esercizio).

### **Prescrizioni per l'utilizzazione**

Per alcune costruzioni è utile predisporre prescrizioni d'utilizzazione che riassumano tutte le norme da rispettare durante l'esercizio. Nell'ambito dei lavori di risanamento o di rinnovamento si dovrà verificare per ogni caso se questi documenti esistono, oppure se è il caso di redigerli appositamente.

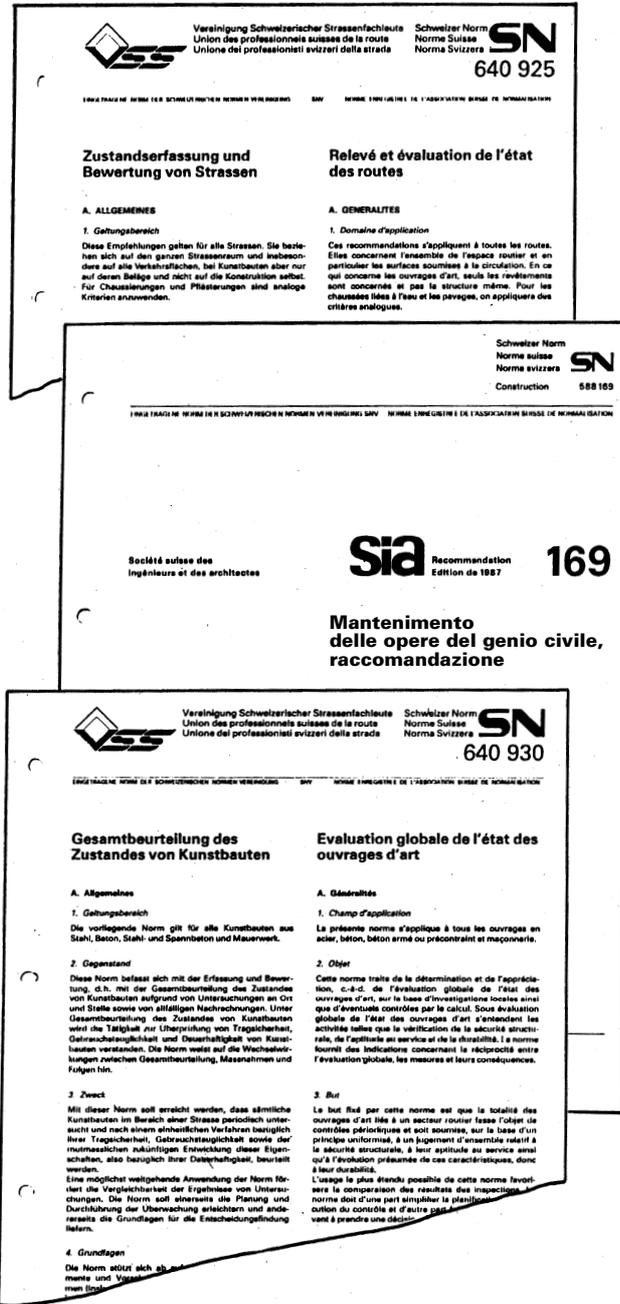


Illustrazione 12: prescrizioni per il rilievo dello stato delle strade e opere di soprastruttura

### 2.1.2 Norme, condizioni, prescrizioni e direttive

Alcuni importanti committenti, come l'Ufficio federale delle strade (UFS), le ferrovie federali e vari cantoni hanno pubblicato condizioni, prescrizioni o direttive proprie. L'ingegnere deve procurarsi presso ogni mandante i dati pertinenti in vigore.

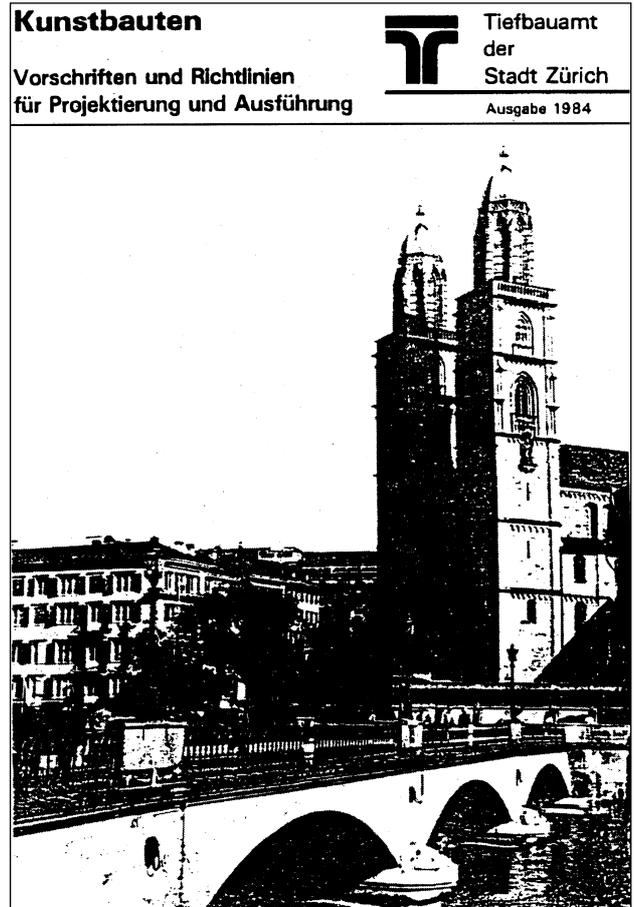


Illustrazione 13: esempio di prescrizioni e direttive per la progettazione e l'esecuzione per opere di soprastruttura (città di Zurigo)

- Si utilizzeranno ad esempio i seguenti documenti:
- Norme SIA e VSS.
  - Complemento UFS alle norme SIA 118 (edizione 1977 e 1991) e 169/1 (1988), direttive riguardanti le indicazioni da fornire all'UFS nell'ambito del progetto di dettaglio (1979).
  - Direttive UFS concernenti i dettagli di costruzione.
  - Direttive per lo studio di progettazione sotto forma di piani tipo o dettagli normalizzati.

- Direttive per l'esecuzione, ad esempio per:
  - sottosuolo, stabilizzazione (compattazione);
  - costruzioni in calcestruzzo;
  - strato di fondazione;
  - asfalto;
  - rivestimento dei ponti;
  - protezione delle acque di falda;
- direttive per le condizioni tecniche importanti nella costruzione delle opere di soprastruttura ecc.

**Norme VSS**

SN 640 700 - 640 899

«Manutenzione delle strade, utilizzazione»

SN 640 885 a

«Segnalazione temporanea sulle autostrade e semiautostrade»

- Diverse prescrizioni e ordinanze come:
  - ordinanza dell'INSAI (Istituto nazionale svizzero di assicurazione contro gli infortuni)
  - protezione delle acque;
  - ordinanza sulle prescrizioni tecniche d'esecuzione riguardanti la protezione contro il rumore.
- Direttive sul comportamento da osservare sulle strade a traffico intenso (per esempio direzione lavori pubblici del cantone Basilea-Campagna).
- Direttive amministrative d'ordine generale riguardanti ad esempio:
  - la realizzazione dei piani;
  - la documentazione sulle opere realizzate.
- Basi legali come codice delle obbligazioni, legge sulla circolazione stradale, ecc.

**2.1.3 Altre indicazioni del committente e di terzi****Condizioni preliminari al progetto**

La prima operazione consiste nel definire in modo chiaro le condizioni preliminari importanti per il progetto, come:

- esposto del problema;
- scadenze;
- restrizioni nell'utilizzazione;

e formulare i principali obiettivi determinanti per i lavori di studio:

- allargamento di un ponte in seguito all'assenza della corsia d'emergenza;
- allargamento di un ponte in seguito ad una fase particolare di lavori (per esempio 4 corsie su un solo ponte);
- rinforzo (della struttura) in seguito a cambiamenti delle condizioni di traffico o del metodo di dimensionamento;
- controllo dei calcoli statici alla luce di nuove normative;
- controllo dei calcoli statici esistenti;
- ecc.

**Contratti per le prestazioni (onorario)**

Un contratto deve essere stipulato con il committente. Bisognerà scegliere con cura la formula che meglio si adatta al genere d'opera progettata, la tariffa-costo o la tariffa-tempo.

**Tariffa-tempo**

*Nell'ambito di un mandato retribuito con la tariffa-tempo, bisognerà precisare l'entità degli studi di varianti, così da evitare cattive sorprese per tutti.*

L'esperienza insegna che il frazionamento delle prestazioni secondo il regolamento SIA 103 sugli onorari, diventa problematico nell'ambito dei lavori di manutenzione e di rinnovamento.

Trattandosi di una remunerazione secondo la tariffa-costo, il grado di difficoltà deve essere stabilito preventivamente. Appare pure difficile valutare in anticipo il costo probabile dei lavori, perché l'ampiezza dei danni difficilmente è conosciuta al momento dell'attribuzione del mandato. In più bisogna conoscere a fondo i documenti disponibili. Infine, bisogna decidere chi si assume la verifica della qualità e i controlli, e come queste prestazioni vengono remunerate.

Date queste considerazioni, è opportuno procedere per tappe.

**Le esperienze fatte con la tariffa-tempo si sono rivelate fin ad oggi positive in molti casi.**

Le spese per la direzione lavori sono relativamente importanti, soprattutto in caso di piccole opere.

## Organizzazione

Si richiederà l'organigramma del committente, comprendente i servizi responsabili e i collaboratori.

La struttura d'organizzazione per la progettazione dovrà essere messa a punto in anticipo con il committente.

La stessa cosa vale per la definizione dell'incarico dell'ingegnere controllore e l'inizio della sua attività.



Illustrazione 14: organigramma di una direzione lavori pubblici

## Gestione della circolazione

In accordo con il committente e la polizia, bisognerà stabilire le consegne determinanti per lo studio del progetto, quelle del committente relative alla segnalazione temporanea e le particolari direttive da rispettare, nonché nominare le persone responsabili della sicurezza del traffico, della posa e della manutenzione della segnalazione.

(DPC) Cantone	Istruzioni per i lavori accanto e sulle autostrade
<b>CONTENUTO</b>	
<b>1. Regole generali di comportamento</b>	
1.1	Rischi
1.2	Organizzazione dei lavori
1.3	Accesso al campo stradale
1.4	Altezza dello spazio libero
1.5	Superfici verdi
1.6	Competenze per la segnalazione
1.7	Orari di lavoro
1.8	Accesso al cantiere
1.9	Sicurezza sul cantiere
1.10	Dovere di diligenza
1.11	Utilizzazione degli accessi di servizio
1.12	Abbigliamento
1.13	Informazione ai settori coinvolti, responsabilità
<b>2. NORME PARTICOLARI RELATIVE AI LAVORI NELLE GALLERIE</b>	
2.1	Utilizzazione delle gallerie laterali senza deviazione del traffico
2.2	Lavori nei canali di ventilazione
2.3	Sicurezza degli addetti ai lavori
2.4	Deposito del materiale
...	....
2.6	Comportamento in caso d'allarme
2.7	Ventilazione
2.8	Compiti della direzione lavori
<b>3. QUESTIONI AMMINISTRATIVE</b>	
3.1	Principio di base
3.2	Procedure per l'autorizzazione
3.3	Annunci
3.4	Diversi
<b>4. ANNESSI</b>	
4.1	Formulario per la domanda di costruzione
...	....
...	....
4.4	Richiesta per l'utilizzazione di semafori arancioni lampeggianti

Illustrazione 15: esempio di direttive particolari

Sarà anche necessario definire le condizioni relative alla riduzione del numero o della larghezza delle corsie di circolazione.

*Vedi indicazioni più dettagliate nei capitoli 2.2.2 e 3.2.2*

### **Pianificazione delle scadenze e costrizioni dei termini**

La pianificazione dei periodi di lavoro deve essere chiaramente stabilita fissando il termine più corto per l'inizio dei lavori (sgombero neve) e per l'evacuazione del cantiere (temperature non idonee alla posa del rivestimento, sgombero della neve).

Bisogna conoscere in sufficiente anticipo alcune date fisse, per evitare un ingorgo del traffico in occasione di fiere (Comptoir Suisse, Salone dell'automobile, ecc.), manifestazioni importanti (concerti, sport), giorni festivi (ad esempio l'Ascensione) e l'inizio delle vacanze (ad esempio vacanze invernali).

Si tratta pure di fissare i momenti che richiedono una sospensione dei lavori, per esempio al mattino e la sera durante il traffico pendolare, durante le vacanze d'estate, ecc.

Bisognerà infine informarsi sulle date di passaggio di eventuali convogli speciali, che non permettono neanche momentaneamente una riduzione della larghezza delle corsie.

### **Coordinamento**

L'esistenza eventuale di altri cantieri, situati a prossimità o nella zona interessata dai lavori, richiede un coordinamento con le misure previste:

- coordinamento delle modifiche delle corsie di circolazione;
- segnaletica provvisoria comune, ecc.

### **Esigenze dei servizi di manutenzione**

Le modalità di collaborazione con i servizi di manutenzione devono essere definite.

Quali sono le loro esigenze fondamentali?

Quali sono le direttive applicabili durante i lavori autostradali?

### **Esigenze di qualità**

Bisogna prendere conoscenza delle particolari esigenze del committente (ad esempio riguardanti il calcestruzzo, gli additivi, la resistenza al gelo e al sale, i rivestimenti con leganti modificati chimicamente, le impermeabilizzazioni, ecc.)

### **Sistema di garanzia di qualità**

Quali direttive, consegne ecc. utilizzare nell'ambito di una garanzia di qualità?

Quali esigenze di qualità si devono applicare?

### **Condizioni per l'elaborazione dei piani**

Si tratta di conoscere con sufficiente anticipo le richieste espresse dal committente in merito a pagine speciali per le intestazioni, una rappresentazione grafica particolare, la riduzione su microfilm, delle direttive inerenti ai piani dell'opera realizzata e del classamento.

Quali premesse esistono presso il committente per l'elaborazione dei piani d'insieme?

Dove si trovano questi documenti, piani catastali, ecc.?

È opportuno definire con il committente la presentazione dei piani (specialmente i piani d'insieme), e accordarsi sulla messa in opera di applicazioni informatiche come pure sulla realizzazione dei piani con il CAD.

## 2.2 Fattori determinanti e ricerca di soluzioni

### 2.2.1 Introduzione

L'analisi dei fattori determinanti e dei tipi di soluzione è uno degli strumenti di pianificazione nel sistema di gestione «Manutenzione delle strade in esercizio» (GMS) tramite i quali, decisioni per una costruzione o un rinnovamento basati su criteri razionali, vengono prese di preferenza tenendo conto dei seguenti fattori:

- scelta di misure ottimali sul piano economico;
- materiali e metodi di costruzione;
- un'organizzazione appropriata dei lavori basata sulla valutazione delle conseguenze che ne derivano.

#### Obiettivo ultimo della gestione della manutenzione stradale (GMS)

Raggiungere un'efficienza massimale in tutti i campi della gestione stradale in rapporto a:

- **viabilità (VI)**
- **capacità (CA)**
- **sicurezza del traffico (ST)**
- **soddisfazione dell'utente (SU)**
- **conservazione (CO)**

tenendo conto di:

- **costi per l'economia generale (CG)**
- **compatibilità ambientale (CA)**

nelle migliori condizioni grazie a:

- **livello delle conoscenze**
- **politica d'informazione (PI)**

*Illustrazione 16: definizione degli obiettivi...*

L'obiettivo principale che sta alla base di queste decisioni è la seguente esigenza:

**«... sfruttare e mantenere le strade a traffico intenso e le loro installazioni tecniche secondo principi economici e in modo tale da garantire sicurezza e fluidità alla circolazione».**

Gli esempi presentati in questo manuale intendono fornire degli stimoli che permettano, per un problema specifico, soluzioni accettabili orientate sugli obiettivi del sistema.

#### Applicazione a livello progettuale

Durante la pianificazione – dall'elaborazione dei progetti all'esecuzione – bisogna valutare ogni misura ipotizzata in funzione degli obiettivi del sistema; determinare cioè il grado di realizzazione di questi obiettivi. Sul piano quantitativo, questa valutazione si può fare solo se gli obiettivi del livello più basso (vedi illustrazione 1) sono stati definiti sotto forma di criteri misurabili. Se si tratta di criteri di tecnica della circolazione e costruzione stradale, essi figurano in gran parte nelle relative norme dettagliate della VSS. Esistono inoltre criteri imprescindibili dalle condizioni locali, in ogni campo d'applicazione. Numerosi altri criteri, infine, devono essere definiti in funzione delle leggi e della politica.

*Illustrazione 17: ... e applicazione della gestione della manutenzione stradale a livello progettuale (vedi SN 640 091, pagina 13)*

Le misure da confrontare comprendono ad esempio:

- **misure amministrative** per regolare il traffico o, rispettivamente per diminuirlo;
- **misure di costruzione e/o di rinnovamento** che richiedono decisioni sui metodi di costruzione, materiali e tecniche di messa in opera, ecc.;
- **misure relative allo svolgimento dell'esecuzione** (necessarie alla realizzazione delle misure di costruzione o di rinnovamento). Richiedono decisioni (per esempio) sulla gestione della circolazione, la grandezza dei lotti, la pianificazione delle scadenze (orari giornalieri, settimanali, ecc.).

Certi problemi d'insieme sono brevemente descritti in seguito, evidenziando diverse interdipendenze e condizioni limite:

- gestione della circolazione, sicurezza del traffico (minimizzare l'intralcio al traffico, criteri economici, uscite e accessi, riduzione della velocità);
- rappresentazione delle idee progettuali;
- studi di varianti;
- mantenimento in servizio delle condutture industriali;
- valutazione di massima dei costi;

- rappresentazione comparativa dei costi di costruzione e di gestione
- elenco di criteri di valutazione.

A. Schmuck, *Strassenerhaltung mit System, Grundlagen des Managements*, Kirschbaumverlag, Bonn, 1987  
(Manutenzione stradale sistematica, basi per la gestione).

OCDE, 1987, *Systematische Methoden der Massnahmenerhaltung, Strassenforschung Heft 357, Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten, Wien.*  
(Sistematica dei metodi di manutenzione per provvedimenti, ricerca stradale, quaderno 357).

OCDE, 1989, *Verkehrsführung und Sicherheit im Bereich von Baustellen, VSS Nr. 202, 1990.*  
(Gestione della circolazione e sicurezza nelle zone di cantiere)

AJS/Rapp, *Massnahmen zur Aufrechterhaltung des Verkehrs im Bereich von Bauarbeiten an Autobahnen und -Strassen, VSS Forschungsauftrag 9/87.*  
(Provvedimenti per il mantenimento del traffico nella zona dei lavori sulle autostrade e semi-autostrade).

### 2.2.2 Gestione della circolazione, sicurezza del traffico

#### Schema di svolgimento

In questo schema per esempio intervengono degli studi sull'andamento del traffico e le incidenze della pianificazione dell'organizzazione dei lavori.

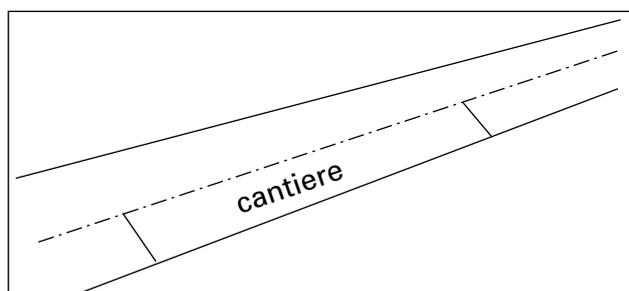
Nel corso della pianificazione dei lavori di manutenzione in condizioni di viabilità si baderà ad adattare l'organizzazione dei cantieri alle esigenze del traffico. La gestione della circolazione e l'organizzazione dei lavori sono strettamente legati. Misure prese per risolvere un problema, possono influenzarne altre. È quindi necessario ottimizzarle.

*I lavori di manutenzione devono adattarsi al traffico e non il traffico ai lavori!*

Per la fase del progetto di massima, ciò significa che lo studio di varianti deve concentrarsi anzitutto sull'analisi di metodi alternativi di costruzione, per rispettare al meglio l'esigenza prioritaria, che è quella del traffico in movimento. I fondamenti dell'organizzazione dei lavori sono definiti dai possibili flussi di circolazione; in particolare

per quel che riguarda il programma dei lavori, la pianificazione delle tappe, la messa in opera di macchine e apparecchi, come anche i materiali, le tecniche d'applicazione, le misure di protezione, ecc.

L'esempio sotto, (fittizio) illustra il metodo da seguire per valutare differenti regimi di traffico possibili. La variante «semafori» comporta per tutti gli utenti una perdita di tempo e quindi un accresciuto pericolo, a causa degli ingorghi. Anche la variante «deviazione» comporta una perdita di tempo e un rischio elevato d'incidenti sulla tratta di deviazione.



- Problema: Circolazione difficile a causa di un cantiere.

- Obiettivi principali determinanti:  
Viabilità (VI)  
Costi per l'economia in generale (CG)  
Compatibilità con l'ambiente (CA)

- Metodo da seguire: \* Varianti:  
- Installazione di semafori  
- Deviazione del traffico  
- Eseguire i lavori di notte

\*Confronti:

Varianti	semafori	deviazione	lavoro di notte
Obiettivi			
VI	-	0	+
CG	-	-	0
CA	-	-	-

Legenda:

- : sfavorevole
- 0 : indifferente
- + : favorevole

\* Risultati:

- La variante «lavoro di notte» risulta essere la soluzione migliore

Illustrazione 18: valutazione di diverse possibilità di funzionamento del traffico (esempio tolto da SN 640 901)

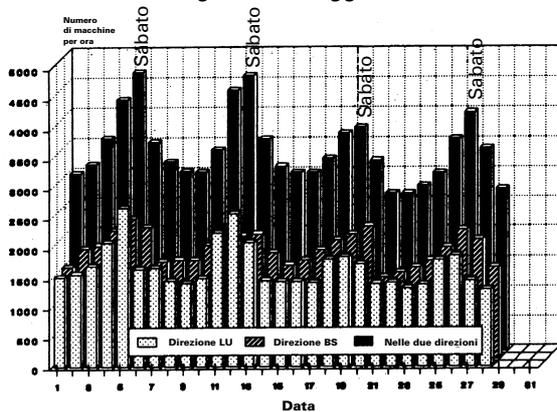
La variante «lavoro di notte» comporta un minimo di perdita di tempo ma può incidere sulla qualità dell'esecuzione e sulla sicurezza degli utenti e degli operai.

### Pianificazione degli interventi

Gli interventi vanno accuratamente pianificati e intrapresi preferibilmente nei periodi morti. Bisogna evitare, se possibile, di intraprendere i lavori nelle ore di punta, durante le vacanze e i fine settimana.

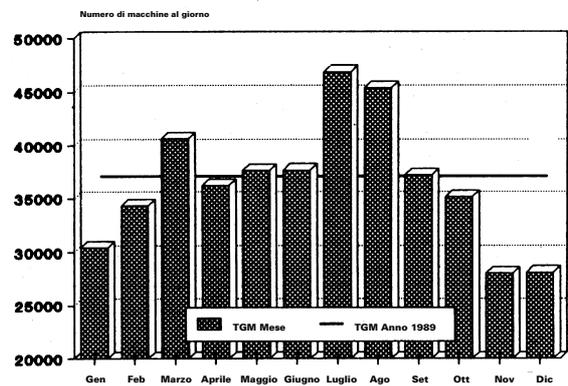
L'interpretazione corretta dei censimenti del traffico evidenziano a volte, su certe strade, una minore frequentazione durante le vacanze e i fine settimana; un esempio di indicazioni da sfruttare per un lavoro giudizioso.

Punte giornaliere, Agosto 1989  
N2, Luogo del conteggio Belchen



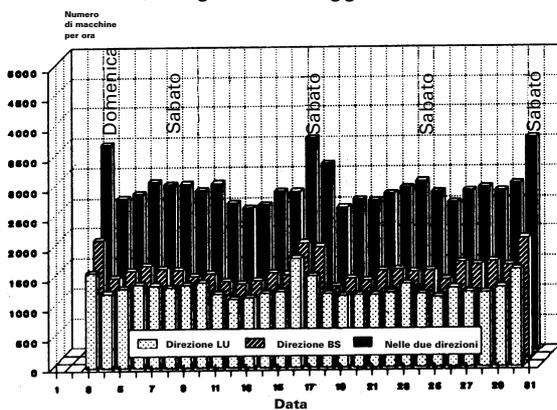
Punte giornaliere

TGM 1989  
N2, Luogo del conteggio Belchen



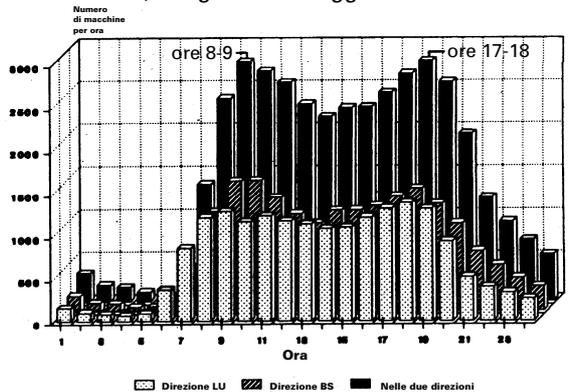
Traffico giornaliero medio

Punte giornaliere, Agosto 1989  
N2, Luogo del conteggio Belchen



Punte giornaliere

Curve caratteristiche di variazione giornaliera  
Domenica 7.9.89  
N2, Luogo del conteggio Belchen



Curve caratteristiche di variazione giornaliera

Illustrazione 19: rappresentazione dell'andamento della circolazione per valutare la situazione del traffico (esempio, luogo di conteggio Belchen, N2, 1989)

**Gestione della circolazione nella zona di cantiere**

Bisogna confrontare i vari modelli di gestione della circolazione con delle sezioni-tipo. Si differenzia tra la gestione del traffico per i cantieri di corta o di lunga durata:

- **segnaletica verticale** (sbarramento, barriera di sicurezza, palizzata di cantiere, ecc.);
- **altre installazioni** (barriere, coni arancioni, segnali luminosi e intermittenti ecc.);
- installazioni d'illuminazione.

Le misure di sicurezza del traffico nelle zone di cantiere devono essere considerate nella fase progettuale (piani di segnaletica). Si terrà conto anche delle incidenze d'ordine psicologico dovute alle modificazioni del traffico. Per essere meglio per-

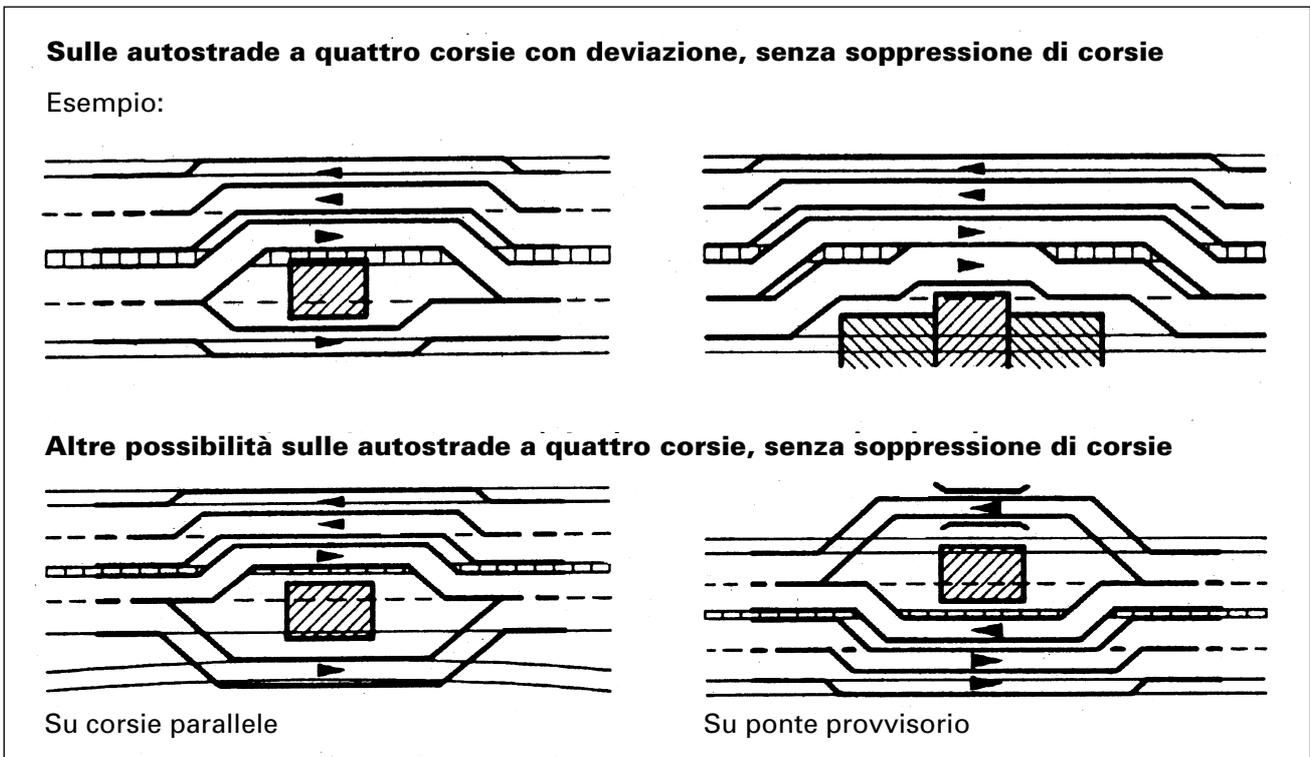
cettibili e assimilabili, i provvedimenti avranno un carattere globale:

- **segnalazioni stradali** (segnali di pericolo, di prescrizione, di precedenza, marcatura delle corsie di circolazione, ecc.).

**Scopo:**

- minimizzare gli effetti negativi dei lavori di rifacimento sul traffico e la sua sicurezza;
- garantire una sicurezza ottimale dei lavori;
- sopprimere le incidenze sulla qualità dei lavori

*Sulle misure per il mantenimento del traffico nelle zone di cantiere su autostrade e semiautostrade, vedi anche il rapporto di ricerca 9/87, VSS.*



*Illustrazione 20: rappresentazione schematica di possibilità diverse di gestione della circolazione su un'autostrada (tratto da AJS/Rapp, pagine 9-10)*

### 2.2.3 Studi di varianti

Inizialmente la scelta dei metodi di costruzione e del tipo d'intervento dipende da criteri tecnici:

- procedimenti di esecuzione;
- istruzioni di messa in opera;
- istruzioni di preparazione dei materiali.

Nel caso dello studio preliminare dell'organizzazione dei lavori e dell'analisi di fattibilità delle varianti, possono entrare in gioco altri elementi, come:

- i criteri di sicurezza del traffico;
- i costi diretti;
- i costi a carico degli utenti della strada e il consumo energetico.

Tra i fattori influenti troviamo ad esempio:

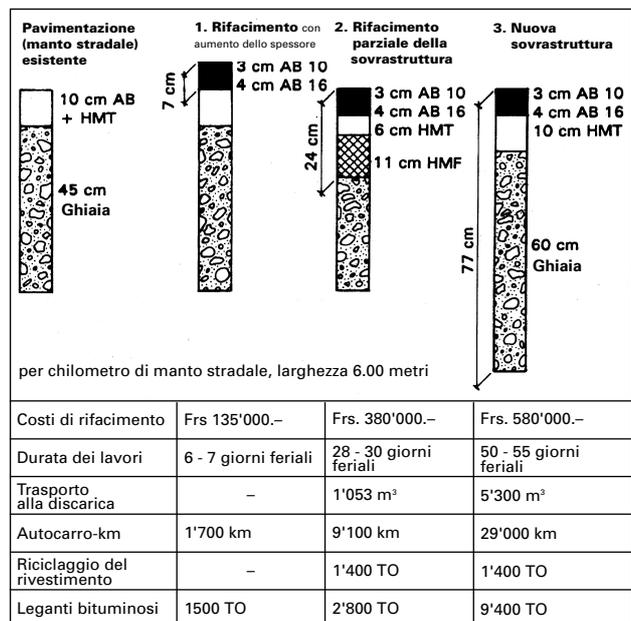
- la pianificazione degli interventi (dipende dal volume del traffico, da differenti possibilità di esecuzione dei lavori di manutenzione e anche dalle possibilità di gestione della circolazione);
- la capienza delle vie di circolazione provvisorie nella zona di cantiere;
- la gestione della circolazione;
- l'importanza delle zone e dei lotti di cantiere;
- la disponibilità di personale e di materiale;
- la durata dei lavori;
- la data dei lavori.

L'illustrazione qui accanto mostra, sotto forma di esempio, due possibilità di rinforzo di una struttura che si equivalgono dal punto di vista tecnico, e che possono essere comparate a una nuova costruzione. Questo confronto evidenzia chiaramente come la soluzione «rifacimento in superficie» comporti costi minori di risanamento e un minor carico ambientale rispetto al rifacimento parziale della struttura. Quest'ultima soluzione presenta invece evidenti vantaggi rispetto alla soluzione «nuova costruzione».

**Esempio** (vedi illustrazione 21):

- *Tipo di strada: due corsie di circolazione nei due sensi.*
- *Sovrastuttura: calcestruzzo bituminoso su fondo di ghiaia.*
- *Motivo della messa in opera del cantiere: rinforzo.*
- *Soluzioni possibili:*
  1. *rifacimento della superficie (strato di 7 cm di calcestruzzo bituminoso);*
  2. *rifacimento parziale della sovrastruttura (fresatura profonda 24 cm e posa di un nuovo manto AB, HMT e HMF);*
  3. *nuova costruzione (evacuazione della sovrastruttura e nuova posa, ad esempio, di ghiaia, HMT e AB = 77 cm).*
- *Varianti per la gestione della circolazione:*
  - *senza invadere la corsia opposta;*
  - *con invasione della corsia opposta di circolazione;*
  - *diminuzione del numero di corsie in rapporto al volume del traffico;*
  - *traffico alternato;*

Da sottolineare, per ogni variante le differenze nella durata dei cantieri e le restrizioni più o meno importanti per il traffico. Per l'esecuzione è stata ritenuta la soluzione «rifacimento in superficie».



**Illustrazione 21:** possibili varianti per un rifacimento della sovrastruttura

Fonte: Jules Egli S.A., (construction de routes) costruzioni stradali, Wetzikon

### 2.2.4 Mantenimento in funzione delle condotte industriali

Durante ogni lavoro di manutenzione, il funzionamento delle condotte industriali deve essere assicurato. A questo effetto, le tappe di lavoro si svolgeranno in un primo tempo nel seguente modo:

- ricerca dei piani corrispondenti, determinazione delle condotte intaccate;
- definizione delle competenze e chiarificazione della situazione giuridica;
- coordinamento degli interventi previsti con le autorità competenti;
- inventario dei desiderata e delle esigenze;
- presa in considerazione delle possibilità e dei limiti (condizioni locali).

Si sceglierà per ogni caso la soluzione più funzionale.

Bisognerà coordinare gli spostamenti delle condotte e riportarle su un piano che rappresenterà il progetto e anche le zone limitrofe. Questo piano comprenderà:

- le condutture industriali esistenti (situazione e livelli), i cavi dell'alta tensione, le tubazioni elettriche, gas, acqua potabile, acque scure, delle PTT, dell'esercito, ecc.;
- le condutture industriali da spostare;
- le nuove condutture industriali.

Sondaggi si rivelano necessari in caso di dubbio sulla posizione esatta di una canalizzazione o conduttura. È assolutamente indispensabile assicurarsi che le condutture siano state poste fuori servizio prima dell'inizio dei lavori.

### 2.2.5 Stima dei costi

È praticamente impossibile, a partire da criteri economici, formulare un giudizio definitivo sui vantaggi di tale o talaltro metodo di costruzione. I costi della costruzione stradale (come pure le spese d'esercizio) dipendono da molti fattori legati al caso concreto da analizzare.

In generale, il livello dei costi di una costruzione e le spese d'esercizio dipendono:

- dal progetto, cioè dal genere di progetto, dal grado di difficoltà e dell'importanza dell'intervento previsto;
- dal luogo, rispettivamente dalla regione dove il progetto si realizza, cioè dai fattori locali o regionali che influiscono sul costo dei lavori;
- dal periodo in cui il progetto si realizza;
- dal volume del traffico;
- dalla situazione congiunturale.

La ricapitolazione dei costi delle strade a forte intensità di traffico, progettate o eseguite, facilitano l'elaborazione di nuovi progetti; queste ricapitolazioni devono fare riferimento a regioni rappresentative e indicare i prezzi di base.

Tappe del progetto	Informazione fornita dal progettista	Ricapitolazione dei costi	Informazione fornita dall'esecutore
Studio preliminare	Soluzioni possibili →	Bilancio dei costi	
Progetto di massima	Analisi dei problemi Varianti (Studio di pianificazione) →	Valutazione dei costi	
Progetto generale	Studio di dettaglio (Progetto definitivo, progetto generale) →	Preventivo	
Preparazione Acquisizione	Offerte	Livello dei costi in base alle offerte	← Calcolazione delle offerte
Realizzazione	Piani esecutivi (Progetto esecutivo)	Livello dei costi in base alle offerte	← Lavori da eseguire secondo contratto ← Lavori supplementari ← Lavori a regia ← Rincarato
Messa in opera	Calcolo definitivo	Costo definitivo del progetto	← Liquidazione finale

Illustrazione 22: ricapitolazione dei costi nello svolgimento della fase progettuale

Fonte: R. Berger, Costi dei progetti di costruzione, CRB, 1988

I costi globali devono comprendere la totalità delle spese, ad esempio, l'acquisto dei terreni, i noleggi, i raccordi, gli spostamenti delle condutture industriali, l'illuminazione, la segnaletica, ecc.

Si potranno ad esempio valutare i costi della costruzione nel modo seguente:

- costi della costruzione stradale;
- opere di soprastruttura;
- lavori di adattamento;

- installazioni annesse;
- installazioni elettromeccaniche;

prendendo in considerazione l'incidenza del metodo di costruzione, del dimensionamento della soprastruttura stradale e del volume del traffico.

Si dovranno pure considerare i costi conseguenti in relazione alla longevità dei rifacimenti realizzati.

### 2.2.6 Criteri di valutazione

I seguenti criteri sono di aiuto nell'elaborazione di una strategia d'intervento:

#### **Fattibilità**

- probabilità di realizzazione (situazione politica favorevole).

#### **Realizzazione**

- costi degli investimenti (Fr);
- installazione del cantiere (m<sup>2</sup>);
- conteggio della massa (m<sup>3</sup>);
- gestione del traffico durante la fase dei lavori (km di cantiere paralleli al traffico);
- restrizioni del traffico;
- costi dovuti agli ingorghi - costi degli incidenti.

#### **Esercizio**

- costi d'esercizio e di manutenzione (Fr/anno sulla base di valori di riferimento);
- flessibilità della gestione (possibilità di deviazione agli incroci e sulle tratte).

#### **Traffico**

- traffico generale (TGM - traffico annuale);
- curve caratteristiche di variazione, annuali e settimanali;
- traffico giornaliero sull'arco di 24 ore;
- traffico nelle ore di punta;
- parte del traffico pesante;
- traffico estivo;
- velocità.

#### **Traffico individuale**

- abitanti (THD traffico orario determinante); carico ammissibile della tratta;
- turisti (THP traffico orario di punta); capienza della tratta.

#### **Traffico misto**

- traffico locale;
- traffico di ciclisti;

- traffico agricolo;
- ecc.

#### **Ambiente**

- rumore;
- igiene dell'aria;
- acque scure;
- discariche;
- ambiente circostante;
- risorse.



## 3. Fase della progettazione

---

<b>3.1</b>	<b>Principi di base</b>	37
<hr/>		
<b>3.2</b>	<b>Gestione della circolazione, della sicurezza e del funzionamento</b>	37
3.2.1	Generalità	37
3.2.2	Tecniche di gestione della circolazione	40
<hr/>		
<b>3.3</b>	<b>Procedimenti d'esecuzione</b>	51
3.3.1	Procedimenti	51
3.3.2	Attrezzature e installazione del cantiere	54
3.3.3	Conseguenze ambientali	58
3.3.4	Condutture industriali	60
3.3.5	Esigenze di qualità	61
3.3.6	Garanzie di qualità	64
<hr/>		
<b>3.4</b>	<b>Svolgimento dei lavori</b>	67
3.4.1	Misure di sicurezza	67
3.4.2	Esecuzione dei lavori in tappe	71
3.4.3	Orari di lavoro	72
<hr/>		
<b>3.5</b>	<b>Stima dei costi</b>	73
3.5.1	Suddivisione secondo CPN 2000	73
3.5.2	Maggior costo dovuto ai lavori svolti durante le ore di traffico	74
3.5.3	Esattezza	74
3.5.4	Imprevisti	74

---



### 3.1 Principi di base

Un volume di traffico in costante aumento e la preoccupazione di garantire la viabilità delle strade a forte traffico richiedono, per poter assicurare il loro mantenimento e rinnovamento, metodi di costruzione e procedimenti di esecuzione ottimali.

La sicurezza del traffico e quella dei lavori, nonché il mantenimento nella misura del possibile di una circolazione fluida, esigono un'attenzione tutta particolare.

Le conoscenze accennate nel capitolo 2 saranno applicate e studiate in dettaglio durante la fase di progettazione.

*«Nella fase di progettazione, gli adattamenti e spostamenti delle corsie di circolazione e, se è il caso, di altri mezzi di trasporto, sono rappresentate in scala appropriata. I piani contengono gli elementi essenziali del tracciato durante la fase di costruzione e illustrano la gestione della circolazione e le misure di sicurezza previste. Queste ultime comprendono i pannelli indicatori, segnali, segnali luminosi, segnalazioni orizzontali, deviazioni, protezioni, illuminazioni come pure accessi e uscite del cantiere».*

Fonte: VSS/SN

La scelta dei metodi di costruzione da utilizzare per i lavori di manutenzione e rinnovamento dipendono anche dalle informazioni ottenute durante la fase di pianificazione. La scelta dipende anzitutto da criteri d'ordine tecnico e dalle tecniche di sicurezza.

Si considereranno anche gli aspetti economici e ecologici.

### 3.2 Gestione della circolazione, della sicurezza e del funzionamento

#### 3.2.1 Generalità

Il principio fondamentale che regge la gestione della circolazione, la sicurezza e il funzionamento dei cantieri si enuncia come segue:

**Le conseguenze negative per il traffico e la sua sicurezza provocate dai lavori di manutenzione e rinnovamento devono essere ridotte al minimo.**

Nel corso dello studio delle misure da prendere in conto attenzione particolare va data ai seguenti punti:

- il cantiere deve adattarsi alle esigenze del traffico;
- la gestione della circolazione e l'organizzazione dei lavori sono strettamente legate. Ogni misura prevista in un qualsiasi campo influirà sull'altro;
- la sicurezza degli utenti della strada e dei lavoratori deve essere assicurata in modo ottimale tramite una scelta giudiziosa del metodo di costruzione;
- il metodo di costruzione prescelto deve garantire un'esecuzione di qualità ineccepibile e a regola d'arte;
- la sicurezza del traffico e delle persone sul cantiere deve essere assicurata con metodi appropriati (barriere di sicurezza, passerelle di sicurezza, ecc.);
- i dispositivi di sicurezza e di segnaletica devono permettere all'utente della strada di vederli e riconoscerli in tempo per poter reagire.

**Basi legali relative alle restrizioni della circolazione in funzione alla manutenzione:**

- Legge sulla circolazione stradale del 10.5.58, art. 2, 3 e 4
- Ordinanza sulla segnaletica stradale del 5.7.79, art. 72 e 107
- Legge federale sulle strade nazionali del 8.3.60, art. 2, 3, 4, 42 e 49
- Ordinanza sulle strade nazionali del 24.3.63, art. 39, 49, 50 e 51
- Ordinanza federale sulle strade a transito intenso del 6.6.83, art. 1.

Qui sotto sono rappresentate schematicamente le principali tappe dello svolgimento della progettazione della gestione della circolazione. L'illustrazione riassume gli approfondimenti specifici derivati dalle informazioni ottenute in fase di progetto di massima.

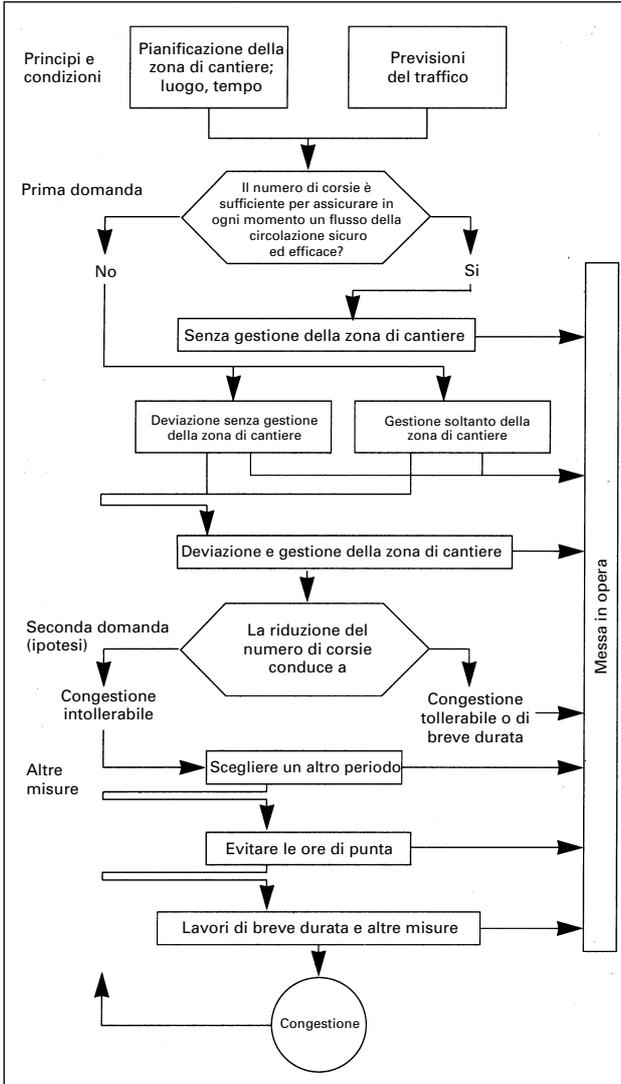


Illustrazione 23: schema sommario dello svolgimento di un progetto di gestione della circolazione (secondo OCDE-VSS N° 202, 1990)

Molti sono i criteri e le esigenze che determinano la preparazione e la presentazione del capitolato e dei documenti annessi (ad esempio piani speciali per l'impostazione del traffico e della segnaletica):

- Ridurre al minimo la durata dei cantieri che comportano degli ostacoli al traffico.
- Installazione di segnaletica insufficienti provocano sovente incidenti nelle adiacenze dei cantieri.

La sicurezza nella zona di cantiere non dipende unicamente da una segnaletica posata correttamente e ben visibile, ma anche dalla scelta del materiale utilizzato.



Illustrazione 24: segnaletica con sicurezza laterale insufficiente



Illustrazione 25: tracciato inadatto della segnaletica orizzontale = aumento del rischio di incidenti

- Anche i cantieri di breve durata richiedono un'attenzione particolare. La loro segnaletica deve essere disposta con molta cura, perché gli automobilisti abituati ai luoghi sono spesso colti di sorpresa da questi cantieri e possono reagire bruscamente ed in modo inatteso.
- Esistono numerose tecniche di gestione della circolazione per cantieri di lunga durata:
  - la soppressione delle vie di circolazione de-

ve essere limitata; necessita una lunga preparazione, specialmente per la messa appunto della segnaletica;

- delle vie di circolazione supplementari possono essere create sulla corsia d'emergenza o su quella centrale;
- il restringimento delle vie di circolazione permette di mantenere la capacità del traffico contribuendo anche a diminuire la velocità;
- nel caso di strade con separazione dei due sensi di circolazione si ricorre quasi sempre a una corsia di contromano.

VSS 640 885 a  
«Segnaletica temporanea su autostrade e semi-autostrade»

- Raramente si procede a una deviazione del traffico sulla rete secondaria (intralcio, rischio di incidenti elevato):
  - il traffico alternato su una sola corsia può essere preso in considerazione soltanto per brevi periodi e in caso di debole circolazione;
  - le riduzioni di velocità imposte sono spesso esagerate e sono la causa principale degli ingorghi. Devono essere adattate al sistema di gestione della circolazione.
- Le persone incaricate dell'organizzazione della circolazione e della sicurezza del traffico saranno designate con il loro nome. Le loro responsabilità e competenze devono essere chiaramente definite.
- L'impiego di nuovi procedimenti, attrezzature e tecnologie (ad esempio elementi prefabbricati) contribuisce a ridurre la durata dei cantieri. Ciò può tuttavia comportare un aumento dei costi che sarà però compensato da una diminuzione del numero degli incidenti e delle loro conseguenze finanziarie.
- Nel caso di un volume importante di traffico, con rischio di ingorghi, si ricorre sempre più al lavoro notturno, che esige precauzioni particolari nei confronti di confinanti e lavoratori e necessita di convenzioni e accordi finanziari specifici.
- Il coordinamento della lunghezza dei cantieri e la loro distanza devono essere pianificati con attenzione per evitare un accumulo di ostacoli sugli assi stradali interessati.
- Nella misura del possibile conviene ridurre la larghezza delle corsie piuttosto che sopprimerne, onde evitare gli ostacoli al traffico e gli inconvenienti che risultano da un sistema a senso unico o da una deviazione.

- In tutti i casi, le disposizioni prese dovranno essere chiare, visibili in lontananza e adattate ad ogni situazione.

**Vantaggi del lavoro notturno:**

- meno ostacoli e ritardi per gli utenti;
- possibilità di estendere i cantieri e di eseguire simultaneamente lavori diversi;
- orari di lavoro più lunghi, meno interruzioni, meno interferenze con il traffico, temperatura più regolare;
- impegno della capacità totale delle installazioni e miglior rendimento dei trasporti in seguito alla diminuzione degli ingorghi agli accessi dei cantieri;
- tempi di messa in opera più corti.

**Svantaggi del lavoro notturno:**

- aumentato pericolo di notte a causa di eccessi di velocità, guida in stato di ebbrezza (alcool, droga), stanchezza, disattenzione, visibilità ridotta e ostacoli inattesi;
- riduzione della visibilità dei lavoratori malgrado un'illuminazione supplementare, specialmente per lavori che esigono una buona visibilità
- reazione negativa degli abitanti al rumore nelle zone residenziali;
- problemi di personale, difficoltà di assunzione o di adattamento al lavoro notturno;
- in caso di guasto alle macchine, difficoltà a eliminarle o a ripararle;
- problemi di fornitura di materiale in caso di chiusura notturna delle imprese e difficoltà a sollecitare i servizi pubblici (acqua, gas, elettricità, ecc.);
- qualità di esecuzione meno buona, specialmente se la mano d'opera è messa sotto pressione per concludere i lavori prima dell'arrivo del traffico di punta mattutino.

Nonostante i numerosi svantaggi citati sopra, si ritiene che con maggiore esperienza e grazie a una pianificazione adattata, il lavoro notturno può rappresentare una soluzione valida per certi lavori. Il lavoro notturno si avvera essere più un problema di società che non di organizzazione e gestione.

*Illustrazione 26: problematica del lavoro notturno (tratto dal rapporto OCDE 1989)*

### **3.2.2 Tecniche di gestione della circolazione**

Nelle pagine seguenti si descrivono in modo sommario i principali punti in rapporto alla gestione del traffico, e alcuni esempi di lavori realizzati con l'ausilio di fotografie e estratti di piani.

#### **Deviazioni, interruzioni e limitazioni del traffico**

Bisogna accordarsi per tempo con i servizi responsabili sulle eventuali deviazioni o interruzioni del traffico. Le varie possibilità di deviazione verranno rappresentate su piani d'insieme e si studieranno in profondità i problemi che si creeranno; ad esempio il attraversamento delle zone di protezione della falda freatica, le zone industriali importanti, gli ospedali (accessi, pronto soccorso, conseguenze in caso di ingorghi), i trasporti pubblici, ecc.

Dopo l'approvazione del concetto, si tratterà di regolare i dettagli, come le riduzioni della velocità e del peso, la segnaletica, eventualmente un sistema d'allarme, le eventuali domande di autorizzazioni speciali per la modifica della segnaletica esistente. In particolare, nel caso di una modifica importante della segnaletica, bisognerà allestire dei piani d'insieme dettagliati che riproducano la situazione esistente e la segnaletica progettata, e ordinare per tempo il materiale necessario.

Se le misure previste invadono un itinerario di trasporti speciali bisognerà informarne le amministrazioni e industrie interessate, e se necessario, prevedere degli itinerari di ripiego.

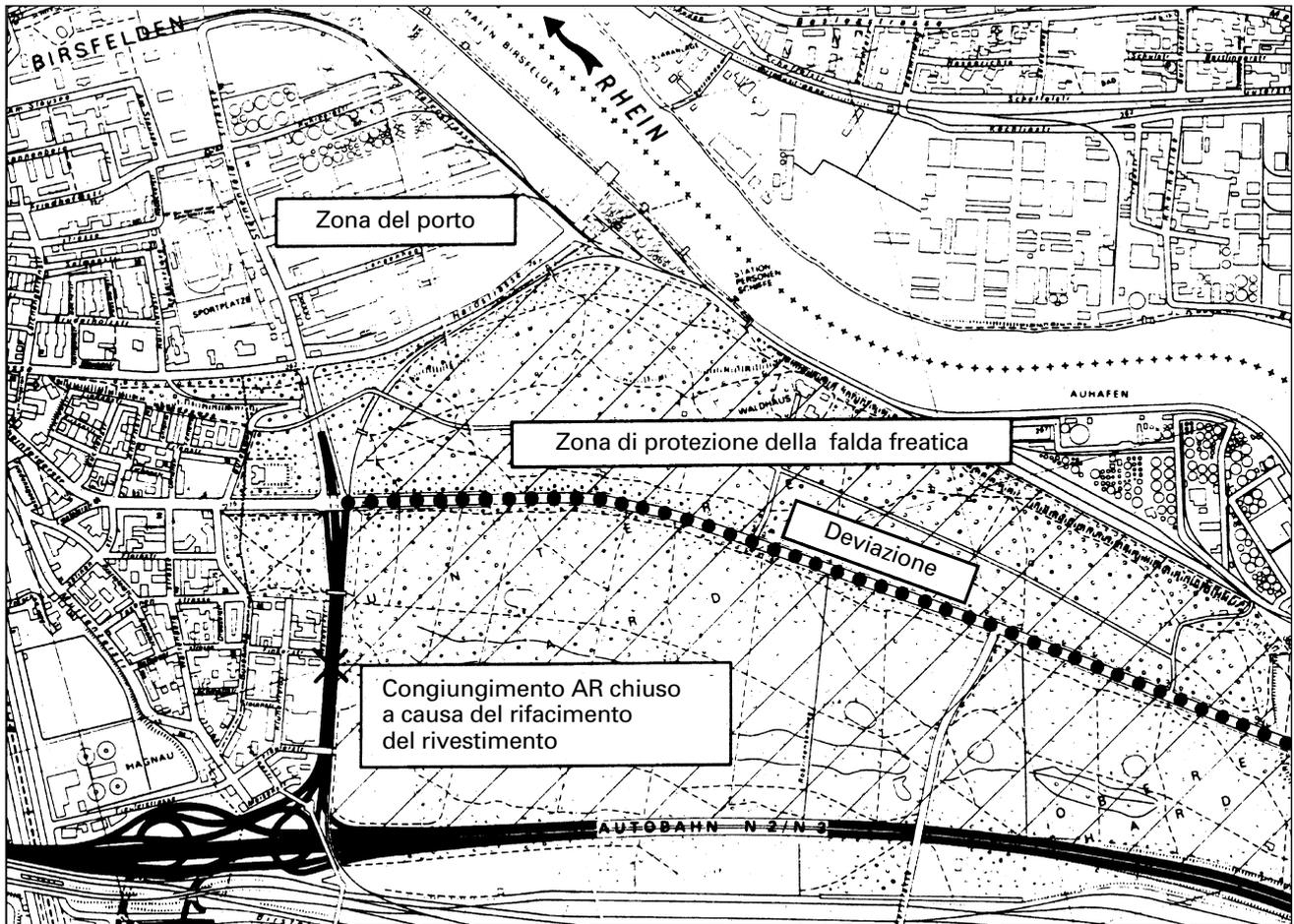


Illustrazione 27: deviazione per trasporti speciali in seguito a lavori sulla N2



Illustrazione 28: cartelli indicatori di deviazione per la modifica d'itinerario rappresentata nell'illustrazione 27

**Passaggi provvisori e definitivi sulla banchina centrale**

Un'importanza particolare va data alla geometria, all'inclinazione e all'ubicazione dei passaggi provvisori sulla banchina centrale, per garantire la fluidità del traffico.

L'attraversamento verrà dimensionato in funzione della velocità prevista dal progetto e dalla ubicazione sul tracciato; questo attraversamento dovrebbe essere adattato ad una velocità di 80 km orari. Le dimensioni indicate nella letteratura specializzata hanno valore di direttiva.

Un passaggio provvisorio dovrebbe essere realizzato con un minimo di mezzi e nei tempi più brevi, rispettando comunque le condizioni limite enunciate, specialmente riguardo alle inclinazioni e alle esigenze di sicurezza (inizio e fine della barriera di sicurezza).

I passaggi provvisori sulla banchina centrale verranno soppressi alla fine del cantiere (pianificare le necessarie interruzioni del traffico).

In caso di creazione di un passaggio definitivo sulla banchina centrale, bisognerà studiare con molta cura dettagli come, ad esempio, l'evacuazione dell'acqua, eventualmente delle griglie di raccolta dell'acqua, le bordure, le barriere di sicurezza smontabili e i loro raccordi, gli scarichi, ecc.

A seconda delle condizioni locali si dovranno ingrandire, in modo provvisorio o definitivo, i passaggi esistenti facendo attenzione alla presenza di cavi, di pozzi, di canalizzazioni per l'evacuazione dell'acqua, di pali. Le inclinazioni esistenti, le fondazioni dei pilastri, di barriere smontabili o la presenza di canali di scolo creano spesso delle difficoltà.

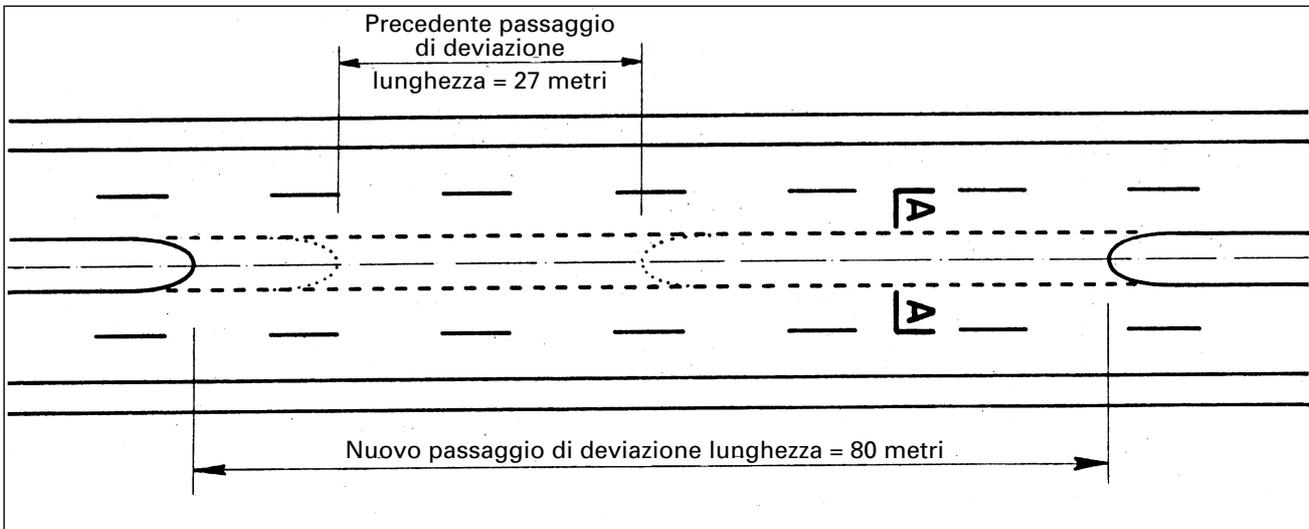
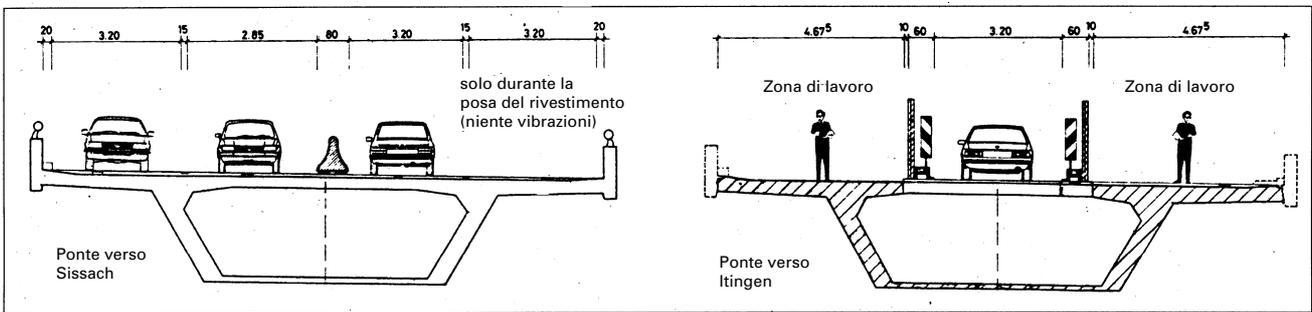
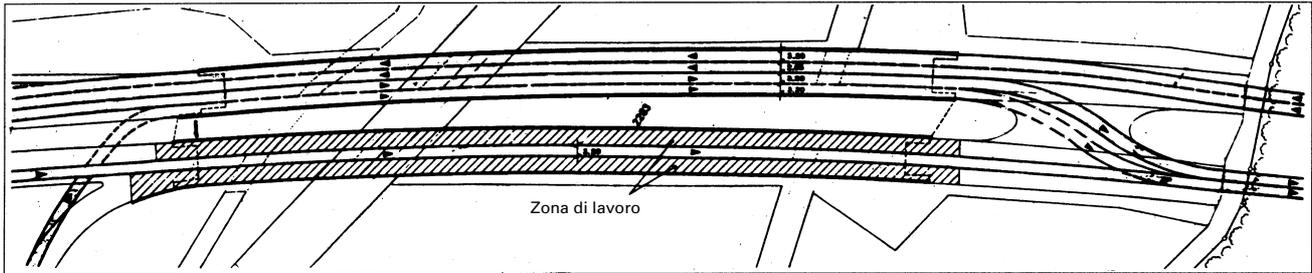


Illustrazione 29: adattamento di un passaggio esistente sulla banchina centrale esistente a velocità più elevate



**Gestione della circolazione**

*Fase d'esecuzione 1*



*Fase d'esecuzione 2*

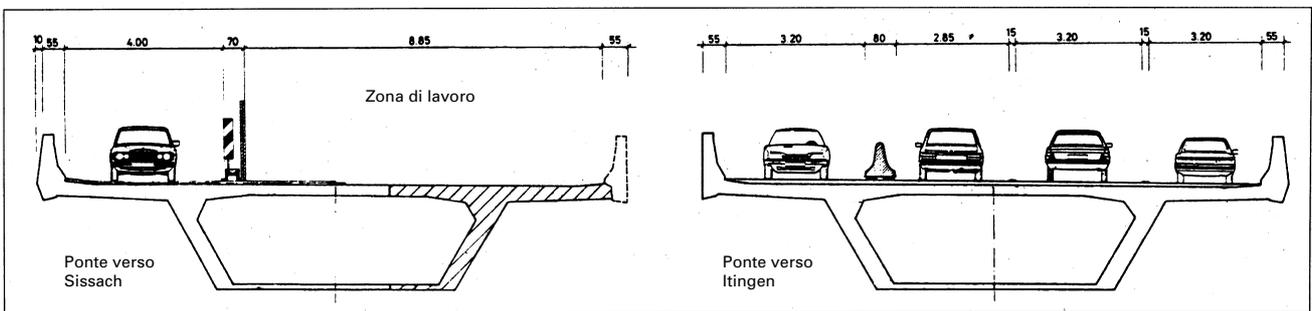
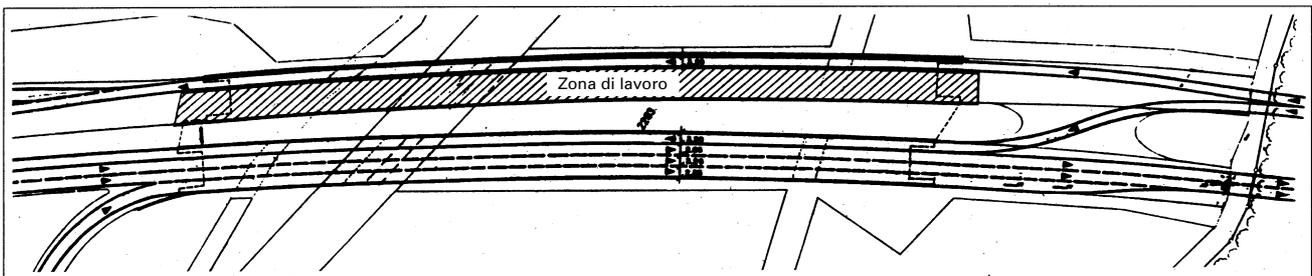


Illustrazione 31: rappresentazione dei tracciati per fasi diverse d'esecuzione

### Segnaletica temporanea dei cantieri

La norma VSS SN 640 885a regola la segnaletica di restringimento e di ostacoli di durata limitata sulle autostrade e semiautostrade. Si applica principalmente ai cantieri e ai lavori di rifacimento. I principi enunciati in questa normativa, in particolare in ciò che concerne i limiti di velocità e le distanze da rispettare tra ogni segnaletica, si riferiscono allo stato delle conoscenze del 1975.

Da allora, si pensa sempre più a mettere in pratica le esperienze acquisite durante la gestione di cantieri su strade in esercizio, (rispetto dei limiti di velocità, incidenti, ecc.).

La norma autorizza in principio l'uso di una segnaletica diversa da quella definita dalla legge (paragrafo B9, eccezioni). Ma bisogna assicurarsi per ogni caso della conformità giuridica di tali eccezioni, per esempio con i competenti organi di polizia.

In questo contesto, ci si riferirà alle ricerche attualmente in corso (capienza delle strade a forte circolazione in caso di soppressione delle corsie di circolazione) come pure al progetto di creare una «guida per la segnaletica dei cantieri».

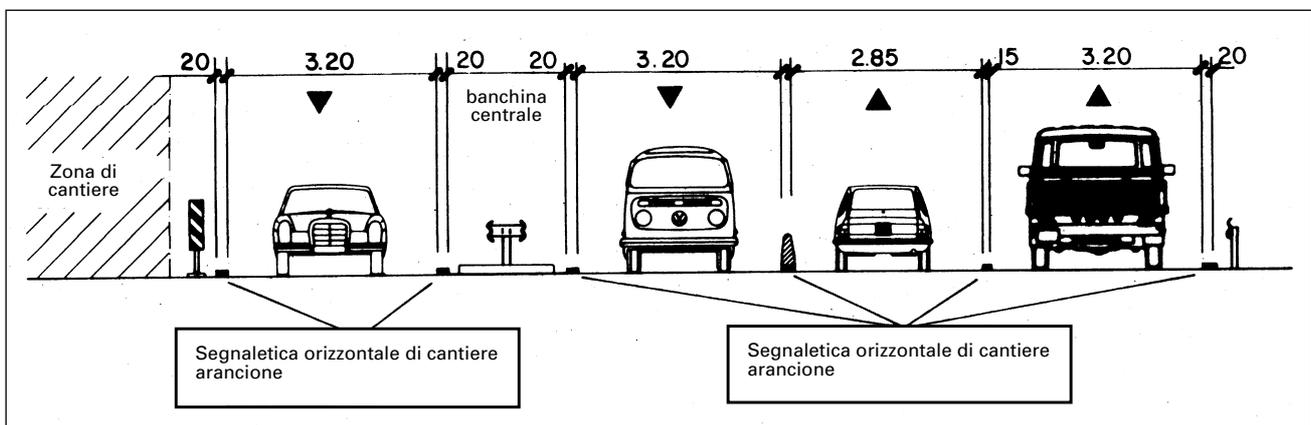


Illustrazione 32: segnaletica provvisoria di cantiere, esempio dove la segnaletica non corrisponde alle direttive della VSS

I piani di segnaletica e di segnaletica orizzontale devono essere approvati dalle istanze cantonali responsabili.

L'ubicazione della nuova segnaletica deve corrispondere alle esigenze del committente o alle norme VSS. Per verificare la leggibilità della nuova segnaletica, e se non nasconde altri cartelli importanti e segnali esistenti, si procederà controllando sul posto le disposizioni prese, o con l'aiuto di un filmato video preso dal posto del conducente.

I piani di segnaletica orizzontale devono essere tracciati in modo da permettere un'esecuzione più rapida possibile dei lavori sulla strada in esercizio. È quindi importante indicare su questi piani punti di riferimento facilmente reperibili, come pietre miliari, inizio o fine dei muri di sostegno ecc. e dare indicazioni nel senso della larghezza rispetto a elementi visibili sul terreno.

Queste indicazioni spesso mancano e i pittori riscontrano difficoltà nel tracciare la segnaletica orizzontale sul campo stradale. La direzione dei lavori deve controllare il tracciamento della segnaletica orizzontale (controllo delle larghezze) prima di autorizzarne l'esecuzione (esempio, incollatura delle bande arancioni).

L'impianto effettivo della segnaletica deve essere rilevato con precisione e riportato su un documento. Può avere grande importanza per stabilire delle prove e controllare le affermazioni in caso d'incidente.



*Illustrazione 33: lavori di segnaletica orizzontale su strade in esercizio*

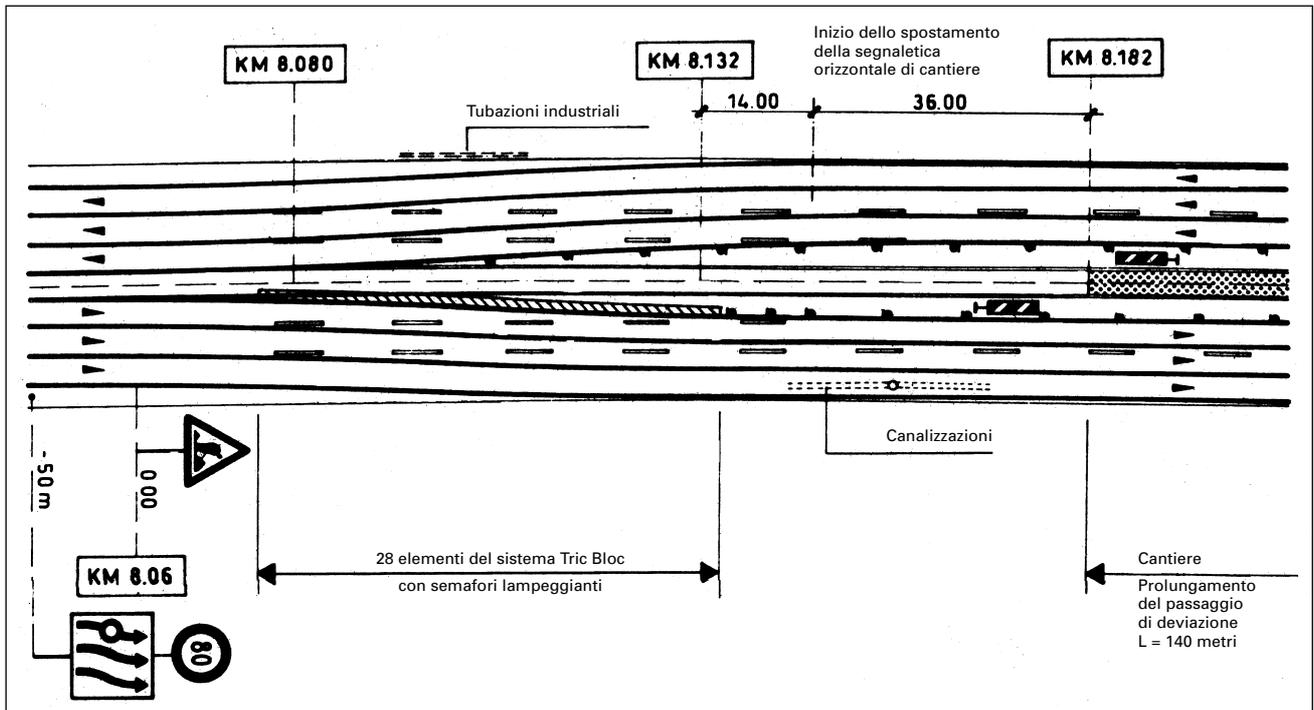


Illustrazione 34: piano di segnaletica e segnaletica orizzontale per un cantiere protetto dagli elementi Tric-Bloc



Illustrazione 35: veduta del cantiere in fase esecutiva come descritto sopra

### Esecuzione della segnaletica e della segnaletica orizzontale

In linea di massima la segnaletica verrà realizzata seguendo le norme VSS attualmente in vigore. La sua installazione non deve compromettere la sicurezza sull'autostrada, ragione per cui i supporti della segnaletica non protetti da una barriera di sicurezza devono poter essere rovesciati o divelti in caso di urto.

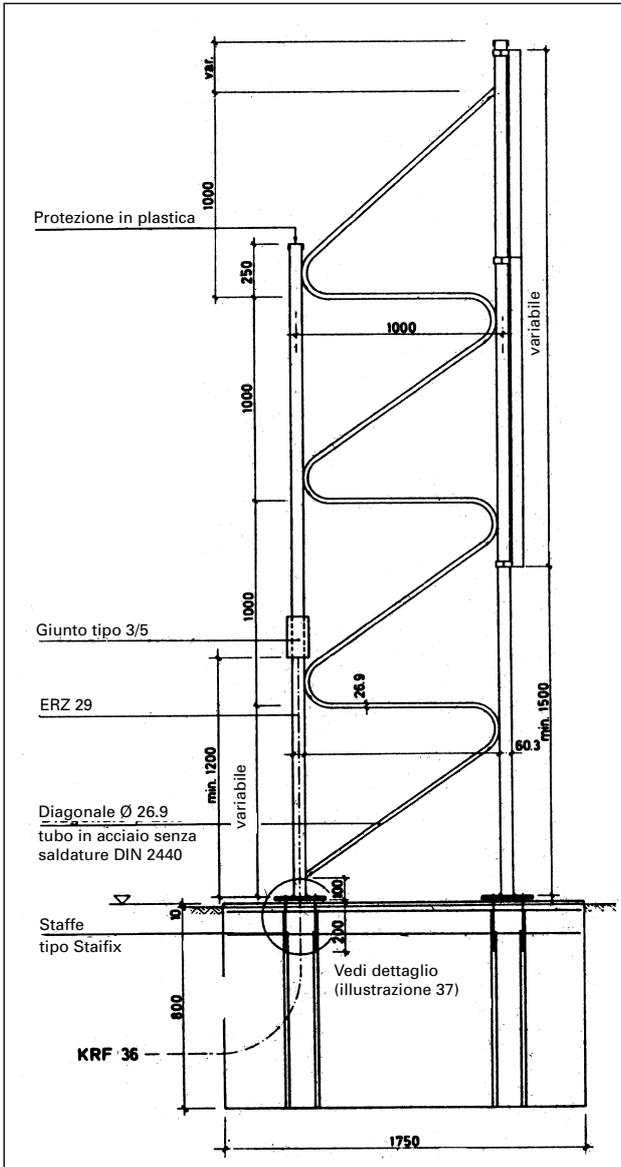


Illustrazione 36: supporto rovesciabile del cartello di segnaletica

D'altra parte bisogna rispettare le distanze minime di sicurezza rispetto alla segnaletica orizzontale laterale. Dove è necessario, nuovi cartelli verranno illuminati. Bisogna quindi prevedere degli allacciamenti elettrici. Bisogna verificare anche la larghezza dei pannelli (ad esempio sulla banchina centrale). Si deciderà il tipo di fissaggio dei cartel-

li sui muri di sostegno, sulle barriere di sicurezza, sui parapetti dei ponti e sulle banchine centrali; bisognerà dimensionarli, disegnarli e ordinarli per tempo. Tutti i fissaggi verranno dimensionati in funzione della pressione del vento. Costruzioni mal ancorate o troppo deboli possono mettere in grave pericolo gli utenti della strada.

In ogni caso bisogna evitare di sommergere l'automobilista con un numero spropositato di cartelli e informazioni.

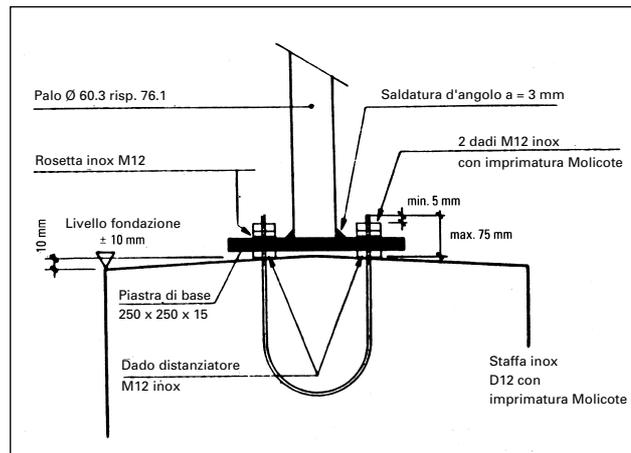


Illustrazione 37: dettaglio di fissaggio nel suolo

### Segnaletica orizzontale

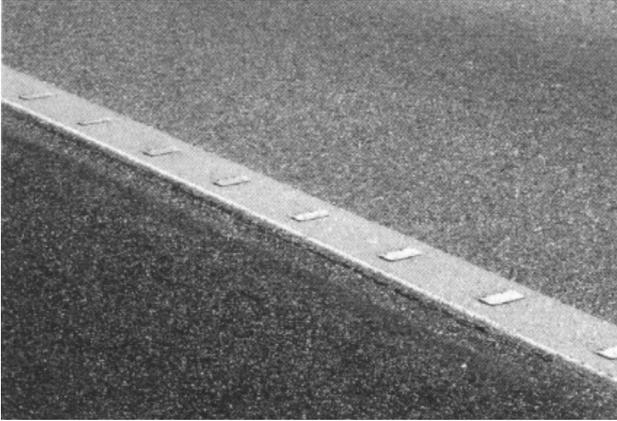
È d'uso in Svizzera realizzare la segnaletica orizzontale provvisoria con l'incollatura di bande riflettenti arancioni o con bottoni riflettenti.

Bisogna studiare con cura la segnaletica orizzontale nelle zone non autorizzate al traffico per non indurre l'automobilista in errore. Freccie arancioni su fondo nero contribuiscono eventualmente a guidare il conducente.

In Svizzera e in Germania si effettuano continuamente prove con nuovi materiali. Le varie prove dimostrano che è difficile soddisfare a varie importanti condizioni limite. Ad esempio:

- visibilità ottimale di giorno, di notte e con la pioggia;
- buona aderenza (perchè fare riparazioni è molto complicato durante l'uso della strada);
- rimozione facile per non intralciare il traffico durante i lavori di smantellamento e per non rovinare il rivestimento;
- fabbricazione e eliminazione senza danni per l'ambiente.

Nel Cantone di Basilea-Campagna e in Germania, l'applicazione di piccole strisce trasversali sulle bande di segnaletica orizzontale arancioni si sono rivelate molto utili (migliore visibilità, percezione acustica quando si tocca la striscia).



*Illustrazione 38: banda segnaletica orizzontale arancione riflettente con strisce trasversali*

### **Barriere**

Oltre alla segnaletica e alla segnaletica orizzontale bisogna prevedere anche le barriere. La larghezza necessaria per la posa delle barriere previste deve essere presa in conto nella sezione trasversale. Strozzature troppo strette, per esempio di una larghezza di meno di 3,20 metri tra pareti in calcestruzzo, desecurizzano l'automobilista che ridurrà la velocità sotto i 60 km orari, ciò che provoca a sua volta un intralcio al traffico.



*Illustrazione 39: variante di segnaletica in caso di traffico bidirezionale*

Ridurre la distanza tra i pali quando la loro altezza non corrisponde alla norma, (1,25 metri), e questo a causa della visibilità ridotta in caso di traffico in colonna.

Tutti i sistemi attualmente disponibili in commercio presentano vantaggi e svantaggi. Nella scelta di un sistema che sia adatto al cantiere progettato, bisogna porsi le seguenti domande:

- sicurezza necessaria, rispettivamente desiderata;
- velocità fissata;
- durata del cantiere;
- visibilità;
- peso degli elementi e principio di montaggio;
- numero di manipolazioni (montaggio/smontaggio);
- manutenzione;
- prezzo d'acquisto;
- possibilità di riparazioni;
- stoccaggio in caso di inutilizzazione (spazio necessario).

Se la pianificazione interviene a tempo, sarà possibile farsi prestare, ad esempio, degli elementi in calcestruzzo da altre imprese o amministrazioni cantonali.

Nel capitolo 3.2.3 vari sistemi sono presentati.

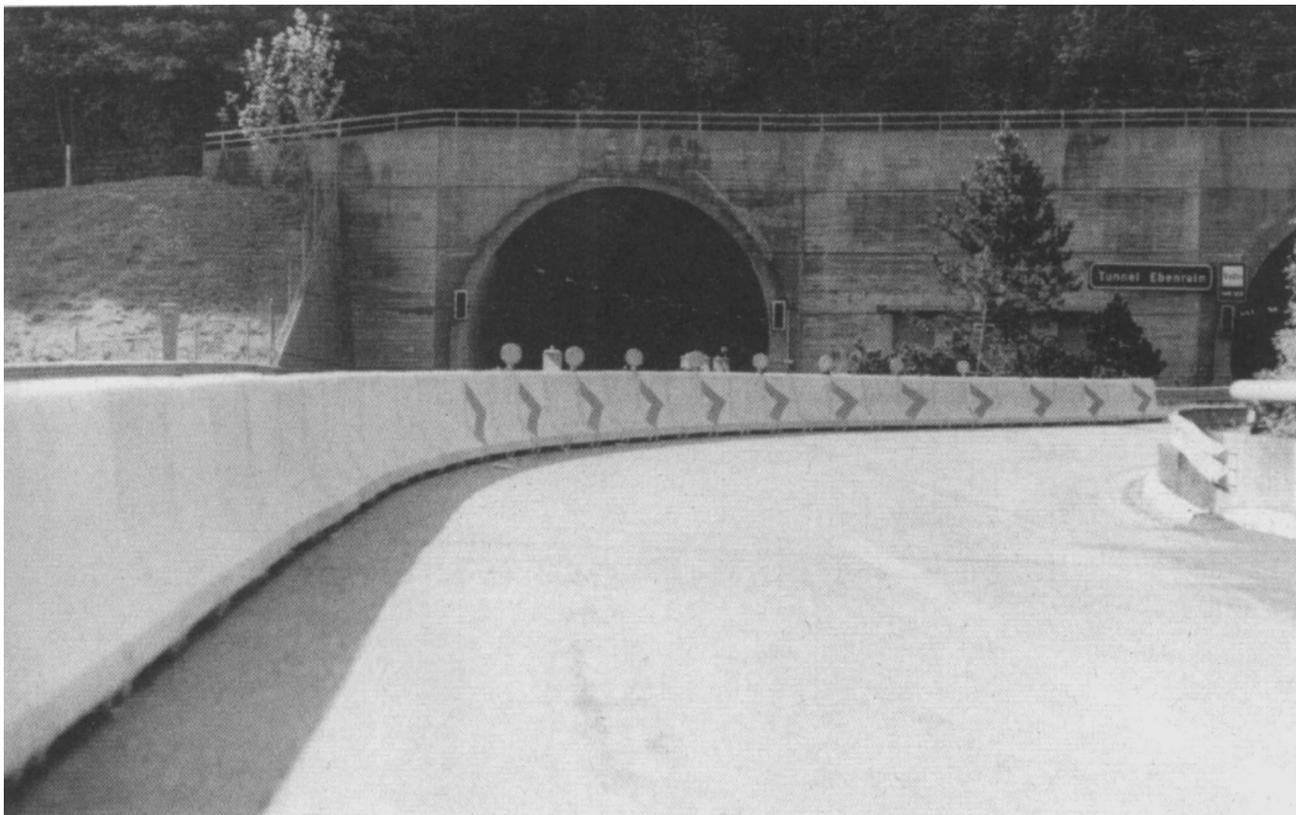


Illustrazione 40: barriera realizzata con elementi Tric-Bloc

### **Corsie d'emergenza provvisorie per veicoli in panne**

Bisogna prevedere delle corsie d'emergenza per veicoli guasti lungo le deviazioni di una certa importanza, soprattutto se sono molto strette.

### **Ponti provvisori**

La sistemazione di ponti provvisori può risultare necessaria nel caso di un cantiere di lunga durata, quando il mantenimento di due corsie di circolazione nei due sensi è impossibile (per esempio assenza di corsie d'emergenza su un ponte). Una tale disposizione richiede uno studio e una pianificazione approfondita.

L'installazione di ponti provvisori può rivelarsi molto costosa (fondazioni, adattamento, manutenzione ecc.) e per questo deve figurare in modo preciso nel calcolo dei costi.

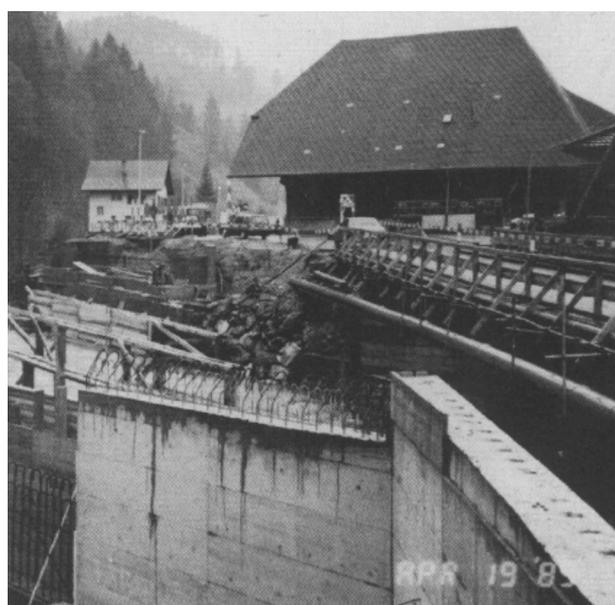
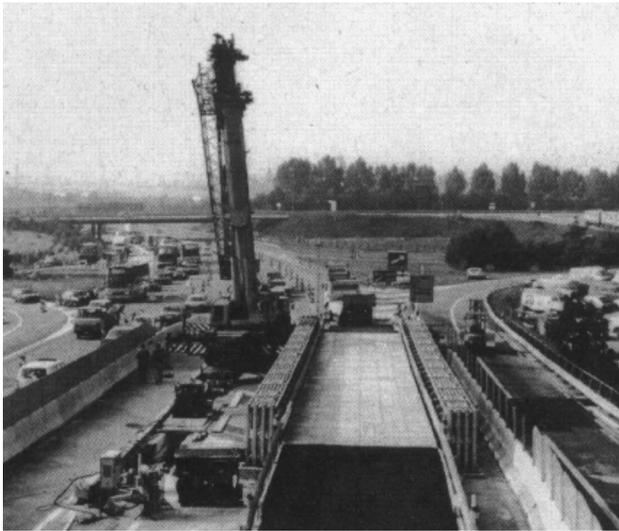


Illustrazione 41: ponte provvisorio su una strada a grande circolazione

Certi lavori speciali non tollerano alcun tipo di vibrazione; in questo caso, un ponte provvisorio può diventare necessario.



*Illustrazione 42: ponte provvisorio su un cantiere della N2*

La decisione di installare un ponte provvisorio verrà presa d'intesa con il committente, considerando gli elementi seguenti:

- intralcio ammissibile del traffico (durata degli ingorghi, spese dovute agli ingorghi);
- garanzia di qualità e procedimenti d'esecuzione;
- durata del cantiere;
- eventuali possibilità di deviazione del traffico;
- possibilità tecniche e posti disponibili.

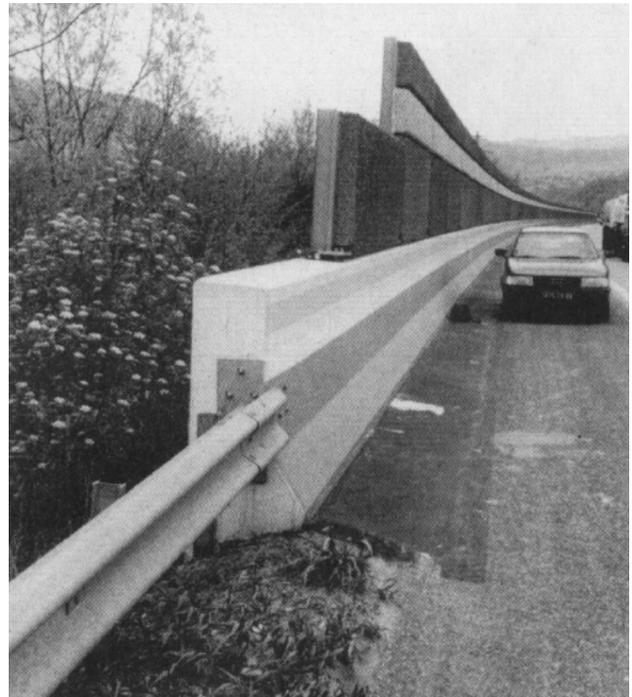
### 3.3. Procedimenti d'esecuzione

#### 3.3.1 Procedimenti

##### Basi

I vari procedimenti di esecuzione si ripartiscono secondo tre categorie:

- 1) costruzioni realizzate sul posto;
- 2) costruzioni prefabbricate;
- 3) costruzioni miste.



*Illustrazione 43: utilizzazione di elementi prefabbricati (parete antirumore posate su elementi New-Jersey)*

In questi ultimi anni si assiste a un importante sviluppo delle tecniche di rifacimento e rinnovamento, specialmente nell'ambito delle sovrastrutture. Da sottolineare, in questo campo, l'efficacia dei procedimenti di rimozione di grandi superfici di rivestimento, di riposa del nuovo manto e, soprattutto del riciclaggio dell'asfalto e del calcestruzzo. Questi procedimenti sono argomento di numerose pubblicazioni. Una descrizione dei metodi d'intervento nel rinnovamento delle strade non rientra nel quadro di questo manuale. In generale ci sono parecchie misure alternative per la manutenzione delle strade in asfalto.

Bisogna dare un'attenzione particolare alle entrate e alle uscite dei cantieri. Il traffico supplementare causato da un cantiere crea problemi nelle zo-

ne abitate. Si deve sempre valutare in che misura sarà necessario installare dei depositi di materiali, e come verranno usati.

La scelta di un procedimento d'esecuzione viene fatta sulla base di uno studio di progetto e una pianificazione efficace e sicura della costruzione e dei lavori, che corrisponda alle prescrizioni vigenti. In più dei temi legati allo **svolgimento del traffico** trattati nei capitoli 2.2 e 3.2, importanti sono le seguenti conoscenze:

**Condizioni di traffico**

- curva media di traffico annuale e settimanale;
- traffico giornaliero (24 ore su 24);
- quota parte del traffico pesante;
- volume del traffico di punta (vacanze, traffico pendolare, fiere, manifestazioni sportive, giorni festivi, ecc.);
- velocità.

La gestione della circolazione ha un ruolo prioritario nel processo di esecuzione.

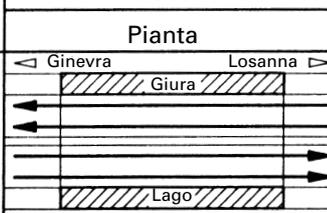
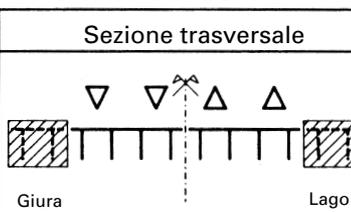
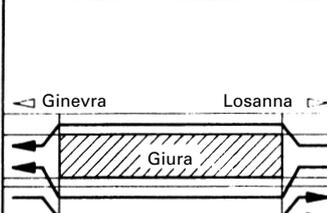
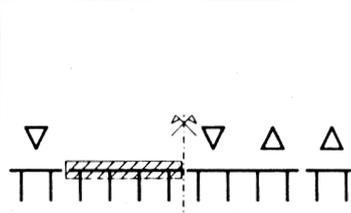
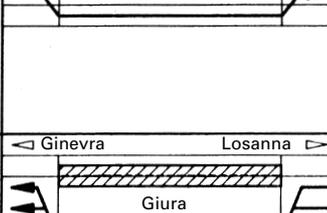
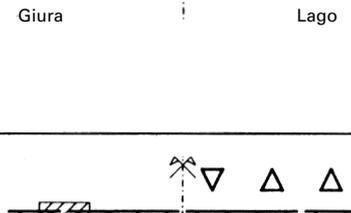
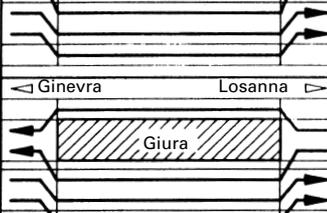
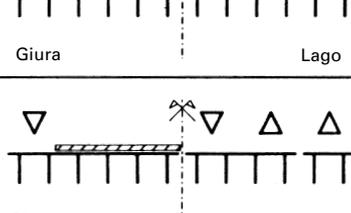
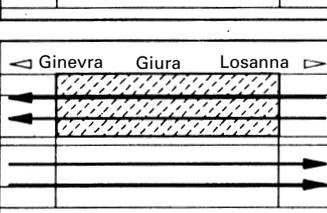
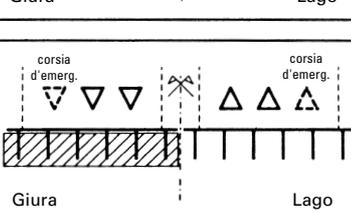
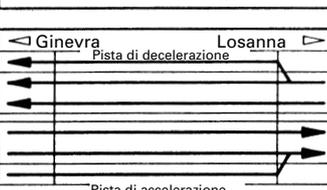
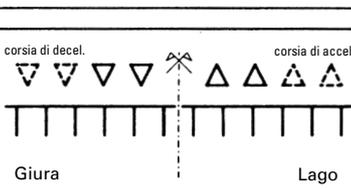
Fasi	Lavori	Gestione + incanalamento del traffico	
		Pianta	Sezione trasversale
1	<p><b>Costruzione di nuove separazioni:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- allargamento delle spalle;</li> <li>- nuove fondazioni + piloni;</li> <li>- nuove sovrastrutture «Jura» + «Lac»;</li> <li>- impermeabilizzazione + rivestimento su nuova carreggiata.</li> </ul>		
2	<p><b>Rifacimento ponte esistente «Jura»:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- piallatura del rivestimento (rimozione pavimentazione + impermeabilizzazione);</li> <li>- demolizione mensole a monte;</li> <li>- precompressione supplementare: lavori preparatori (esecuzione fori, posa + getto delle teste d'ancoraggio);</li> <li>- riparazione delle cerniere «Gerber»: sollevamento trave centrale, rifacimento delle superfici deteriorate, abbassamento trave (consolidamento) collegamento monolitico tramite getto con calcestruzzo;</li> <li>- precompressione supplementare: posa cavi + prima tappa di tesatura;</li> <li>- rifacimento + trasformazione della parte superiore delle spalle esistenti (banchina d'appoggio, vano d'ispezione, appoggi);</li> <li>- getto della soletta e del cordolo centrale;</li> <li>- tesatura definitiva precompressione supplementare;</li> <li>- preparazione collegamento con nuova sovrastruttura.</li> </ul>		
3	<p><b>Collegamento ponte «Jura»:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- esecuzione del collegamento fra nuovo e vecchio manufatto;</li> <li>- posa e sigillatura dei giunti di dilatazione sulle spalle.</li> </ul>		
4	<p><b>Impermeabilizzazione e pavimentazione ponte «Jura»:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- posa impermeabilizzazione e pavimentazione sulla piattabanda esistente e raccordo con la nuova carreggiata.</li> </ul>		
5,6,7 = idem per ponte «Lago»			
8	<p><b>Riparazione parti inferiori ponte «Jura»:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- segnalazione (segnalatica longitudinale) delle corsie provvisorie tenendo conto della posizione dell'impalcatura mobile;</li> <li>- montaggio dell'impalcatura mobile per i lavori sotto il manufatto;</li> <li>- riparazioni delle superfici degradate di calcestruzzo mediante spazzatura, riprofilatura con malta, eventualmente esecuzione di malta spruzzata (gunite), ecc.;</li> <li>- rifiniture diverse sotto il nuovo manufatto «Jura».</li> </ul>		
9 = idem per ponte «Lago»			
10	<p><b>Messa in funzione definitiva dell'opera allargata:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nei sensi delle corsie di circolazione:</li> <li>- due corsie di circolazione 4,00 metri</li> <li>- una corsia di sorpasso 3,62 metri</li> <li>- una corsia d'emergenza 2,50 metri</li> </ul>		

Illustrazione 44: Gestione della circolazione durante i lavori di rifacimento e allargamento di un ponte (Ponts sur l'Aubonne - N1)

**Gli obiettivi prioritari** da conseguire durante lavori sulle strade intensamente frequentate si riassumono come segue:

- capienza;
- sicurezza;
- qualità.

**Condizioni locali**

- rapporti con i proprietari confinanti;
- accessi;
- possibilità locali di deviazione;
- situazione del cantiere;
- genere di sovrastruttura;
- gestione della circolazione;
- canalizzazioni industriali.

**Lavori di costruzione**

- lavori da eseguire (genere e volume);
- riparazioni in lotti (possibilità di esecuzione per tappe);
- suddivisione tra lavori in sito e prefabbricazione (lavori di montaggio);
- assicurazione di qualità;
- metodi di costruzione possibili;
- lavoro di giorno e/o di notte, lavoro di squadra.

**Lavori nelle vicinanze**

Altri cantieri pianificati e operanti simultaneamente che possono influenzare i lavori in corso.

**Esigenze riguardanti la protezione dell'ambiente**

- disturbi;
- emissioni inquinanti (causate dal cantiere e dal traffico).

**Gestione della circolazione**

La scelta della procedura d'esecuzione e la durata degli interventi possono influire sulla gestione della circolazione. Bisogna ad esempio verificare, caso per caso, se la messa in opera di un attraversamento della banchina centrale è giustificato, per mantenere due corsie di circolazione; o se invece, in assenza di rischio di ingorghi, nella zona di cantiere, è meglio circolare su una sola via.

L'installazione di un passaggio sulla banchina centrale è un intervento costruttivo che implica spesso uno strozzamento temporaneo delle corsie di circolazione.

Nella fase di studio del progetto bisogna in particolare tenere conto dei seguenti punti:

- Dipendenza e influenza del traffico di cantiere e gestione del traffico ordinario.

- Gestione del traffico di cantiere:
  - sulla corsia di circolazione normale, cioè con il traffico ordinario;
  - su apposite corsie di circolazione.
- Segnaletica speciale, cartelli d'indicazione ecc.;
- Differenziazione tra traffico unidirezionale e traffico in senso contrario.
- Uscite speciali.

**Organizzazione dei lavori**

L'organizzazione dei lavori risulta dal metodo di gestione della circolazione che si è scelta e dal tipo di costruzione che in una certa misura ne deriva.



Illustrazione 45: programma esecutivo

In generale si fa distinzione tra due tipi di cantiere:

**Cantieri o lavori di breve durata ≤ 1 giorno**

Questo tipo di intervento riguarda tutti i lavori mobili che avanzano lentamente nel senso del traffico, per esempio:

- lavori di pulizia;
- lavori sulla corsia d'emergenza e sulle scarpate;
- lavori di segnaletica;

e i lavori stazionari, per esempio:

- rifacimento dello strato d'usura;
- pulizia di sporchie sulla carreggiata;
- lavori di manutenzione;
- lavori sulle canalizzazioni industriali;
- lavori di misurazione.

### Cantieri o lavori di più lunga durata > 1 giorno

Questi cantieri o lavori sono in generale stazionari, cioè restano per lunghi periodi allo stesso posto ad esempio per:

- costruzione di una corsia d'emergenza;
- rifacimento delle superfici di scorrimento;
- rinnovamento della soprastruttura;
- risanamento dei ponti;
- costruzione di pareti anti-rumore;
- protezione della falda freatica;
- ecc.

Esaminare le possibilità di eseguire dei lavori sul posto o una prefabbricazione seguita da lavori di montaggio.

Gli accessi al cantiere si faranno a partire dall'arteria interessata dai lavori, nella misura in cui non è possibile usare strade cantonali o comunali.

Occorre precisare in che modi i lavori saranno effettuati: lavori di giorno o di notte, o in squadra.

Le conoscenze attuali inducono generalmente ad evitare il lavoro notturno (svantaggi a livello di qualità e sicurezza). Bisogna approfittare delle condizioni di visibilità diurna. In caso di bisogno, si programmerà un lavoro che prevede due squadre giornaliere, ad esempio dalle 5h00 alle 22h00.

### Conseguenze

La scelta di un procedimento d'esecuzione dovrebbe intervenire al più presto possibile, e cioè durante la fase di progetto di massima affinché possa essere adottato definitivamente nella fase conclusiva del progetto.



Illustrazione 46: esecuzione per tappe cadenzate

La scelta di un metodo di lavoro ottimale esige conoscenze di base specifiche che ricapitoliamo nuovamente qui sotto:

- condizioni del traffico;
- condizioni locali;
- lavori di costruzione;
- cantieri nelle vicinanze;
- esigenze di protezione dell'ambiente;
- conoscenza delle varie possibilità di gestione della circolazione;
- conoscenza dell'organizzazione e della durata prevista dei cantieri;
- garanzia della sicurezza degli utenti;
- garanzia della sicurezza dei lavoratori;
- assicurazione di qualità.

La scelta di un procedimento d'esecuzione risulta inoltre dalla riflessione sui seguenti problemi:

- I metodi di costruzione possibili corrispondono alle esigenze?
- I macchinari e le apparecchiature previste per la realizzazione dei lavori sono effettivamente appropriati? È impossibile effettuare test di attitudine su cantieri sottoposti a precise scadenze e situati su strade molto frequentate.
- Quali macchine e apparecchiature permettono di eseguire questi lavori?
- Il personale necessario all'esecuzione dei lavori è formato e istruito sui compiti da eseguire?

### 3.3.2 Equipaggiamento e installazione cantiere

#### Basi

I criteri per l'installazione di cantiere sono determinati dal tipo di costruzione, il genere di lavori previsti, il procedimento d'esecuzione, la durata dei lavori, le condizioni locali, l'ambiente circostante.

L'impresario pianifica e mette in opera le installazioni di cantiere per la fase esecutiva. Le basi vengono enunciate nei capitolati dall'autore del progetto. Più le informazioni saranno dettagliate nei capitolati, e meglio l'imprenditore potrà agire efficientemente (sul piano della qualità e dei costi).

#### Procedimenti d'esecuzione

Ogni procedimento d'esecuzione e la struttura organizzativa che ne dipende, richiedono uno spazio appropriato al materiale per l'esecuzione, delle apparecchiature e dei macchinari e del personale. È quindi opportuno riflettere già durante la

fase della progettazione, sui metodi di costruzione ipotizzabili, e sulle possibilità d'equipaggiamento che ne risultano, come:

- il trasporto del materiale di rivestimento che viene asportato;
- il trasporto di grandi superfici di parti della carreggiata;
- la prefabbricazione;
- i procedimenti d'esecuzione per il montaggio
- il riciclaggio dell'asfalto e del calcestruzzo.

I danni e i difetti costatati sui manufatti determinano prioritariamente la scelta di un procedi-

mento d'esecuzione, i metodi di costruzione e le tecniche richieste. Questa scelta dipende anche dall'analisi delle cause dei danni. Si possono distinguere principalmente:

- danni esclusivamente superficiali e/o
- danni che riguardano la struttura;
- l'aumento delle corsie di circolazione, il loro allargamento.

La decisione su un tipo di installazione di cantiere sarà fatta in funzione dei danni e difetti costatati, delle loro cause e del metodo da utilizzare per eliminarli.



*Illustrazione 47: rifacimento di una corsia di circolazione*

### Le installazioni

Di regola, la messa in opera dell'attrezzatura di cantiere si effettua rispettando il senso del traffico. I luoghi d'installazione vengono messi a disposizione in funzione di condizioni legate alla topografia locale e alla circolazione.

In generale, superfici disponibili si trovano:

- nella zona di transizione prima del cantiere (zona d'accesso);
- nella zona di attività (zona del cantiere);
- nella zona terminale dopo il cantiere (zona d'uscita).

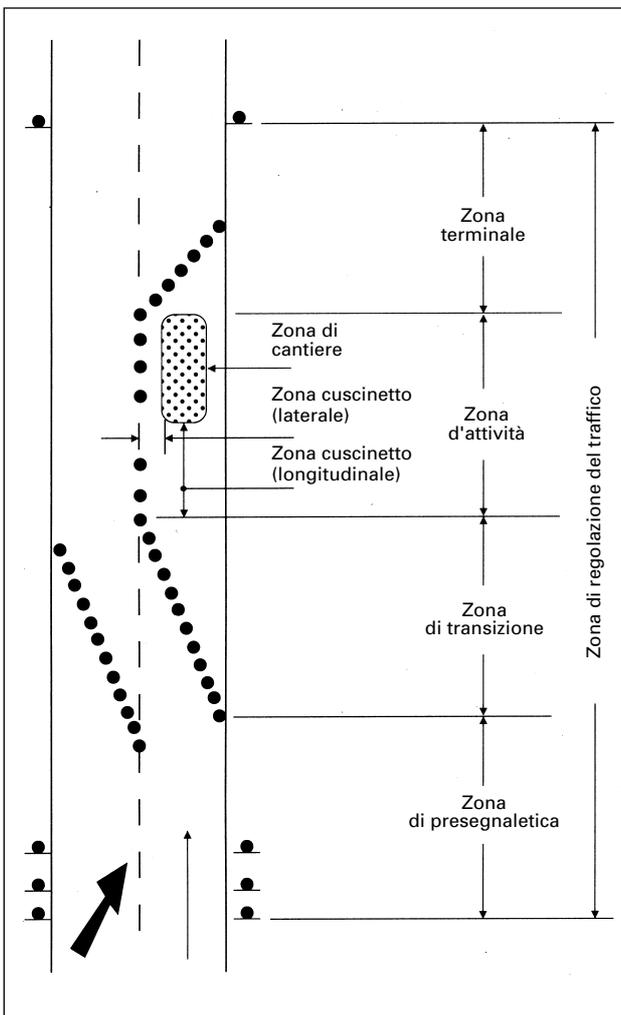


Illustrazione 48: Gestione della circolazione in vicinanza di un cantiere (schema di principio)

Per motivi di tecnica del traffico, i luoghi disponibili sono molto spesso esigui e di difficile accesso.

Le possibilità d'installazione derivano dalla scelta del procedimento d'esecuzione:

- accesso al cantiere attraverso strade o sentieri cantonali o comunali provvisoriamente migliorati;
- esecuzione di ponti e passerelle di servizio per il personale, le macchine e le apparecchiature;
- sistemazione delle banchine;
- sistemazione della banchina centrale;
- sistemazione di passaggi della banchina centrale.

I metodi di installazione si differenziano in funzione delle esigenze di pianificazione:

- attrezzature temporanee;
- attrezzature stazionarie;

e delle esigenze tecniche:

- attrezzature fisse;
- attrezzature mobili.



Illustrazione 49: utilizzazione di un braccio per l'ispezione di un ponte

Le apparecchiature, i macchinari e il materiale, come pure le attrezzature necessarie al personale, devono essere adattate alle condizioni particolari:

- apparecchiature di sollevamento senza dispositivo di rotazione laterale (esempio ponti mobili);
- mezzi speciali di carico (ad esempio con possibilità di carico anche retrostante);
- passerelle di trasporto per la trasmissione del materiale dall'esterno della carreggiata;
- treni di cantiere per il trasporto dei materiali;

- utilizzazione di ponteggi per l'esecuzione dei lavori sulla piattabanda del ponte;
- utilizzazione di ponteggi mobili per effettuare i lavori sui parapetti o le barriere di sicurezza laterali, ecc.;
- utilizzazione di una macchina di pavimentazione senza sporgenza laterale;
- tettoie di protezione per lavori da eseguire al riparo dalle intemperie;
- pareti di protezione;
- locali di soggiorno e installazione di gabinetti chimici sul cantiere stesso;
- illuminazione efficace e funzionale dei cantieri, in particolare per i lavori notturni;
- possibilità di comunicazioni con prestazioni elevate all'interno e all'esterno del cantiere, con apparecchi di trasmissione (ad esempio Natel);
- segnalazioni e veicoli fungenti da barriera;
- organizzazione di allarme in caso d'incidenti e di guasto di veicoli.

### Conseguenze

L'ingegnere dovrebbe esaminare e valutare ogni installazione e equipaggiamento del cantiere. Una scelta corretta e pianificata in anticipo su un tipo di installazione ha un ruolo determinante nel rispetto dei termini e dei costi di realizzazione dell'opera.

L'accesso al cantiere deve effettuarsi se possibile dall'esterno, via sentieri laterali, passerelle o scale.

Nel caso di entrate e uscite di cantiere che si inseriscono nel flusso del traffico bisognerà prevedere corsie di decelerazione e accelerazione sufficientemente lunghe.

Le apparecchiature, i macchinari, il materiale come anche il personale dovranno in tutti i casi essere adatti alla procedura d'esecuzione e al tipo di installazione scelte.

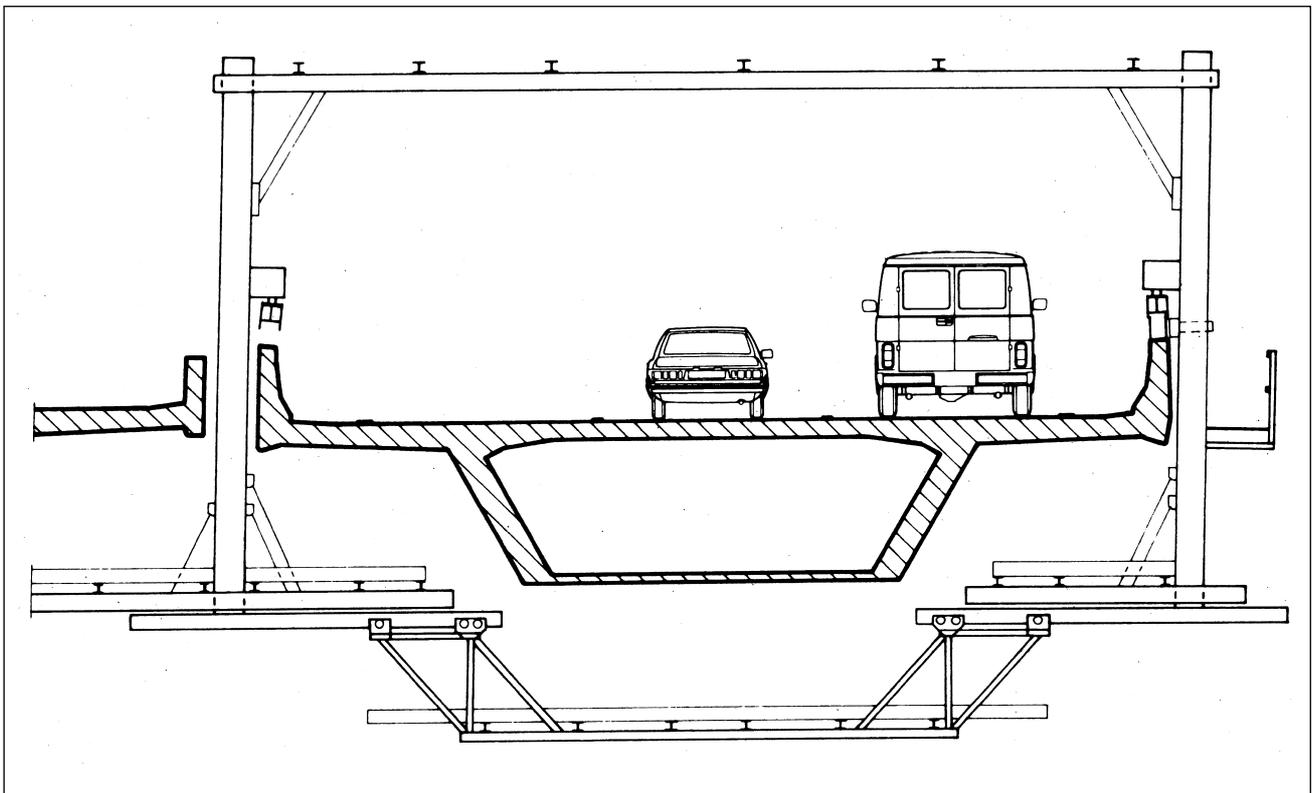


Illustrazione 50: disposizione di un ponteggio mobile

### 3.3.3 Influssi negativi a livello ambientale

#### Basi

Le leggi, ordinanze e direttive della Confederazione e dei cantoni fissano le basi della pianificazione, dello studio del progetto e dell'esecuzione di strade a traffico intenso, tenendo conto degli influssi e incidenze sul luogo e l'ambiente. I lavori di manutenzione e di rinnovamento sono sottoposti alle stesse esigenze delle nuove costruzioni.

- Prescrizioni sulla protezione dell'aria secondo le leggi e ordinanze federali e cantonali (Ordinanza del 16 dicembre 1985 contro l'inquinamento atmosferico (OIAt))
- Ordinanza del 15 dicembre 1986 contro l'inquinamento fonico (OIF)
- Ordinanza contro l'inquinamento fonico nella costruzione, l'industria e l'artigianato, come pure le prescrizioni tecniche per l'esecuzione (BS del 29.12.77)
- Legge federale del 8 ottobre 1971 sulla protezione delle acque contro l'inquinamento (legge sulla protezione delle acque e ordinanza sulla protezione delle acque)
- Misure di protezione delle acque nella costruzione di strade (27.5.1968)
- Misure di protezione delle acque e prescrizioni centrali
- Ordinanza del 9 giugno 1986 sui prodotti inquinanti del suolo (Osol)
- Ordinanza del 9 giugno 1986 sulle sostanze nocive per l'ambiente (Osubst)
- Ordinanza tecnica del 1.12.1981 sui rifiuti
- Leggi cantonali in materia di costruzioni, polizia e protezione dell'ambiente
- Misure di protezione dei lavoratori secondo le leggi e ordinanze federali e le direttive INSAI

#### Prescrizioni

#### Procedimenti d'esecuzione

Durante la fase di studio e di realizzazione dei lavori di manutenzione e rinnovamento delle strade a forte traffico, si terrà conto nella misura del possibile del luogo e dell'ambiente. Tutte le migliori e disposizioni concernenti i metodi classici di costruzione che vanno in questo senso sono da applicare e da prescrivere (macchine da cantiere, installazioni di palificazioni, brillamento di roccia tramite l'esplosivo, ecc.).

Nella scelta del metodo di costruzione durante la fase progettuale, si dovranno esaminare e definire i termini d'impiego delle macchine e apparec-

chiature, come anche dei mezzi di trasporto. Le discariche per il materiale eccedente devono essere reperite prioritariamente. Si terrà conto del loro stato e delle loro capacità.

Queste prescrizioni devono figurare nelle «Condizioni particolari» del capitolato d'appalto dell'impresa e i lavori resisi così necessari figureranno nell'elenco prezzi al capitolo «Installazioni», nell'articolo di riserva «R».

#### Misure di protezione dell'aria

L'esecuzione di misure di costruzione può avere importanti incidenze sull'inquinamento dell'aria.

Le misure necessarie saranno da pianificare già a livello di progettazione e dovranno corrispondere all'ordinanza contro l'inquinamento atmosferico.

#### Misure di protezione contro il rumore

Come per l'ordinanza contro l'inquinamento atmosferico, anche l'ordinanza contro l'inquinamento fonico comporta delle prescrizioni relative allo studio del progetto e all'esecuzione che bisogna assolutamente rispettare. Si rende attenti in particolare alle misure supplementari da prevedere per le zone abitate.

Queste misure devono figurare nelle basi delle offerte.

#### Misure di protezione delle acque

Alle prescrizioni legali per la protezione delle acque in superficie si aggiungono le prescrizioni speciali per la protezione delle falde freatiche.

Occorre rispettare la classificazione delle zone di protezione delle falde freatiche e comunicarla alle persone responsabili e agli impresari.

*Lavori nelle zone di protezione della falda freatica I e II.  
Lavori nella zona di protezione della falda freatica III.*

#### Misure di protezione dei lavoratori

Durante la fase di studio e di esecuzione dei progetti di manutenzione e rinnovamento, particolare attenzione va consacrata alle misure di protezione dei lavoratori.

La norma SIA 118 (1977) stipula all'articolo 104 la presa in conto dei problemi di sicurezza delle persone occupate nella costruzione durante le fasi

progettuali, di determinazione dello svolgimento dei lavori e del loro scaglionamento e, infine dell'esecuzione. Durante l'esecuzione, la direzione dei lavori come pure l'impresario sono tenuti a verificare che la sicurezza dei lavoratori è garantita.

- Legge federale del 20 marzo 1981 sull'assicurazione infortuni (LAI)
- Ordinanza del 20 dicembre 1982 sull'assicurazione infortuni (OLAI)
- Ordinanza del 19 dicembre 1983 sulla prevenzione degli infortuni e malattie professionali (OPI)
- Legge federale del 13 marzo 1964 sul lavoro nell'industria, l'artigianato e il commercio (Legge sul lavoro)
- Legge federale del 19 marzo 1976 sulla sicurezza delle installazioni e apparecchiature tecniche
- Ordinanza del 21 dicembre 1976 sulla sicurezza delle installazioni e apparecchiature tecniche
- Legge federale del 25 marzo 1977 sulle sostanze esplosive (Legge sugli esplosivi)
- Legge federale del 21 marzo 1969 sul commercio delle sostanze tossiche (Legge sulle sostanze tossiche)
- Ordinanza del 19 settembre 1983 sulle sostanze tossiche
- Legge federale del 22 marzo 1974 relative alle installazioni elettriche a corrente debole e forte

Nel caso di cantieri situati su strade in esercizio, le misure di protezione delle persone occupate alla costruzione devono essere rafforzate e devono quindi essere controllate costantemente per migliorarle o correggerle se necessario.

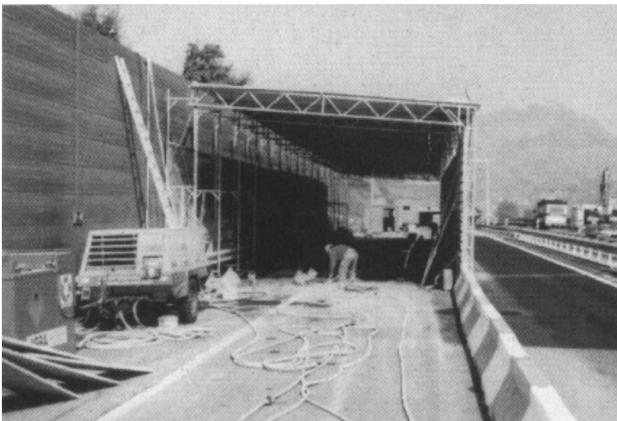


Illustrazione 51: utilizzazione di un tetto di protezione durante il risanamento della piattabanda di un ponte

I lavori di costruzione non riguardano soltanto la realizzazione di nuove opere, ma anche, simultaneamente, i lavori di demolizione e di ricostruzione. Le prescrizioni sull'utilizzazione di macchine e

apparecchiature di cantiere, dei carburanti e altri materiali come pure le prescrizioni sul personale sono contenute nelle leggi, ordinanze e direttive.

### Conseguenze

I disturbi ambientali provocati dai lavori di manutenzione e di rinnovamento hanno un ruolo sempre più importante nello studio di un progetto e la sua realizzazione. Le esigenze legate all'ambiente si applicano sia ai lavori di manutenzione e rinnovamento sia alle costruzioni nuove. Le leggi, ordinanze e direttive in vigore devono in ogni caso essere applicate.

Bisognerà esaminare la possibilità di migliorarle durante lo studio del progetto e della preparazione dell'esecuzione, e mettere in pratica queste migliorie durante l'esecuzione dei lavori. I temi di riflessione elencati sotto devono essere affrontati nello studio di progetto e le soluzioni proposte devono apparire sulle offerte:

- compatibilità dell'opera con il sito interessato e l'ambiente;
- applicazione di misure supplementari per la protezione dell'ambiente;
- indicazioni riguardanti le incidenze negative nei dossieri di progettazione e nei formulari delle offerte;
- porre attenzione alle ordinanze che vanno rispettate;
- utilizzazione di macchine, apparecchiature e agenti energetici idonei;
- scelta di materiali appropriati
- ricorso a personale qualificato.

### 3.3.4 Condotture industriali

#### Basi

Grande importanza va data allo svolgimento di un progetto se si è in presenza di condutture industriali; bisogna anche garantire la loro utilizzazione durante l'esecuzione dei lavori.

Nello studio di un progetto si possono distinguere:

- le condutture industriali esistenti;
  - le condutture industriali progettate;
- e
- le condutture d'alimentazione;
  - le condutture d'evacuazione.

Le condutture industriali esistenti figurano nei piani dei proprietari interessati (servizi industriali, ecc.). Questi piani devono rappresentare la situazione attuale e di norma vengono aggiornati.

Se i piani contengono lacune o imprecisioni sull'impianto e sui livelli delle condutture esistenti, bisognerà procedere a dei sondaggi per correggerli di conseguenza.

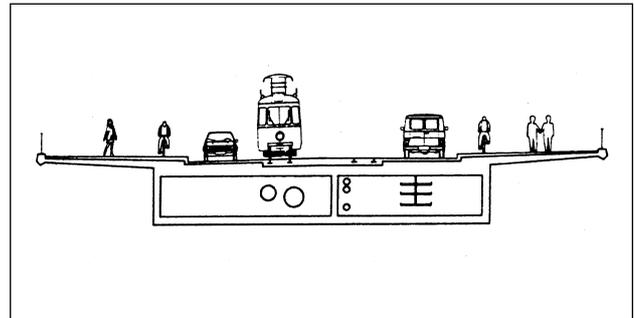


Illustrazione 53: condutture industriali, sezione trasversale

**Secondo la norma SIA 118, art. 5, al. 3, il committente deve segnalare l'esistenza di tali condutture**

Il committente deve anche preoccuparsi delle varie contingenze locali in relazione al progetto, quali costruzioni nelle vicinanze, sistemazioni stradali e altre installazioni, presenza di una falda freatica o di sorgenti.

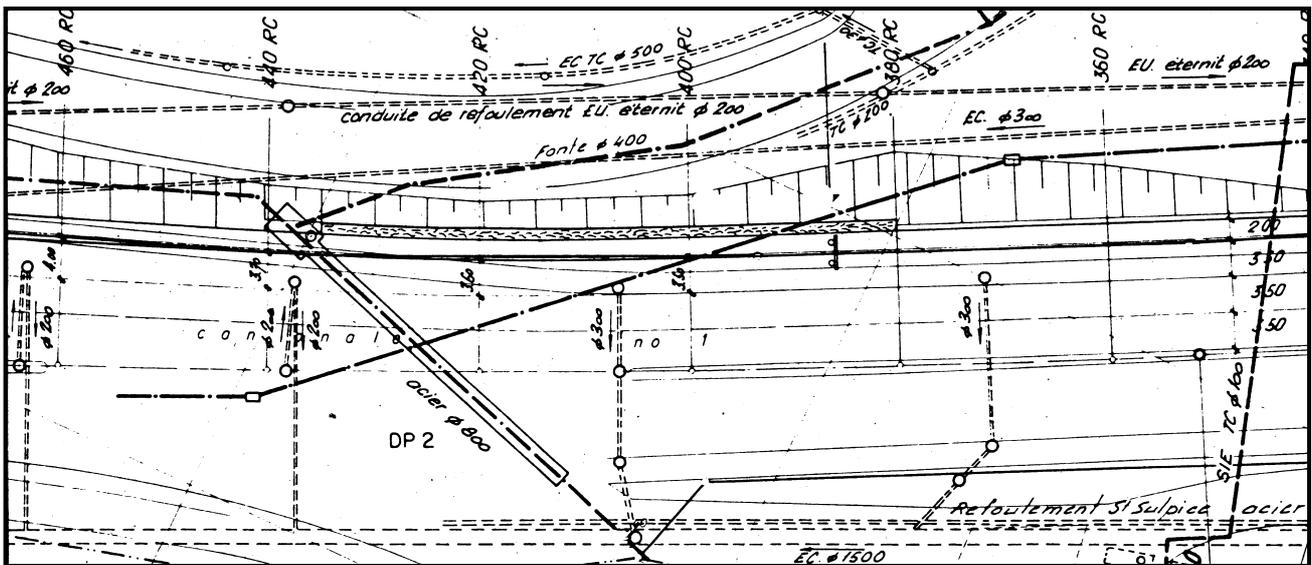


Illustrazione 52: piano di situazione delle canalizzazioni e delle condutture industriali

Tipi di condutture industriali che si possono trovare:

- elettricità;
- gas;
- acqua;
- acque chiare e acque luride;
- telefono;
- cavi TV;
- riscaldamento a distanza.

I proprietari (servizi industriali, ecc.) hanno in generale pubblicato direttive proprie di pianificazione e di esecuzione per la costruzione e la manutenzione delle condutture.

#### Procedimenti esecutivi

I procedimenti esecutivi per la manutenzione e il rinnovamento delle condutture industriali sono altrettanto variati di quelli per la realizzazione di nuovi impianti.

**La scelta di un procedimento esecutivo dipende:**

- dalla gestione della circolazione;
- dal tracciato delle condutture in situ e in profondità;
- dalle condizioni tecniche;
- dalle costruzioni adiacenti;
- dalle possibilità d'interruzione;
- dalle installazioni di cantiere;
- dalle conseguenze ambientali nocive.

Principalmente, le procedure di costruzione che intervengono sono due:

- lavori a cielo aperto = riparazione e posa di nuove condutture;
- lavori in ambiente chiuso = riparazione e miglioramento, rispettivamente rivestitura all'interno delle condutture esistenti.

**Lavoro a cielo aperto:**

- trincee di canalizzazioni con scarpata;
- trincee di canalizzazione senza armatura;
- trincee di canalizzazione con armatura parziale;
- trincee di canalizzazione con armatura completa.

Occorre valutare questi procedimenti di costruzione in funzione delle possibilità tecniche di realizzazione (avanzamento per spinta detto spingitubo ecc.). In regola generale le tubazioni di alimentazione e di evacuazione vengono posate all'esterno della carreggiata. Trattandosi di strade a traffico intenso, è purtroppo inevitabile l'incrocio di condutture.

**Misure per il mantenimento in uso delle condutture**

Bisogna risolvere con il proprietario delle installazioni il mantenimento in esercizio delle condutture prima dell'inizio dei lavori, e definirlo per iscritto.

Se un'interruzione non è pensabile (per esempio telefono, riscaldamento a distanza), occorre prevedere delle deviazioni delle condutture o raccordi provvisori. Queste deviazioni e installazioni provvisorie possono, a seconda delle circostanze, influenzare sensibilmente lo svolgimento generale dei lavori, la scelta del metodo di costruzione e comportare delle spese.

Conviene dedicare un'attenzione particolare a questa problematica durante lo studio del progetto e dell'analisi dei procedimenti esecutivi.

Se si rende necessario scavare delle trincee per la posa provvisoria o per il rinnovamento delle con-

dotture, occorrerà assicurarsi della stabilità geotecnica delle pareti delle trincee. Il procedimento esecutivo e le misure da intraprendere (armatura completa o parziale, scarpata, ecc.) saranno definiti nei dossier di progetto e di offerta e figureranno nelle corrispondenti prescrizioni per l'esecuzione.

Sul piano tecnico, i vari tipi di trincee e le canalizzazioni industriali da posare verranno trattati separatamente.

**Conseguenze**

Il committente deve chiarire sin dall'inizio le contingenze locali e la situazione effettiva delle condutture industriali.

Bisogna aggiornare regolarmente, e con precisione, i piani di situazione delle canalizzazioni industriali. Per questo si procederà, se è il caso, a rilievi topografici e di livellazione.

Nella misura del possibile si tenterà di posare le nuove canalizzazioni all'esterno delle carreggiate. L'incrocio di condutture va evitato.

I procedimenti esecutivi da attuare devono figurare nel progetto.

Durante la fase di progettazione si rifletterà prioritariamente a come mantenere in funzione le condutture d'alimentazione e d'evacuazione.

Le possibilità di interruzione devono essere esaminate durante la fase di progettazione e esecuzione.

**3.3.5 Esigenze di qualità**

**Basi**

Nel linguaggio tecnico, le nozioni di **qualità, garanzia di qualità e controllo di qualità** sono soggette in permanenza a nuove interpretazioni, e suscitano regolarmente vivaci dibattiti.

A lungo la garanzia di qualità (GQ) è stata ridotta a un controllo puntiglioso di un prodotto (ad esempio, una costruzione) che interveniva poco prima della sua finitura e consegna; i difetti constatati dovevano essere migliorati, spesso a grandi spese.

Lo sviluppo di esigenze di qualità più moderne deriva dall'idea che i controlli tradizionali alla fine dei lavori non possono cambiare nulla all'esecuzione complessiva dell'opera. Il «controllo finale» viene sostituito da una sorveglianza pianificata durante tutto il periodo dei lavori, che tende a evitare gli errori invece che correggerli in fine di percorso.

La qualità non consiste in un valore o una proprietà fissata in anticipo per un progetto, in una parte dell'opera o in un materiale di costruzione; essa deve essere definita ogni volta in rapporto a un oggetto specifico.

Nel campo della costruzione, le esigenze generali di qualità sono fondate su provati procedimenti esecutivi e di fabbricazione e, nel caso dei materiali, sullo stato delle conoscenze scientifiche e pratiche.

La norma ISO 8402 riassume così la nozione di qualità:

**«Per qualità si intende l'insieme delle proprietà e delle caratteristiche di un prodotto o di un servizio che sono capaci di rispondere alle esigenze definite o supposte».**

Difetti di qualità non devono semplicemente apparire. Questo principio non è nuovo; nuova invece è la sua applicazione rigorosa a tutti i livelli; studio di progetto, direzione lavori, svolgimento di tutte le fasi di costruzione compresi i servizi.

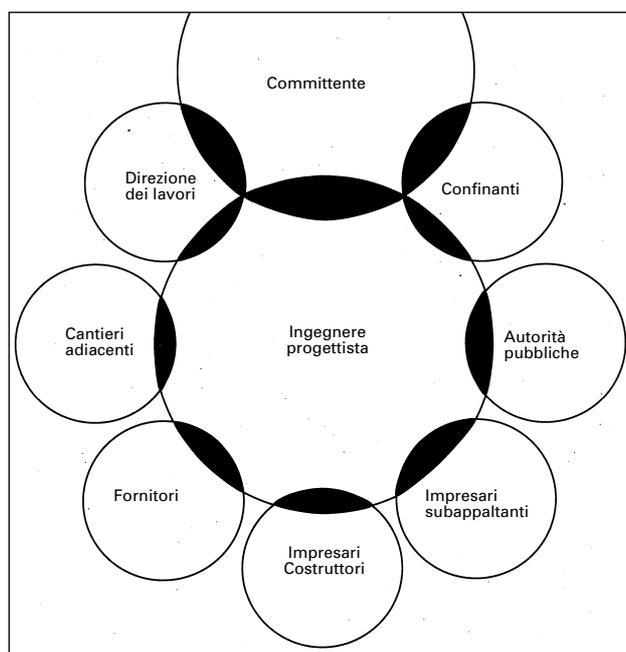


Illustrazione 54: insieme delle persone coinvolte nella fase di progetto

In questa ipotesi, chi definirà i criteri (**esigenze di qualità**) da realizzare? In questo caso non solo il committente, il progettista e l'impresario, ma anche l'utente saranno chiamati a fissare in comune le esigenze auspiccate.

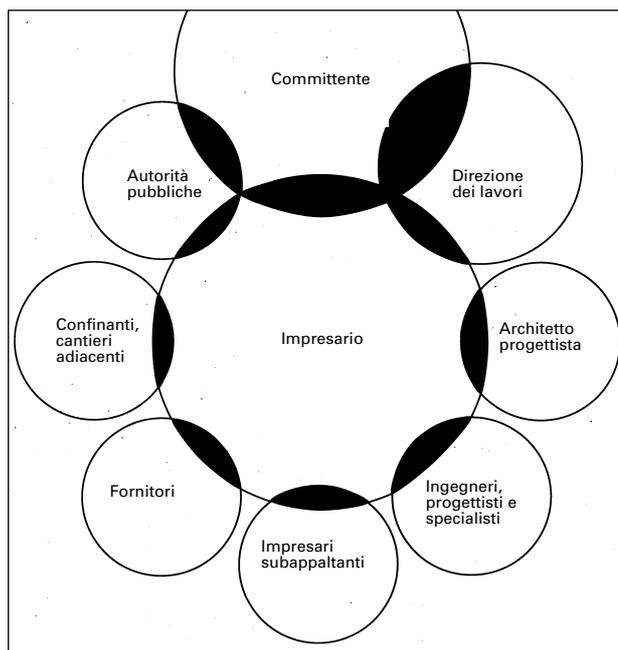


Illustrazione 55: insieme di persone coinvolte nella fase esecutiva

- L'esperienza a disposizione è spesso limitata su applicazioni riuscite di procedimenti, sistema o prodotto di costruzione.
- Nella maggior parte dei casi bisogna prendere in considerazione condizioni-limite aggravanti durante l'esecuzione dei lavori: traffico, vibrazioni, correnti d'aria, umidità, pioggia, sale, ecc. Occorre scegliere i procedimenti, metodi e prodotti in funzione di queste condizioni-limite. I controlli si devono adattare a queste condizioni limite specifiche.
- In un'opera occorre tener conto delle differenze di età di una struttura: applicazione di prodotti nuovi su elementi vecchi.
- Le conoscenze tecniche sul patrimonio costruito sono in ogni caso frammentarie. In generale, mancano delle indicazioni dettagliate sulla fabbricazione dei prodotti utilizzati nella costruzione (composizione chimica, ecc.).

Condizioni-limite per esigenze di qualità

### Misure per la garanzia della qualità

Il committente deve definire le esigenze di qualità già al momento della pianificazione, e introdurre sin dall'inizio le misure per la garanzia della qualità.

Queste misure fanno parte integrante degli studi preliminari del progetto di massima, della progettazione e dell'esecuzione dell'opera.

La realizzazione di un'opera richiede, specialmente nel campo della qualità, la collaborazione di numerose persone implicate.

Ci si ritrova quindi sempre in un sistema complesso. Ogni opera deve essere considerata come un prototipo nel senso stretto del termine, che richiede perciò un'attenzione particolare alle esigenze di qualità e, di conseguenza, alle misure da intraprendere. Si può raggiungere l'obiettivo «qualità» per molte strade sempre rispettando una sistematica corrispondente. Il sistema da usare deve essere definito chiaramente.

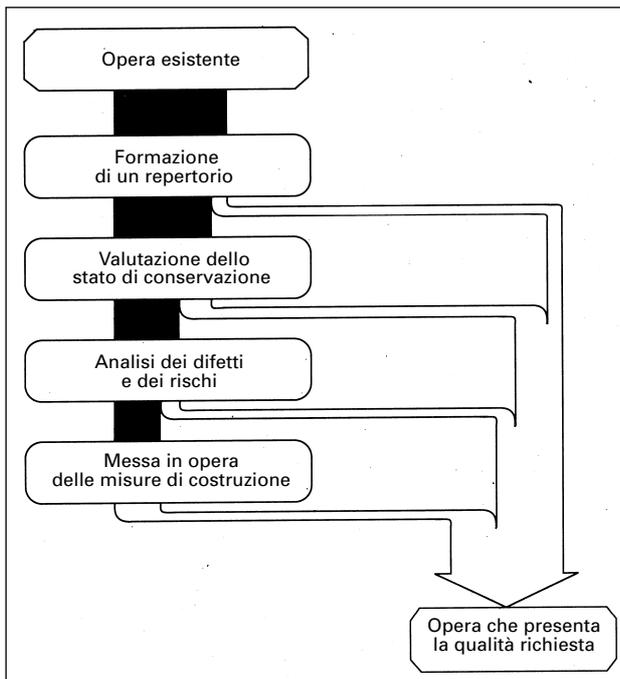


Illustrazione 56: procedura per arrivare a ...

Viste le condizioni particolari dei lavori da realizzare con le strade in esercizio, le esigenze poste quanto alla qualità dell'esecuzione di un'opera sono particolarmente elevate. È per questo che la qualità va sempre posta in un contesto economico globale. Una soluzione apparentemente co-

stosa può rivelarsi conveniente sul piano economico, e rivelarsi in definitiva meno cara.

I lavori di manutenzione e rinnovamento hanno esigenze di qualità nettamente diverse di quelle previste per la costruzione di nuove installazioni stradali, e pongono problemi specifici sul piano della qualità.

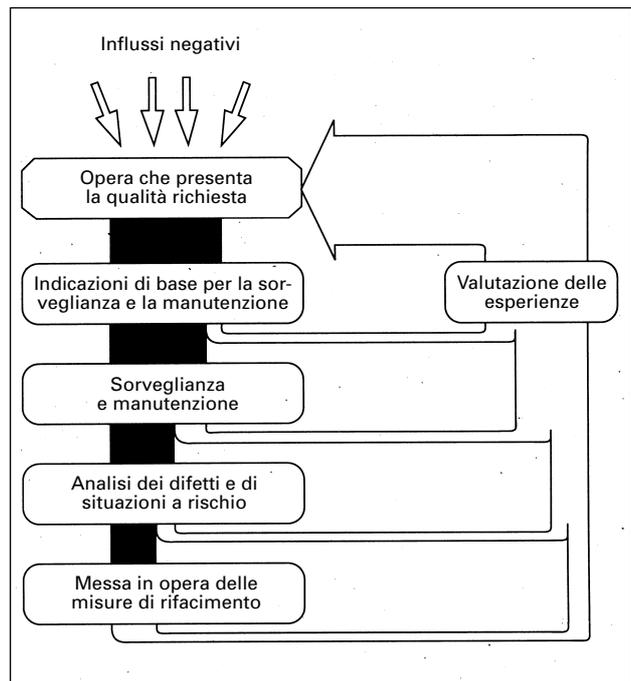


Illustrazione 57: ... e per mantenere la qualità di una costruzione

Partendo dall'obiettivo fissato, che è di raggiungere anche nel caso di lavori di manutenzione e rinnovamento, un livello di qualità elevato e, quindi, la durabilità dei lavori previsti, si esamineranno le misure seguenti che derivano dalle condizioni sopra indicate:

- indagine approfondita riguardo le scelte dei procedimenti, sistemi e prodotti, da effettuare già durante la fase di pianificazione e di progettazione. Le condizioni vengono consegnate e verificate durante l'esecuzione;
- esame del tipo di costruzione e dei dettagli messi a punto durante le fasi di studio anteriori;
- definizione delle principali esigenze di qualità nel dossier d'esecuzione;
- valutazione minuziosa e definizione precisa delle forniture e prestazioni;
- esecuzione sistematica dei controlli di qualità e altri esami (piano dei controlli);

- elaborazione di un concetto di sorveglianza della qualità. Il livello di qualità da raggiungere deve figurare in modo preciso, al più tardi nella stesura del capitolato d'appalto. Una delimitazione chiara delle responsabilità si impone, per rispondere agli obiettivi di qualità fissati;
- impatti e conseguenze propri alla problematica del traffico, (smottamenti, vibrazioni, limitazioni della visibilità e del posto a disposizione).

### Conseguenze

La priorità va alla definizione delle esigenze di qualità che verranno poi considerate come base per ogni fase del progetto e dell'esecuzione.

Nella realizzazione di un'opera, il committente, l'autore del progetto, gli impresari e i subappaltanti devono sempre tentare di raggiungere il massimo grado di sicurezza strutturale e di abilitazione professionale.

**Tesi 1**  
La qualità non è una proprietà fissata a priori; essa si definisce per ogni oggetto specificatamente.

**Tesi 2**  
L'esigenza di qualità entra in azione al momento dell'attribuzione del mandato e prende fine al momento della consegna dell'opera.

**Tesi 3**  
Esistono varie possibilità di assicurarsi del rispetto degli obiettivi di qualità da conseguire.

Illustrazione 58: tre tesi sulle nozioni di qualità e esigenze di qualità

Queste tesi possono concretizzarsi tramite:

- la scelta giudiziosa delle persone responsabili;
- tipi e metodi di costruzione sperimentati;
- materiali adeguati e fornitori a tutta prova;
- impresari e subappaltanti che hanno fatto le loro esperienze e hanno buona reputazione;
- esigenze di qualità fissate per contratto;
- controlli di qualità e altri esami;
- sistemi di garanzia di qualità;
- i controlli finali.

### 3.3.6 Garanzia di qualità

#### Basi

Si fa una netta distinzione tra garanzia di qualità per l'esecuzione dei lavori e garanzia di qualità per la qualità dei prodotti. In questo manuale abbiamo già trattato la problematica, legata all'esecuzione perfetta di lavori effettuati in condizioni aggravate dalla presenza del traffico. Ci riferiamo inoltre al corso 2 «Esecuzione dei lavori». Nelle linee che seguiranno tratteremo delle caratteristiche qualitative dei prodotti e della loro garanzia di qualità.

L'idea di base della garanzia di qualità consiste nell'eliminare i prodotti difettati o impropri prima che arrivino sul cantiere.

Le norme ISO della serie 9000 definiscono la nozione della garanzia di qualità. Questa serie comprende le norme ISO 8402, 9000, 9001, 9002, 9003 e 9004 (non esistono ancora tradotte in italiano).

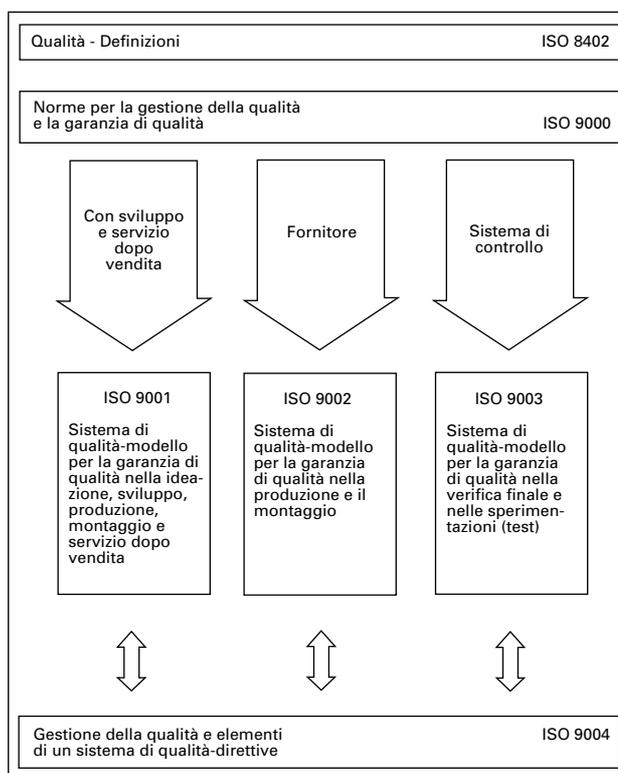


Illustrazione 59: riassunto della serie 9000 delle norme ISO

La garanzia di qualità costituisce un'azione pianificata e eseguita sistematicamente. La garanzia di qualità si rende necessaria per raggiungere, con un adeguato margine di sicurezza, il livello di qualità previsto secondo contratto tra il committente e gli imprenditori. La garanzia di qualità è necessaria e deve essere in ogni momento garantita durante lo svolgimento del progetto.

Il concetto di garanzia di qualità delle opere vive un rapido sviluppo. I difetti delle costruzioni e i lavori di rinnovamento che ne risultano, hanno portato negli ultimi anni a certi progressi nella garanzia di qualità.

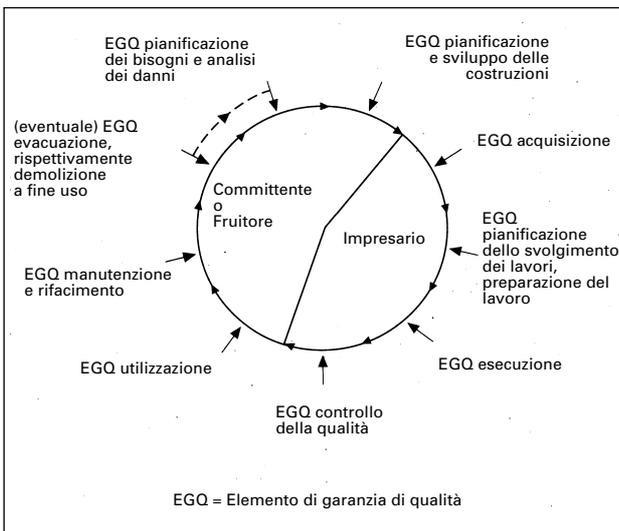


Illustrazione 60: cerchio di qualità per l'industria edile

Un altro sviluppo della garanzia di qualità si concretizza, ad esempio, nelle norme sulla costruzione metallica (norma SIA 161/1, 1991) e la norma SN 555 001 (1990) sulla protezione delle superfici metalliche (B3).

### Sistema di garanzia di qualità

Sotto la denominazione «sistema di garanzia di qualità» (SGQ) si intende una collaborazione organizzata tra tutti i responsabili dell'esecuzione di un'opera che mettono in comune le loro competenze, responsabilità e mezzi per garantire il grado di qualità previsto.

Il sistema di garanzia di qualità (SGQ) è composto essenzialmente da una «organizzazione della messa in opera» e da una «organizzazione di direzione dei lavori» che sono riunite in un «documento GQ».

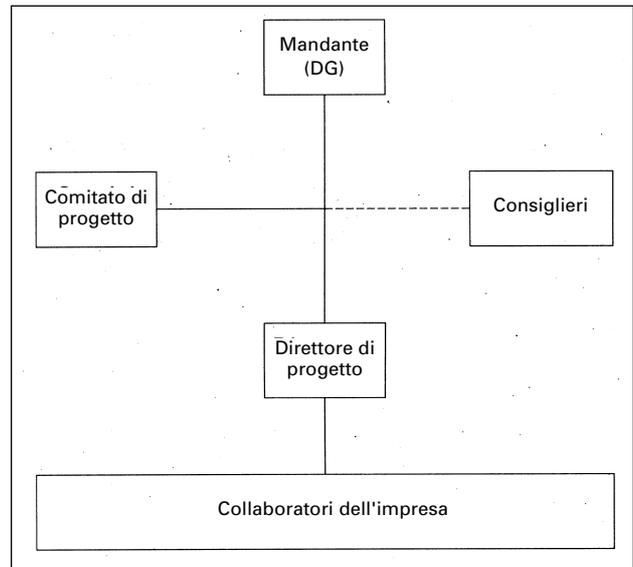


Illustrazione 61: organizzazione della garanzia di qualità

La norma ISO 9000 descrive tre livelli di esigenze del sistema di garanzia di qualità, fissati in funzione del grado di difficoltà necessario per garantire la qualità di un prodotto durante la sua fabbricazione.

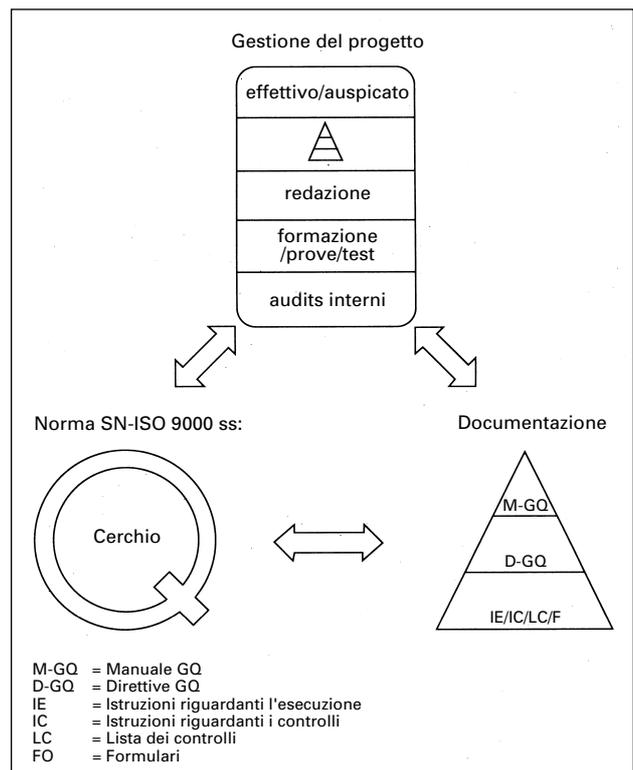


Illustrazione 62: organizzazione del progetto durante l'attuazione di un sistema di garanzia di qualità (SGQ)

Fonte: B. Schuler, Berna  
Gestione efficace della qualità (SIA D 062)

### Organizzazione della garanzia di qualità

Mettere in piedi, rispettivamente, sviluppare un sistema di garanzia di qualità significa applicare esattamente ad ogni livello le misure richieste dalle normative, grazie a una gestione sistematica del progetto e alla redazione di una documentazione. Il livello di competenze della direzione del progetto ha un ruolo fondamentale nel conseguimento del successo di una tale operazione. La direzione del progetto deve corrispondere alle seguenti esigenze:

- esperienza nel campo della garanzia di qualità;
- esperienza nella gestione dei progetti;
- esperienza nella costituzione dei dossiers.

### Conseguenze

Per ottenere il grado di qualità di una prestazione richiesta dai committenti e dagli esecutori, bisogna creare un'organizzazione adeguata, un sistema di garanzia di qualità (SGQ).

Il sistema SGQ che ingloba tutte le istanze coinvolte, dal committente all'impresario, è uno strumento di lavoro che serve a garantire questa qualità. Contribuisce inoltre, in modo importante, alla realizzazione efficace degli obiettivi fissati.

Una qualità a tutta prova è primordiale nella costruzione e nel rinnovamento delle strade a traffico intenso.

Parallelamente all'organizzazione e ai metodi d'applicazione di un sistema di garanzia di qualità, un ruolo preponderante lo svolge la formazione del personale.

Il committente, i pianificatori, gli autori del progetto e l'impresario, devono imporre sistematicamente la garanzia di qualità. Qualità, costi e termini sono degli obiettivi interdipendenti e devono essere perseguiti insieme.

Nella pratica, la garanzia di qualità deve essere definita e messa in atto in comune dai responsabili della costruzione (ad esempio servendosi di «check-lists», documentazioni, ecc.). Per il progetto e l'esecuzione, le esigenze della garanzia di qualità e i sistemi relativi devono essere formulati e attuati nel modo più efficace possibile.

Il corso 2 «Esecuzione dei lavori» programmato come seguito del presente documento, metterà l'accento sull'elaborazione delle basi e la loro applicazione pratica.

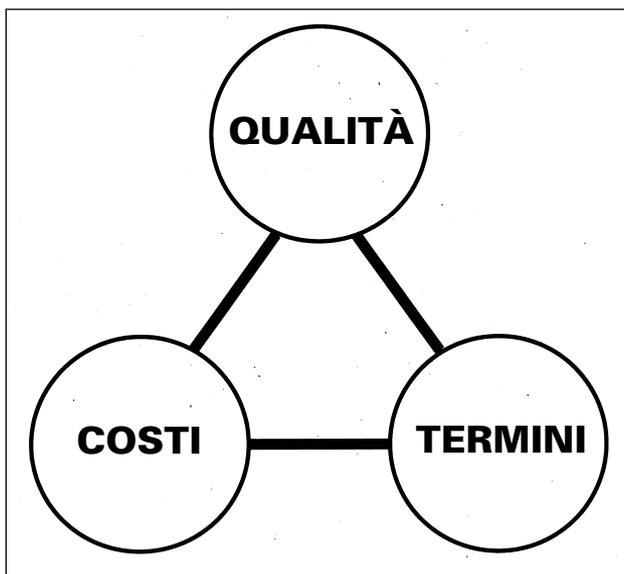


Illustrazione 63: i tre obiettivi interdipendenti della garanzia di qualità

Fonte: M. Matousek, Zurigo. Garanzia di qualità nella costruzione rispetto alle nuove norme ISO e SIA (SIA D 062)

## 3.4 Svolgimento dei lavori

### 3.4.1 Misure di sicurezza

#### Sicurezza degli utenti

Il tipo di gestione della circolazione scelto nelle zone di cantiere è determinante sul comportamento degli automobilisti. In queste zone dispositivi di segnaletica insufficienti sono spesso la causa di incidenti.

È importante pianificare con cura, sin dall'inizio degli studi e fino alla sua esecuzione, la segnaletica dei cantieri e i suoi dispositivi, verificare sul posto, dopo l'installazione, la loro qualità ottica, soprattutto di notte. Se si costatano dei difetti, dovranno essere corretti immediatamente.

Bisogna comunque riferirsi, in questo contesto, al divieto di pubblicità sulle autostrade (OSS, Ordinanza sulla segnaletica stradale, art. 99, alinea 1). I pannelli non devono comportare alcuna indicazione sul genere dei lavori in corso, né il «logo» di imprese (vedi anche capitolo 4.2.2).

Anche dei pannelli o segnali speciali destinati all'informazione del conducente contribuiscono a ridurre il rischio di incidenti. Le esperienze fatte permettono di rilevare da parte degli automobilisti un comportamento più attento e tollerante verso il traffico nelle zone di cantiere.

Nel caso di cantieri di lunga durata, la zona dei lavori dovrebbe essere separata dal traffico da una parete di protezione. Queste pareti mascherano i lavori in corso alla vista del conducente evitando così di distrarlo. La frequenza dei tamponamenti a catena ne risulta fortemente ridotta.

In caso di incidenti queste pareti possono anche servire da protezione contro gli urti in caso di incidenti (ad esempio barriera di sicurezza Tric-Bloc sormontata da una parete di protezione).



Illustrazione 64: montaggio degli elementi Tric-Bloc

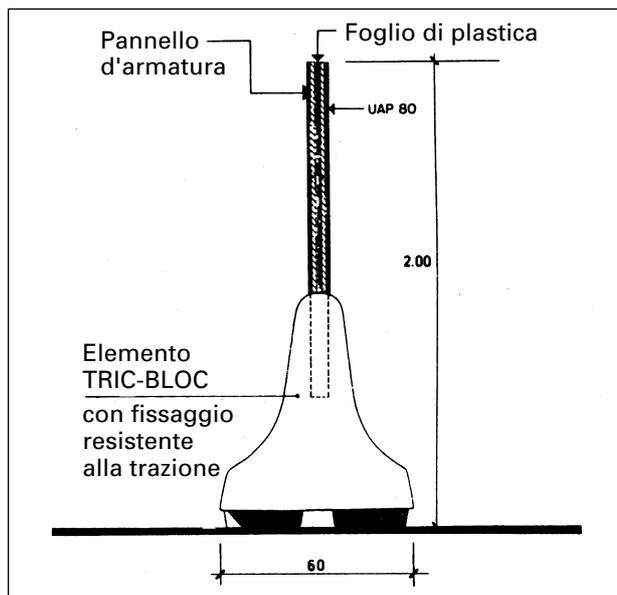


Illustrazione 65: elemento Tric-Bloc sormontato da una parete di protezione

### Sicurezza del personale

La posa e l'evacuazione delle installazioni di sicurezza presentano spesso un pericolo superiore che nel caso dell'esecuzione propriamente detta dei lavori di costruzione. Una preparazione adeguata rivolta a tutti gli interessati, permette di effettuare i lavori di montaggio e smontaggio di queste installazioni di sicurezza, in tutta sicurezza. La durata, rispettivamente il genere di lavori previsti, determinano la scelta delle installazioni di sicurezza da posare.

Nel caso di cantieri di lunga durata, occorre prendere disposizioni che permettono di accedere in tutta sicurezza ad ogni zona di lavoro o troncone in esecuzione. Si possono prevedere le seguenti misure:

- accesso tramite ponteggi muniti di scale;
- accesso dalla spalla attraverso scale e piattaforme;
- passerelle pedonali sopra le vie di circolazione;
- galleria di protezione sopra le vie di circolazione;
- passerelle fissate lateralmente ai parapetti.

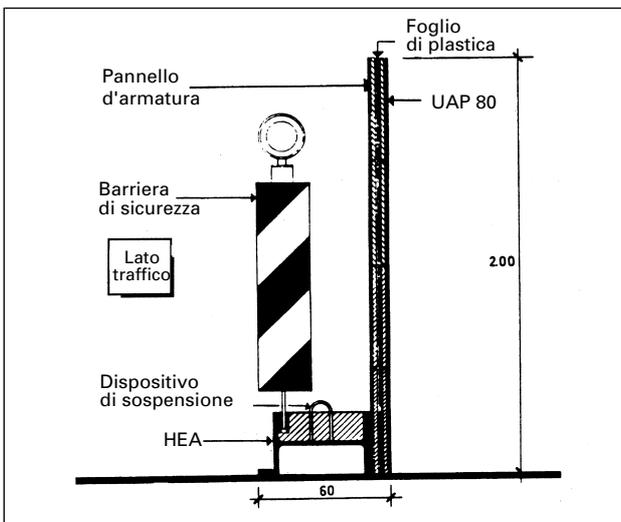


Illustrazione 66: parete di protezione semplice munita di una barriera di sicurezza

Le pareti di protezione citate sopra, di una altezza di circa 2 metri, montate lungo i cantieri di lunga durata sulle autostrade, proteggono il lavoratore dalle molestie del traffico, quali:

- il rumore;
- i gas dei tubi di scappamento;
- schizzi di fango;

e garantiscono una separazione netta tra il cantiere e il traffico.

Le direttive miranti a garantire la sicurezza dei lavoratori e l'applicazione delle prescrizioni legali, devono figurare nei capitolati d'appalto, o altrimenti sotto forma d'articolo di tipo «R» o «Z» nell'elenco prezzi.

Per tutti i lavori gli operai devono indossare una tuta di protezione arancione (secondo la norma VSS).

Seguono alcune importanti direttive relative alla sicurezza degli impiegati:

- Direttive dell'INSAI (sulle emissioni di rumore, gas di scarico, polvere).
- Direttive cantonali (istruzioni relative al comportamento di terzi nell'ambito del lavoro su strade a traffico intenso, legge sulle emissioni di rumore, legge sul lavoro).
- Altre direttive legali cantonali.
- Direttive legali per i lavoratori.

## Esempi di misure

### **Pareti di protezione e barriere di sicurezza**

Per i cantieri di media o lunga durata occorre predisporre, nella misura del possibile, una separazione tra il traffico e la superficie occupata dai lavori. Una tale separazione aumenta in modo significativo la protezione dei lavoratori e al contempo, riduce i disturbi dovuti al traffico e nasconde la vista sul cantiere agli utenti della strada.

Con la scelta del sistema utilizzato, bisogna garantire una protezione ottimale sia per degli utenti sia per dei lavoratori. Attualmente, sul mercato si trovano, tra le altre, le seguenti pareti di protezione:

- sistema di barriera di sicurezza Tric-Bloc (montaggio fino a un metro di altezza);
- barriera di sicurezza in acciaio Vecu-Sec;
- Vario-Guard;
- Mini-Guard;
- VD-SEROC.

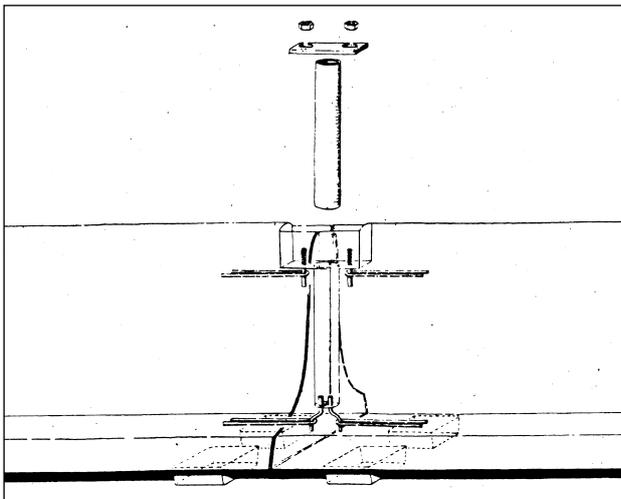


Illustrazione 67: sistema di assemblaggio degli elementi Tric-Bloc

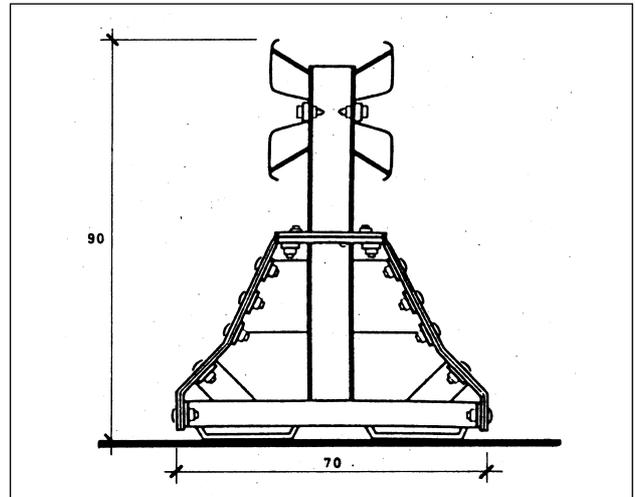


Illustrazione 68: sezione trasversale di una barriera di sicurezza in acciaio Vecu-Sec

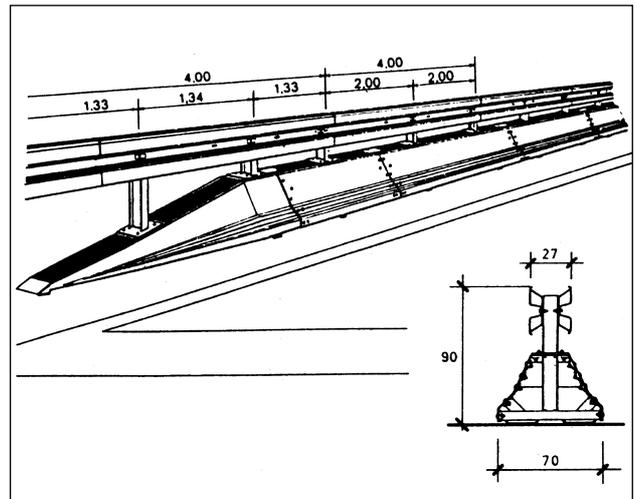


Illustrazione 69: sistema di barriera di sicurezza in acciaio Vecu-Sec

**Gallerie e ponteggi di protezione**

Nell'ambito di cantieri su strade a traffico intenso, si è spesso confrontati alla presenza di linee ad alta tensione delle ferrovie o dei tram, il che necessita delle misure di protezione sia per garantire la continuità d'uso delle installazioni, sia per i lavoratori e le macchine utilizzate (le ferrovie hanno diramato le loro proprie prescrizioni riguardo il traffico ferroviario e le installazioni di linee in tensione - ad esempio le sagome limite, le distanze di sicurezza da rispettare nel caso di una galleria, rispettivamente di un ponteggio di protezione).

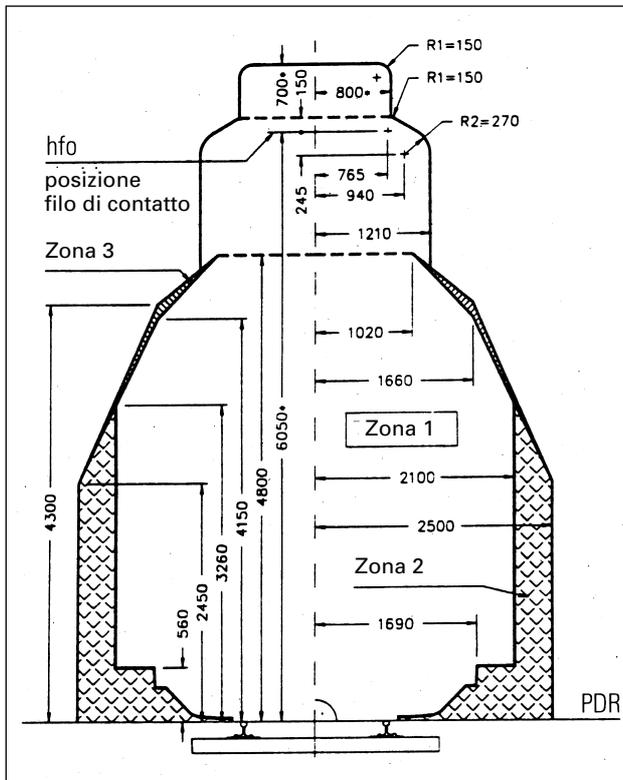


Illustrazione 70: schizzo di una sagoma delle ferrovie (tipo III)

Gallerie e ponteggi di protezione devono essere previsti per ogni opera da realizzare o da risanare a prossimità immediata di una linea ferroviaria. Si possono anche prevedere delle gallerie di protezione sopra le vie di circolazione.

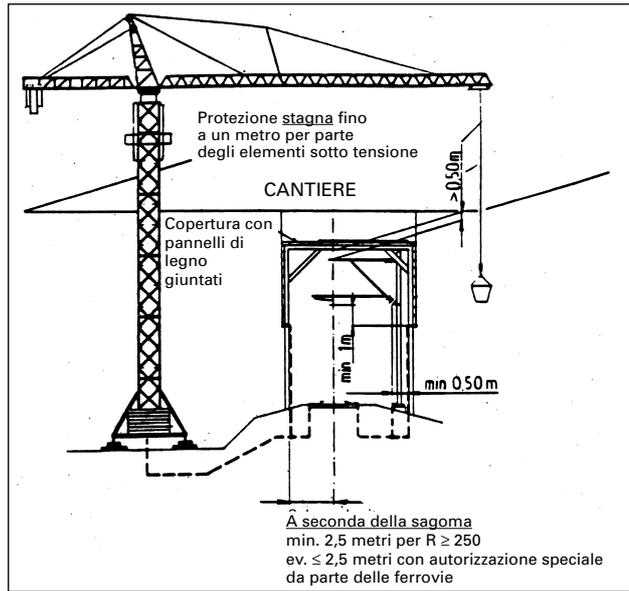


Illustrazione 71: esempi d'impianti...

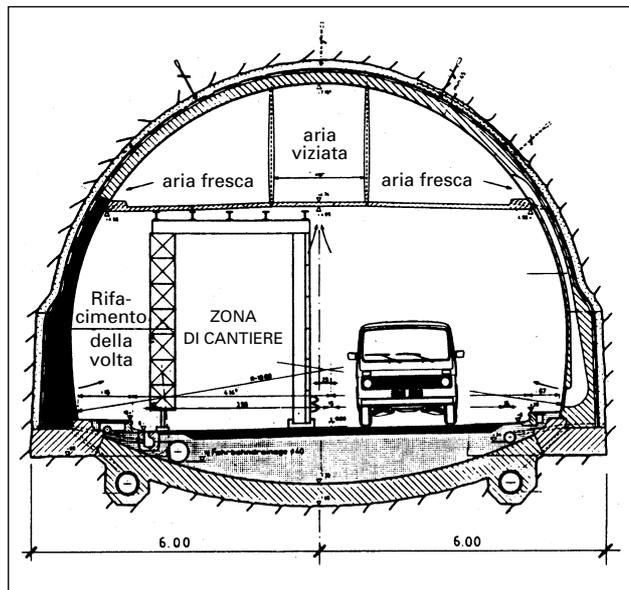


Illustrazione 72: ... di ponteggi di protezione

Le esigenze legate a questo tipo di installazione devono essere definite con gli organismi responsabili. Le fondazioni situate presso vie di circolazione che devono sopportare degli urti di veicoli, devono essere dimensionate ed eseguite con cura.

In vicinanza di installazioni ad alta tensione bisogna eseguire una messa a terra di tutti gli apparecchi e costruzioni metalliche. Queste misure di protezione devono essere oggetto di articoli distinti nell'elenco prezzi.

È importante definire esattamente queste esigenze, completarle con piani o schizzi, e aggiungervi delle indicazioni sui termini di montaggio e smontaggio al di fuori degli orari di lavoro normali.

Le istanze competenti devono approvare questi piani prima della loro messa in opera.

L'impresario può così studiare le informazioni che gli vengono fornite, e proporre un ponteggio o una galleria di protezione tecnicamente ineccepibili.

### **3.4.2 Esecuzione dei lavori per tappe**

Lo svolgimento dell'esecuzione dei lavori deve essere oggetto di riflessione già durante la fase di progettazione.

Nel caso di lavori complessi, appare auspicabile associare al progetto, sin dall'inizio, specialisti provenienti dalle imprese. Le tappe sono da pianificare in modo da causare il minimo disturbo durante i lavori, al traffico autostradale. Conseguentemente, le tappe si succederanno o nel senso della larghezza (evitare se possibile la riduzione del numero di vie di circolazione) o nel senso della lunghezza (successione ottimale delle tappe). Le possibilità d'accesso al cantiere nello stesso senso del traffico, determinano molto spesso la scelta di eseguire i lavori per tappe. È ad esempio impossibile eseguire su un ponte, in simultanea, il getto dei parapetti e l'applicazione a caldo degli strati di impermeabilizzazione.

Lo svolgimento e scaglionamento dei lavori sono determinanti per il programma dei lavori. Delle squadre che si disturbano a vicenda nella loro attività nuocciono alla qualità finale dell'esecuzione, e al rendimento dell'impresa di costruzione.

Se l'ingegnere semplifica troppo il suo lavoro e non studia a fondo il susseguirsi delle tappe, sorgono inevitabilmente discussioni sui costi o termini da rispettare, al momento della delibera o dell'esecuzione dei lavori.

Per evitare a tutti gli interessati di dover eseguire lavori complicati e spesso spiacevoli lungo le stra-

de a traffico intenso, (rumore, odori, pericoli) è stato dimostrato il vantaggio di ricorrere a procedimenti esecutivi con la prefabbricazione in fabbrica o su un cantiere disposto a prossimità. Esperienze concludenti sono state fatte con l'utilizzazione di elementi prefabbricati per la posa di parapetti di tipo New Jersey, sormontati da pareti anti-rumore. Si è potuto così ridurre del 30% circa il tempo di lavoro passato sulla strada, rispetto al getto sul posto. Così facendo è anche possibile rispondere meglio alle esigenze di qualità nella prefabbricazione e controllarle meglio (qualità del calcestruzzo, copertura dei ferri d'armatura, ecc.).

### 3.4.3 Orari di lavoro

Alcuni politici esigono sempre più spesso lavori di notte, malgrado l'esperienza delle ferrovie e di alcuni cantoni dimostri una netta diminuzione del rendimento durante i lavori notturni. Inoltre, lavorando di notte, è quasi impossibile rispondere alle esigenze di qualità richieste per certi lavori. Lavori semplici, come la demolizione con il compressore o tramite acqua ad alta pressione (idrogetto), la sabbiatura, la pulizia delle canalizzazioni o le pareti delle gallerie, sono perfettamente eseguibili di notte. Al contrario, lavori complicati come la posa di pavimentazioni (esecuzione perfettamente piana), la messa in opera del getto del calcestruzzo (qualità, vibrazione, trasporto), ecc. difficilmente si adattano alle condizioni notturne, devono quindi essere evitate il più possibile.



Illustrazione 73: lavori di notte

Il lavoro di notte comporta spesso problemi con il trasporto del materiale attraverso le località (autorizzazioni speciali per fornitori e trasportatori), il rumore occasionato nei paraggi delle case (vibrazioni, martelli pneumatici, idrogetto), l'illuminazione (spesso fastidiosa o addirittura abbagliante per il traffico), e con il personale (sindacati, autorizzazioni, pagamento dei supplementi, contingenze famigliari, cibo, salute).

Uno scambio di esperienze tra vari specialisti delle ferrovie e dei cantoni ha dimostrato molto chiaramente l'importanza crescente di questi problemi. Le ferrovie hanno ammesso di incontrare negli ultimi anni grosse difficoltà per reclutare un numero sufficiente di personale qualificato per realizzare lavori notturni.

Bisogna quindi considerare con molta serietà queste esperienze, a livello della pianificazione, e determinare con cura i lavori che non possono assolutamente essere realizzati di notte.

Per quanto concerne i capitolati d'appalto, occorre definire con esattezza le condizioni-limite corrispondenti e precisare quali saranno o non saranno le prestazioni supplementari da risarcire.

Nel capitolato d'appalto bisogna evitare frasi come «tutte le costrizioni sono da prevedere dall'impresa e saranno comprese nell'offerta».

In linea di principio, l'impresario è libero di consegnare insieme alla sua offerta le proprie varianti d'orario di lavoro, e di cifrarle.

## 3.5 Stima dei costi

### 3.5.1 Divisione secondo CPN 2000

Una stima sommaria dei costi serve a quantificare tutti gli elementi del progetto al fine di fornire una visione generale dei costi previsti di un'opera. Oltre ai costi legati ai lavori di costruzione, bisogna contemplare tutte le altre spese, come i risarcimenti a terzi, gli onorari, ecc., e questo senza potersi riferire ad un elenco prezzi o a delle offerte. La stima dei costi serve da base per l'approvazione del progetto.

Una stima dei costi ben fatta è possibile sulla base delle cifre acquisite con l'esperienza. Le seguenti fonti possono essere utilizzate:

- Manuale della costruzione (associazioni sostenitrici: FAS, SSIC, SIA).
- Opere già realizzate.
- Piano contabile dell'UFS.

Per ciò che riguarda le nuove costruzioni, il rincaro rispetto alle opere già realizzate può essere calcolato sulla base dell'indice delle spese di produzione (ICP-SSIC - Indice dei costi di produzione della Società Svizzera Impresari Costruttori) pubblicato ogni trimestre dalla SSIC.

#### **Osservazione**

*Una standardizzazione e indicizzazione dei costi a livello federale riguardanti lavori tipo di rinnovamento, faciliterebbe di molto il lavoro di valutazione e aumenterebbe il suo grado d'esattezza.*

Per ragioni di comodità, la struttura dei preventivi sarà basata su quella del CPN 2000. Questo faciliterà il confronto dei prezzi indicativi che si trovano negli stessi capitoli o articoli.

Costruzione 2000	
	
	
<b>230 Strade: Opere di prosciugamento, canalizzazioni, condotte</b>	
237	Opere di prosciugamento
238	Tubazioni
<b>240 Costruzione grezza per opere di soprastruttura</b>	
241	Opere in calcestruzzo eseguite sul posto
242	Opere in calcestruzzo prefabbricate
243	Costruzioni in acciaio
244	Appoggi e giunti di transizione
245	Impermeabilizzazione e pavimentazione di ponti
<b>280 Lavori di finitura per strade, opere di sopra e sottostruttura</b>	
281	Barriere elastiche e parapetti
<b>CRB VSS SIA</b>	

Illustrazione 74: CPN 2000, genio civile

La stima sommaria dei costi non deve comprendere tutti i dettagli che sarebbero da prevedere in un elenco prezzi completo. Al titolo degli articoli principali figurano le quantità più importanti, e i prezzi unitari inglobano anche il costo dei lavori meno importanti (plusvalore, ecc.) che possono essere integrati alla prestazione principale. (Il prezzo del calcestruzzo deve, per esempio, includere il costo degli additivi, dei trattamenti della superficie e pulizia dopo il getto).

Le installazioni di cantiere, gli onorari e gli imprevisti vengono presi in conto con una percentuale. La somma del preventivo, stabilito secondo il metodo esposto sopra, potrà essere comparata con delle cifre basate sull'esperienza eventualmente disponibili (prezzo al m<sup>2</sup> ad esempio).

Se il preventivo viene stabilito secondo il CPN 2000, può rivelarsi molto utile per il controllo dei costi di costruzione durante le fasi delle offerte/delibere e della liquidazione.

Se alla fine dei lavori il preventivo viene completato con i costi effettivi, potrà servire da riferimento per altri progetti futuri.

### 3.5.2 Maggior costo provocato dai lavori svolti nel traffico

Questi plusvalori dipendono essenzialmente dai seguenti fattori:

- accessibilità del cantiere;
- condizioni di lavoro;
- stanziamenti supplementari per il lavoro svolto durante la notte o in gruppo;
- orario speciale (molto breve) per il lavoro giornaliero;
- svolgimento dei lavori;
- costruzioni provvisorie, sicurezza, ambiente;
- incertezza nella scelta delle ipotesi durante lo studio di progettazione.

I fattori possono cumularsi e la loro valutazione individuale è soggetta a grandi fluttuazioni.

Le costrizioni e complicazioni che possono presentarsi devono essere prese in conto negli articoli corrispondenti del preventivo e sono da migliorare in percentuale appropriata.

### 3.5.3 Esattezza

L'esattezza della stima dei costi dipende anzitutto dalle eventuali imprecisioni nel progetto (ad esempio a causa di una parte di costruzione sottratta all'ispezione).

Occorre per prima cosa verificare l'esattezza della stima con le offerte degli impresari. Per esperienza si costatano importanti differenze tra un'offerta e l'altra, anche quando gli impresari ricevono lo stesso elenco prezzi. La valutazione individuale delle cause del plusvalore, le regole dell'offerta e della domanda, ma anche l'esistenza di proposte intelligenti di procedimenti d'esecuzione spiegano queste differenze.

Questa prima impressione evidenzia del resto la quasi impossibilità di realizzare il grado di esattezza indicato nel regolamento SIA 103, art. 3.7 che per le costruzioni nuove fissa già un livello di precisione elevato.

<i>Studio di pianificazione</i>	$\pm 25\%$
<i>Progetto di massima</i>	$\pm 20\%$
<i>Progetto definitivo</i>	$\pm 10\%$

L'esattezza della stima dipende inoltre dalla qualità del progetto. Anche nel caso di studi seri e di buoni rilievi dello stato esistente, sussistono sempre delle incognite che comportano delle modifiche del volume dei lavori e, di conseguenza, differenze rispetto al preventivo iniziale.

### 3.5.4 Imprevisti

Tenuto conto delle osservazioni fatte sopra, il capitolo «Imprevisti» merita una particolare attenzione perché può rappresentare una delle somme più importanti del preventivo. Nella costruzione delle strade nazionali, si conta generalmente un 15% di spese supplementari dovute a difficoltà, lavori a regia, rincari, ecc. Questa cifra può essere massicciamente sorpassata in lavori di ripristino o di rinnovamento.

## 4. Fase di preparazione dell'esecuzione

---

<b>4.1</b>	<b>Appalti</b>	77
4.1.1	Condizioni particolari	78
4.1.2	Base di calcolo dei costi	78
4.1.3	Elenco prezzi	78

---

<b>4.2</b>	<b>Osservazioni particolari</b>	81
4.2.1	Persone responsabili	81
4.2.2	Informazioni	81

---

*Il capitolo 4 fornisce alcune indicazioni concernenti la fase di preparazione dell'esecuzione.*

*Nella misura del possibile queste osservazioni devono essere prese in conto durante la preparazione dei capitolati d'appalto e delle offerte.*

*Il corso 2, previsto eventualmente come seguito a questo corso, tratterà dei documenti dettagliati relativi agli appalti (condizioni particolari e capitolato d'onori) come pure della delibera e dell'esecuzione dei lavori.*



## 4.1 Appalti

Gli appalti per i lavori di costruzione per il mantenimento o il rinnovamento delle strade a traffico intenso in esercizio, non si differenziano da quelli per la costruzione a nuovo di un tratto di strada o di opere di soprastruttura. Lo strumento da utilizzare per gli appalti di nuove costruzioni, di lavori di manutenzione o di rifacimento, è in generale fornito dal catalogo delle posizioni normalizzate dell'industria svizzera della costruzione. È a disposizione nella sua versione più recente sotto la denominazione «CPN 2000».

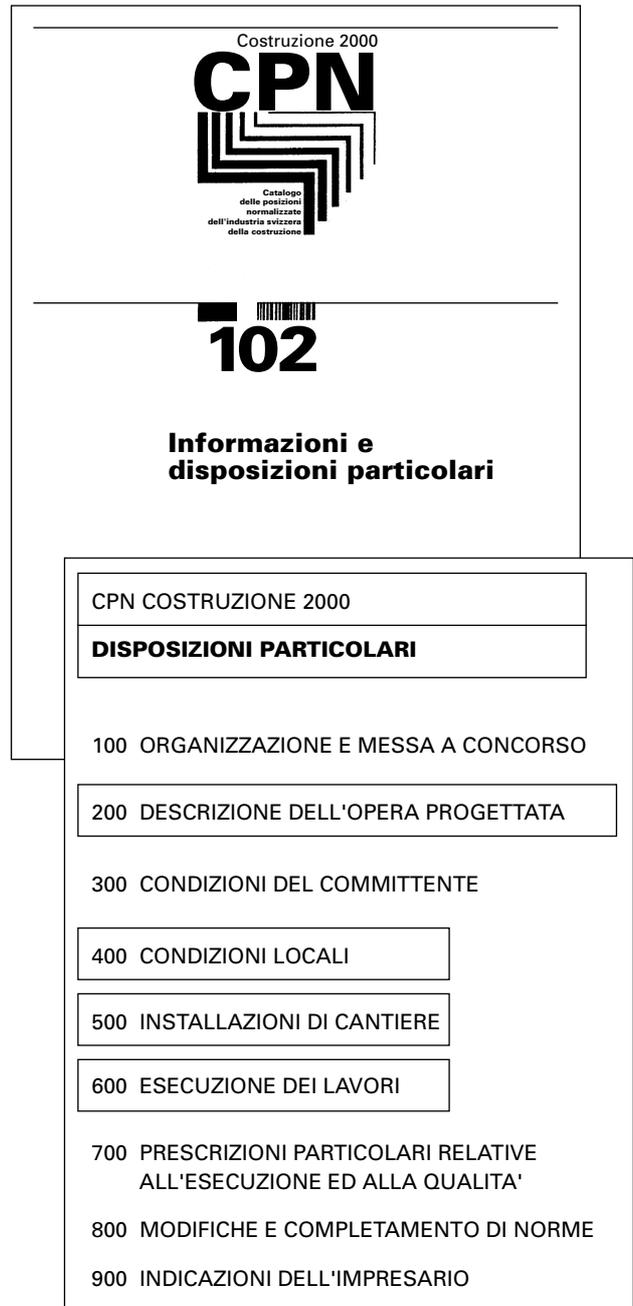


Illustrazione 75: strutturazione delle «Disposizioni particolari» del CPN 2000

Il CPN contiene tutti gli elementi necessari per l'appalto di lavori di manutenzione o rinnovamento. È importante che tutte le condizioni da rispettare nel caso di lavori su un'opera in esercizio, siano contenute nelle basi dell'appalto e che possano essere chiaramente percepite dall'impresario. Si tratta in particolare di indicazioni specifiche elaborate durante la fase di progettazione, riguardanti la gestione della circolazione, le misure di sicurezza, le installazioni di cantiere e lo svolgimento previsto dei lavori.

Questi dati costituiscono la base per la scelta d'installazioni appropriate, la pianificazione dell'assunzione del personale come pure la messa a disposizione di apparecchiature e macchinari appropriati e necessari.

#### 4.1.1 Condizioni particolari

Le «Condizioni particolari» formano una parte del quaderno sugli appalti. Contengono informazioni amministrative e tecniche d'ordine generale, come anche prescrizioni riguardanti la formulazione delle offerte. Da sottolineare che specificazioni riguardo a certi articoli particolari dell'elenco prezzi devono figurare in questo punto, e non nelle «Disposizioni particolari».

Il catalogo CRB No 102, «Informazioni e Disposizioni particolari» serve da base per articolare questa parte del dossier degli appalti.

#### Calendario delle scadenze

Dallo studio del progetto emergono vari punti fissi e concatenamenti. Questi dati formano la trama del procedimento da seguire per l'impresario durante la fase degli appalti. Il calendario delle scadenze che ne deriva, dopo eventuali ritocchi, diventerà parte integrante del contratto d'impresa.

Normalmente, lo svolgimento dell'esecuzione è rappresentato da un programma a barre. Gli eventuali lavori da svolgere per squadre o di notte, e l'assunzione corrispondente di personale dovrebbero emergere chiaramente dallo schema. Ciò significa che oltre allo svolgimento normale del lavoro occorre anche tener conto delle condizioni stagionali e delle date particolari (giorni festivi, fiere, ecc.).

#### Aree di installazione

La loro definizione dipende dalle condizioni locali e dai bisogni legati al procedimento d'esecuzione. Una parte di queste superfici può eventualmente essere sistemata sul tratto di strada in cantiere. Nel caso di una esecuzione per tappe, bisognerà tener conto di bisogni variabili di spazi.

Occorre prestare in particolare attenzione alle possibilità di accesso al cantiere. D'altro canto, biso-

gnerà designare i raccordi per la corrente elettrica, l'acqua potabile e le acque scure, e segnalare le misure derivanti dalle prescrizioni per la protezione delle acque.

#### Richiesta di offerte preliminari

Le offerte preliminari servono da base di decisione per i seguiti dello studio di progetto (ad esempio la scelta di un sistema di precompressione, di un ponteggio, di lavori di impermeabilizzazione e rivestimento).

L'impresario, scelto sulla base di un'offerta preliminare per l'esecuzione di certi lavori parziali, verrà designato come subappaltante in occasione della presentazione degli appalti dei lavori principali. In questo caso bisogna preoccuparsi dei seguenti problemi:

- carattere obbligatorio dell'offerta verso l'imprenditore principale;
- garanzia e durata della garanzia;
- condizioni di pagamento;
- soci contrattuali e vie di servizio;
- contatto con il committente (direzione dei lavori) e l'imprenditore subappaltante.

Bisogna quindi menzionare la collaborazione prevista nel dossier degli appalti.

#### 4.1.2 Basi di calcolo dei costi

Contengono i salari di base e i prezzi-base dei materiali, come anche gli aumenti dell'impresario. Il catalogo CRB no 103, «Basi di calcolo» serve da riferimento. Le «basi di calcolo» fanno referencia per eventuali variazioni di prezzo, o per il calcolo dei prezzi complementari. Di conseguenza, si domanderanno ad esempio i prezzi dei materiali e le prestazioni che interessano il progetto.

#### 4.1.3 Elenco dei prezzi

Le «Disposizioni particolari» e le «Basi di calcolo» descritte sopra sono parte integrante dell'elenco prezzi; a seconda della loro importanza faranno oggetto di un quaderno separato.

Le basi per la preparazione dell'elenco prezzi sono fornite, da un lato dal progetto approvato e dall'altro, dal CPN 2000 del CRB.

La redazione dell'elenco prezzi verrà di preferenza realizzata da un direttore dei lavori sperimentato, in stretta collaborazione con l'autore del progetto.

Il tempo investito in una preparazione accurata dell'elenco prezzi è pagante a più di un titolo. Ar-

ticoli mancanti o incompleti provocano durante l'esecuzione, un aumento del lavoro amministrativo e maggiorazioni dei costi. In caso di incertezza non è però il caso di copiare troppo il catalogo. Troppi articoli elencati con quantitativi minimi portano ad offerte speculative.

### **Preparazione dell'elenco prezzi con il CPN 2000**

Il catalogo delle posizioni normalizzate dell'Industria svizzera della costruzione è pubblicato dal Centro svizzero di studio per la razionalizzazione della costruzione (CRB), e con la VSS e la SIA in qualità di organizzazioni sostenitrici. Il CPN si utilizza in modo universale nell'edilizia e il genio civile.



*Illustrazione 76: CPN 2000, indice analitico*

L'utilizzazione del sistema è semplice nel caso di un appalto per una sola categoria di lavori (ad esempio lavori di rivestimento). Nel caso di lavori più complessi, occorrerà definire un concetto

per la scelta e l'articolazione dei capitoli e degli articoli. Un esempio viene fornito nel paragrafo seguente.

### **Riflessioni concernenti la definizione di un concetto**

Il rifacimento di una strada è spesso legato a quello di un'opera di soprastruttura, oppure, inversamente; il rifacimento di un ponte comporta di solito degli adattamenti al livello della strada o del rivestimento. Nei due casi ne risulta un elenco dei prezzi molto simile.

L'impresario principale può essere un'impresa di costruzioni stradali o un'impresa del genio civile. Bisogna inoltre fare appello anche a delle imprese specializzate.

È opportuno, nella preparazione dei formulari d'offerta, riservarsi la libertà di far partecipare delle imprese specializzate, sia come subappaltanti o, nel caso **di una delibera separata, come impresa secondaria**. In questo caso, la ripartizione delle installazioni deve essere regolamentata.

### **Articolazione e scelta dei capitoli del CPN (esempio)**

Parte generale:

- 102 Informazioni e disposizioni particolari
- 103 Basi di calcolo
- 111 Prezzi a regia
- 113 Installazioni generali di cantiere.

L'impresario principale integra nella sua offerta queste installazioni e le mette a disposizione anche delle imprese specializzate (altre installazioni vedi capitoli 141 e seguenti\*):

- barriere;
- barriere di sicurezza provvisorie;
- pareti di protezione;
- installazioni di semafori;
- ponti provvisori;
- tettoie di protezione;
- ponteggi;
- eventuali smontaggi;
- apparecchi di sollevamento;
- acqua, elettricità e telefono;
- baracche;
- eventuali deviazioni sotto forma di articoli forfettari (articoli dettagliati vedi capitoli 142 e 223);
- ecc.

Altri capitoli (utilizzabili anche per offerte specifiche):

- 141\* Piccoli lavori in calcestruzzo
- 131\* Riparazione e protezione del calcestruzzo
- 132+ Trivellazioni e tagli nel calcestruzzo
- 133+ Rifacimenti e muratura
- 222\* Bordure e pavimentazioni
- 223\* Posa e rifacimento dei rivestimenti o eventualmente 142, piccoli lavori di rivestimento
- 238\* Condotture - tubazioni
- 244\* Appoggi e giunti di dilatazione
- 235\* Impermeabilizzazione e rivestimento dei ponti
- 281\* Barriere di sicurezza e barriere
- 282\* Segnaletica
- ...\* Lavori di pittura
- ...\* Ecc.

La descrizione delle posizioni dei lavori da svolgere viene effettuata di solito con l'informatica. La brutta copia può essere analizzata con l'aiuto di formulari speciali, ma il lavoro davanti allo schermo risulta più efficace. La raccomandazione SIA 451 definisce il formato dei dati.

In questo modo si potrà mettere a disposizione degli imprenditori l'elenco prezzi stampato su carta e, in più, registrato su un supporto dati (ad esempio, dischetto). Per ragioni giuridiche, la consegna delle offerte deve avvenire in forma scritta; la trasmissione dei dati su dischetto faciliterà per contro il confronto delle offerte.

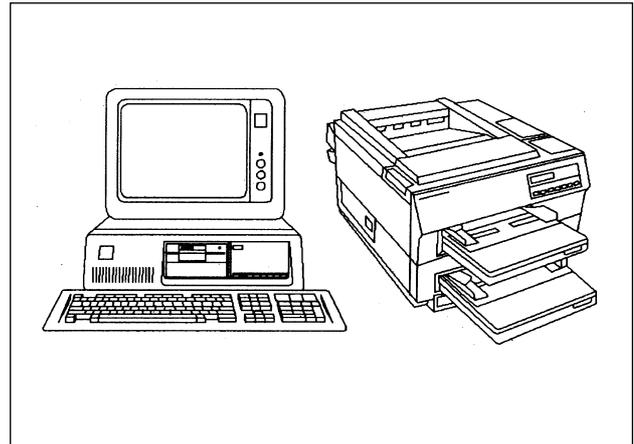


Illustrazione 78: utilizzazione dell'informatica per la preparazione (e la valutazione) dell'elenco prezzi.

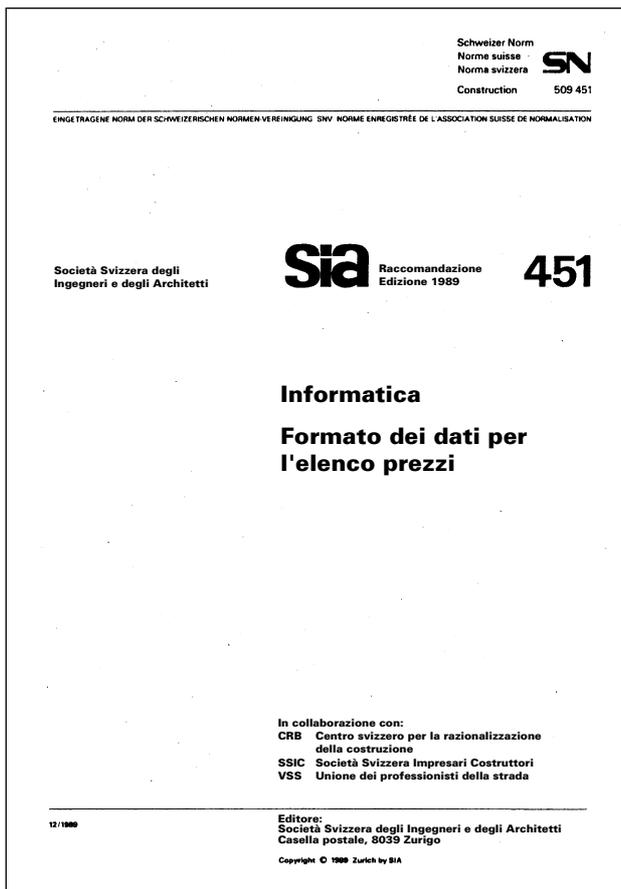


Illustrazione 77: raccomandazione SIA 451

## 4.2 Osservazioni particolari

Nella preparazione dell'esecuzione, occorre considerare due aspetti che rivestono un'importanza particolare nel campo della costruzione in condizioni d'esercizio:

### 4.2.1 Persone responsabili

La costruzione su strade in esercizio pone esigenze elevate a tutte le persone implicate, in special modo nel caso di lavori di manutenzione e rinnovamento particolari e complicati.

Le condizioni di lavoro e i termini molto brevi richiesti per questo tipo di intervento, provocano spese supplementari. Se la padronanza sugli interventi è deficiente si nota subito e un prolungamento della durata dei cantieri comporta un prolungamento della durata degli intralci causati al traffico e a inconvenienti a livello dell'economia pubblica. Per evitare simili fallimenti bisogna preparare coscientemente i lavori e garantire una messa in opera rapida e senza errori. Il costo della direzione dei lavori, e della conduzione del cantiere, sono molto più importanti nel caso di lavori di manutenzione su strade in esercizio che nel caso di nuove costruzioni. Non è sempre facile ma comunque imperativo per gli uffici d'ingegneria e le imprese, assumere per questi cantieri, che presentano spesso condizioni difficili di lavoro, personale qualificato e sufficientemente motivato.

### 4.2.2 Informazione

L'informazione è un'attività di primaria importanza nella preparazione della fase esecutiva. È in genere ai cantoni, ai committenti delle strade a traffico intenso, che incombe questa responsabilità di informare per tempo tutti gli ambienti colpiti dall'apertura di un cantiere. Queste informazioni devono essere concise, complete e chiare. Devono indicare il genere di cantiere, l'inizio dei lavori e la loro durata e, se necessario, le conseguenze che ne derivano.



*Illustrazione 79: pannello informativo riguardante i lavori - buona leggibilità per gli automobilisti*

Una buona leggibilità e percezione dei pannelli informativi è imperativa. L'utilizzazione di lettere maiuscole e minuscole facilita la lettura dei testi.

Si devono informare direttamente:

- l'UFS, i comuni, i confinanti e, nel caso, i cantoni limitrofi;
- il centro di manutenzione, la polizia e le altre amministrazioni implicate;
- le imprese di trasporti pubblici (ferrovia, posta, compagnie di navigazione) nella misura in cui, in un modo o nell'altro, il cantiere le riguarda.

<b>CANTON DE VAUD</b> DÉPARTEMENT DES TRAVAUX PUBLICS, DE L'AMÉNAGEMENT ET DES TRANSPORTS <b>SERVICE DES ROUTES ET DES AUTOROUTES</b> Centre d'entretien des routes nationales 1183 BURSINS Tél.: 021/824 14 71 Fax: 021/824 23 23		
Bursins, le <	Municipalité de <	
V/réf. :		
N/réf. :	<	
Concerne : RN 1 - Lausanne-Genève - Ponts sur l'Aubonne et jonction d'Aubonne		
<		
Dans le cadre des travaux de création de voies d'accélération, de décélération et de bandes d'arrêt d'urgence, ainsi que de l'assainissement des ponts sur l'Aubonne, il est prévu, à la jonction d'Aubonne, de fermer la voie d'accès à l'autoroute en direction de Lausanne.		
Cette restriction sera en vigueur dès le 21 avril 1992 pour une durée de 6 mois environ.		
Une signalisation de déviation sera mise en place pour l'accès à l'autoroute.		
Nous vous remercions par avance de votre compréhension et vous prions d'agréer, < nos salutations distinguées.		
Le chef du Centre d'entretien des routes nationales de Bursins		

Illustrazione 80: informazioni destinate alla stampa in vista di lavori previsti

Il pubblico, e in modo particolare gli utenti coinvolti dal cantiere, possono essere informati dalla stampa, dalle radio locali, con informazioni stradali continue diffuse dalla radio e via teletext; pannelli informativi disposti lungo gli assi che li riguardano possono pure informarli.