

S.F.T.R.F. S.A.  
Société Française du Tunnel du Fréjus  
S.I.T.A.F. S.p.A.  
Società Italiana Traforo Autostradale Fréjus

# TRAFORO AUTOSTRADALE DEL FREJUS GALLERIA DI SICUREZZA

PROGETTO DEFINITIVO 2006

OPERE ESTERNE LATO ITALIA

RELAZIONE GENERALE

 **LOMBARDI SA**  
INGENIEURS-CONSEILS

 **SITEC** engineering s.r.l.

 **MO LI NA**  
architetti designers & associati



## INDICE

	pagina
1. INTRODUZIONE	1
2. INQUADRAMENTO ARCHITETTONICO E URBANISTICO	2
3. DESCRIZIONE NUOVO CENTRO DI SOCCORSO, VENTILAZIONE E MANUTENZIONE	4
3.1 Descrizione degli edifici	4
3.2 Descrizione edificio A	4
3.3 Descrizione edificio B	5
3.4 Descrizione edificio C	6
3.5 Architettura degli edifici	7
3.6 Materiali utilizzati	7
3.7 Piazzali e sistemazione esterna	7
3.8 Manutenzione dei nuovi edifici	8
4. SISTEMAZIONE CENTRALE DI VENTILAZIONE ESISTENTE	8
5. SISTEMAZIONE PAESAGGISTICA DELLE AREE CIRCOSTANTI	9
6. NUOVO PORTALE TRAFORO CON ALLARGAMENTO DEL VIADOTTO	9
6.1 Descrizione architettonica	9
6.2 Soluzione costruttiva	9
6.3 Impianto di illuminazione	11
6.3.1 Concetto	11
6.3.2 Aspetti particolari	12
6.3.3 Soluzioni impiantistiche	12
6.3.4 Illuminazione di base	12
6.3.5 Illuminazione di rinforzo	12
6.3.6 Alimentazione elettrica	13
6.3.7 Regolazione luminosa	13
6.4 Manutenzione	13
7. NUOVO SOTTOPASSO E PARCHEGGIO INTERRATO	14

7.1	Esigenze legate all'intervento	14
7.2	Descrizione dell'intervento	14
8.	LOCALE POLIZIA	15
9.	DISCARICA MATERIALE DI SCAVO LATO ITALIA	16

## 1. INTRODUZIONE

Il traforo autostradale del Fréjus collega il Piemonte (Italia) con la Savoia (Bardonnèche - Modane, Francia), sull'asse Torino-Lione ed è caratterizzata da circolazione bidirezionale su una larghezza carreggiabile di 9 metri e una lunghezza di 12'868 metri.

Allo scopo di incrementare ulteriormente la sicurezza del traforo, una galleria di sicurezza parallela sarà realizzata ad una distanza di ca. 50 m dal traforo principale. Un totale di 34 rifugi saranno realizzati ogni 367 m ca. tra il traforo e la galleria di sicurezza.

Il presente progetto costituisce la messa a punto del Progetto definitivo della galleria di sicurezza. Il progetto base, elaborato nel 2005, e precedente all'incendio del 4 giugno 2005 che ha causato la morte di due persone nel traforo, è stato sottoposto ad analisi in materia di sicurezza da parte del Comitato di Sicurezza anche a seguito della lettera dei Ministri concernente la proposta di « un diametro adatto della galleria che dovrà permettere in ogni evenienza la circolazione dei veicoli di soccorso in tutta sicurezza e agio ».

La lettera dei Ministri ha evidenziato un aspetto determinante per la riuscita delle operazioni di salvataggio: la circolazione dei mezzi di soccorso nella galleria in tutta sicurezza e agio. Il progetto della galleria di sicurezza del 2005, che prevedeva un diametro di 5.00 m, permetteva unicamente l'accesso di ambulanze, ma non di rispondere alle richieste dei Ministri. La discussione all'interno del gruppo di lavoro istituito dal Comitato di Sicurezza ha permesso di evidenziare una soluzione con diametro della galleria di sicurezza di 8.00 m che permette l'accesso ai veicoli di soccorso attuali (Titan e navetta Orthros delle società concessionarie e dei veicoli di soccorso pubblici francesi e italiani). Un numero sufficiente di by-pass e una gestione della ventilazione senza le SAS ai portali permette di definire delle strategie d'intervento efficaci e flessibili per far capo a varie situazioni di rischio.

La probabilità di incendi dei veicoli pesanti nei grandi trafori stradali con circolazione bidirezionale è in aumento negli ultimi anni. L'analisi tecnica dei recenti casi impone di considerare globalmente i punti chiave della sicurezza. In effetti, un solo elemento non è mai determinante per il successo nelle operazioni di soccorso. In quest'ottica la realizzazione di una galleria di sicurezza con un diametro di 8.0 m, permette di raggiungere un livello di sicurezza globalmente ottimale e permettere ai servizi di soccorso di scegliere le migliori strategie d'intervento. Con la realizzazione della galleria di sicurezza si riuscirà inoltre ad ottemperare in pieno alle richieste della nuova normativa europea sulla sicurezza nei tunnel stradali CE 2004/54.

Gli elementi principali, non compresi nel progetto definitivo del 2005, risultanti dallo studio effettuato e che confluiscono nel presente progetto definitivo sono i seguenti:

- Adeguamento del diametro della galleria di sicurezza da 5.50 a 8.00 m.
- Adeguamento del sistema di ventilazione, le SAS ai portali che permettevano la messa in sovrappressione di tutta la galleria di sicurezza, sono sostituite da una serie di acceleratori in volta posati lungo la galleria che garantiscono la sovrappressione. È pure prevista un'estrazione in corrispondenza delle centrali B e C.
- Realizzazione di 5 by-pass per il passaggio dei veicoli di soccorso dalla galleria di sicurezza al traforo.

L'insieme degli altri aspetti progettuali del progetto definitivo del 2005 non sono comunque stati modificati, in particolare;

- Le opere esterne ai portali non vengono modificate.
- Gli impianti, ad esclusione della ventilazione, mantengono lo stesso standard previsto nel progetto definitivo 2005. Vengono unicamente adeguati per rispondere alle modifiche del genio civile.
- Il concetto del trasferimento degli impianti attuali dai locali tecnici del traforo (PHT) alle nuove stazioni tecniche della galleria di sicurezza.
- La modifica della GTC. Anche se questa è stata adeguata in quanto la modifica del concetto di ventilazione della galleria di sicurezza impone che i due sistemi di ventilazione siano coordinati.

Durante i lavori di realizzazione della galleria di sicurezza, che inizieranno nel 2008, la gestione del traforo autostradale non dovrà subire impedimenti. In ogni caso i lavori, sia di genio civile che dell'impiantistica, dovranno essere effettuati senza compromettere il consueto funzionamento del traforo autostradale. L'utilizzazione della galleria di sicurezza, prevista nel 2013, dovrà essere coordinata strettamente con quella del traforo principale.

La presente relazione descrive l'insieme degli interventi previsti all'esterno della galleria di sicurezza dal lato Italia.

## **2. INQUADRAMENTO ARCHITETTONICO E URBANISTICO**

Le nuove opere esterne lato Italia che accompagnano l'intervento della galleria di sicurezza sono previste nella zona dell'attuale stazione di pedaggio-dogana prima dell'entrata al traforo del Frejus e riguardano i seguenti interventi :

- Il centro di soccorso, ventilazione e manutenzione (CSVM) organizzato con tre corpi di edifici nell'area retrostante l'edificio della centrale di ventilazione esistente
- Il nuovo portale al traforo autostradale che si esprime subito dopo il piazzale della stazione di pedaggio in corrispondenza con il nuovo allargamento del viadotto sul torrente Rochemolles
- La sistemazione dell'aspetto esterno della centrale di ventilazione esistente
- Il parcheggio sottopasso interrato nell'area della stazione di pedaggio
- La formazione di un nuovo parcheggio esterno sulla sponda sinistra del torrente Rochemolles per il servizio del CSVM
- La sistemazione paesaggistica delle aree circostanti gli interventi sopracitati.

Il paesaggio all'entrata della valle è così marcato sul versante della sponda destra del torrente Rochemolles dalla successione di quattro "segni" caratteristici della comunicazione tramite trasporti :

- La fortezza entrata dell'imbocco del traforo ferroviario
- Il nuovo portale del traforo autostradale
- Il nuovo complesso di edifici a servizio della galleria di sicurezza del traforo autostradale
- L'elisuperficie.

Con la particolare espressione architettonica-ingegneristica del nuovo portale si vuole dare un significato memorabile all'entrata-uscita di questo importante traforo autostradale europeo.

L'inserimento paesaggistico è caratterizzato dall'ubicazione dei tre nuovi edifici del CSVM, uniformati sotto un'unica copertura, posti allineati tra di loro e con l'edificio della centrale di ventilazione esistente, paralleli all'asse della valle, rispettivamente del torrente Rochemolles.

La particolare posizione dei diversi fabbricati permette la formazione di piazzali, parzialmente coperti, accessibili come finora da due ponti che attraversano il torrente, uno dei quali ricostruito e direttamente collegato con una nuova area destinata a parcheggio di servizio e visitatori.

Dal punto di vista importante del viaggiatore che accede a questo traforo autostradale appare un nuovo portale immerso nel verde della montagna accanto al complesso degli edifici della centrale di ventilazione esistente sistemata e del centro di soccorso, ventilazione e manutenzione; il tutto con una espressione architettonica d'avanguardia.

L'immagine dell'entrata lato Italia della galleria del Fréjus diventa così suggestiva, di forte impatto visivo con espressioni innovative nella tecnologia delle gallerie autostradali, nella cura dell'ambiente e tutela del viaggiatore.

### 3. DESCRIZIONE NUOVO CENTRO DI SOCCORSO, VENTILAZIONE E MANUTENZIONE

#### 3.1 Descrizione degli edifici

Il centro di soccorso, ventilazione e manutenzione (CSVM) è composto da tre fabbricati (corpo A, corpo B, corpo C) allineati nell'area retrostante l'edificio della centrale di ventilazione esistente, disposti in modo che tra loro si formano dei piazzali di manovra e d'accesso; il tutto sotto un'unica copertura per la protezione alle diverse attività dell'esercizio in caso di cattivo tempo e precipitazioni, e come elemento illuminante generale.

Sul fronte est verso il torrente Rochemolles all'interno di ogni singolo edificio sono organizzati i collegamenti verticali (scale, accessi e corridoi) che distribuiscono tutti i livelli interni dei diversi corpi e dei diversi piazzali.

#### 3.2 Descrizione edificio A

Il primo edificio (corpo A) con dimensioni fuori terra di 15,00 metri x 30,00 metri, alto 19,50 metri, è organizzato su quattro livelli, due seminterrati e due fuori terra; i due livelli interrati per collegarsi con l'imbocco del cunicolo della galleria di sicurezza presentano una dimensione superiore di 15,00 metri x 36,80 metri.

Il livello 1 che presenta diversi locali per l'assistenza (urgenze assolute, urgenze relative, poste de l'avant, stoccaggio materiale di soccorso, locale TRIP.M.A., punto di raggruppamento vittime e servizi sanitari) è collegato con l'accesso alla nuova galleria di sicurezza e con il piazzale 1 (dimensioni 37,00 metri x 35,80 metri, superficie mq. 1333); da questo piazzale si può accedere, vicino alla facciata della centrale di ventilazione, per il servizio manutenzione al cunicolo dell'aria pulita del traforo autostradale esistente.

Al livello 2 è organizzata la stazione tecnica (due locali BT e due locali HT) per la galleria di sicurezza e una sottocentrale, accessibile da una rampa indipendente per la fornitura e manutenzione delle stazioni tecniche; da questo livello si può accedere anche ad un cunicolo di distribuzione tecnico che collega tutti e tre gli edifici.

Al livello 3, completamente fuori terra, sono disposte l'officina meccanica, il locale saldatori, il magazzino ricambi, il magazzino pneumatici, il magazzino lubrificanti e un locale guardaroba, il tutto con un fronte contiguo di portoni che danno sul piazzale 2 superiore.

Il livello 4 presenta la copertura del corpo A e alcuni locali tecnici, accessibili tramite una botola automatizzata.

Alla quota dei piazzali 2, 3 e 4 sono ubicati gli altri due edifici (corpo B e corpo C) che sviluppano ognuno un'area edificata di base di metri 15,00 x metri 30,00, per una superficie singola di base corrispondente a mq. 450.

Tabella delle superfici previste:

Livello	Destinazione	Superficie
livello 1	Entrata galleria di sicurezza	160
	urgenze assolute	55
	locale TRI P.M.A.	20
	urgenze relative	26
	ufficio D.S.M.	5
	post de l'avant	13
	stoccaggi materiali di soccorso	13
	punto di raggruppamento vittime	103
	WC uomini	18

	WC donne	18
	vano scala	38
livello 2	locali magazzino	157
	accesso a stazione termica e ventilatori	85
	locale HT	48
	locale BT	48
	locale HT	48
	locale BT	48
	vano scala	48
	sottocentrale	9
livello 3	officina meccanica con carroponete	109
	WC	13
	guardaroba	12
	saldatura	65
	magazzino ricambi-pneumatici	65
	magazzino lubrificanti	65
	guardaroba	17
	vano scala	48
livello 4	locale tecnico	15
	locale tecnico	15
	locale tecnico	15
	locale tecnico	15

### 3.3 Descrizione edificio B

Il secondo edificio (corpo B), alto metri 12,50, al livello interrato (livello 2), vicino al cunicolo tecnico di collegamento dei diversi corpi A-B-C, presenta il locale tank per l'impianto di riscaldamento, il locale BT e un locale disponibile.

Al piano terreno (livello 3) vi sono le autorimesse per i veicoli pesanti, il lavaggio automatico degli automezzi e un servizio WC; al primo piano (livello 4) quattro locali polivalenti per il personale, la cucina-mensa, quattro spogliatoi per le squadre esterne e le squadre SITAF, i servizi sanitari.

Il livello 5 presenta la copertura del corpo B e alcuni locali tecnici accessibili sempre da botola.

Tabella delle superfici previste:

Livello	Destinazione	Superficie m2
livello 2	Locale tank	97
	Locale BT	32
	Cunicolo distribuzione	36
	Vano scala	16
	disponibile	11
Livello 3	Lavaggio automezzi con fossa	65
	Autorimessa veicoli pesanti	280
	Vano scala	48
	WC uomini	17
Livello 4	Locale polivalente	33
	Cucina-pranzo	33
	Spogliatoio squadra SITAF	20
	Spogliatoio squadra SITAF	20
	Spogliatoio squadra esterna	20
	Spogliatoio squadra esterna	20

	WC uomini	17
	WC donne	17
	distribuzione	61
	Vano scala	48
livello 5	locale tecnico	15
	locale tecnico	15
	locale tecnico	15
	locale tecnico	15

### 3.4 Descrizione edificio C

Il terzo edificio (corpo C), alto come il corpo B metri 12,50, al livello interrato (livello 2) vicino al cunicolo tecnico di collegamento dei diversi corpi A-B-C, presenta un locale BT e una sottocentrale. Il piano terreno (livello 3) contiene i silos per il sale (due postazioni di carico) con i locali di comando, per l'impianto oleodinamico e il quadro di comando, tre magazzini di cui uno per la segnaletica e i servizi WC. Al primo piano (livello 4) l'archivio, un ufficio, due locali disponibili e i servizi WC.

L'ultimo livello, il 5, presenta la copertura e alcuni locali tecnici accessibili da botola.

Sul fronte nord del corpo C, oltre ad un piazzale d'accesso di dimensioni 10,00 metri x 30,00 metri, superficie mq. 300, si sviluppa un eliporto doppio con superficie di mq. 1146.

Tabella delle superfici previste:

Livello	Destinazione	Superficie m2
livello 2	Locale BT	63
	Cunicolo distribuzione	21
	sottocentrale	25
	Vano scala	16
Livello 3	Silo sale due postazioni	135
	Locale cabina comando	13
	Locale impianto oleodinamico	7
	Locale quadro comando	8
	magazzino	39
	magazzino	39
	Magazzino segnaletica	39
	Deposito olii e rifiuti	54
	WC uomini	17
	Vano scala	48
Livello 4	Silos sale	135
	archivio	103
	Disponibile-ufficio-magazzino	20
	Disponibile-ufficio-magazzino	20
	ufficio	20
	WC donne	17
livello 5	locale tecnico	15
	locale tecnico	15
	locale tecnico	15
	locale tecnico	15

### **3.5 Architettura degli edifici**

I fronti corti delle facciate dei singoli edifici sono previsti con pannelli sandwich di tamponamento prefabbricati, isolati e resistenti al fuoco, con rivestimento a lastre d'alluminio anodizzato.

I fronti lunghi delle facciate prevedono nei piani fuori terra pannelli di tamponamento prefabbricati compresi di serramenti (con vetri isolati, termoacustici e di sicurezza) e griglie di ventilazione. Al piano terreno portoni industriali sezionali con profili tubulari di alluminio, taglio termico, ed elementi trasparenti in lastra doppia di acrilico.

La copertura principale sopra i tre edifici è composta da una struttura a traliccio in acciaio tubolare e da lastre traslucide.

Per i corpi A-B-C sono organizzati tre piazzali di dimensione metri 20,00 x metri 30,00 e di superficie mq. 600 (piazzali 2 e 3), rispettivamente di metri 10,00 x 30,00 e superficie mq. 300 (piazzale 4); adatti per le manovre con veicoli pesanti anche di grandi dimensioni, accessibili da una rampa indipendente a doppia percorrenza.

I tre corpi A, B e C fanno d'appoggio ad una grande copertura di dimensione metri 34,30 x metri 101,00 per una superficie totale di mq. 3464.

### **3.6 Materiali utilizzati**

Le parti interrate di ogni edificio sono in calcestruzzo armato.

La struttura portante fuori terra è composta da elementi portanti in carpenteria metallica con struttura modulare a castello.

Per ogni edificio il modulo assiale, lato corto, si esprime con metri 5,85/8,75, lato lungo con metri 4,75/5,0 /5,0/5,0/5,0/4,75.

I solai sono di carpenteria metallica e calcestruzzo gettato.

Le pareti interne principali di separazione sono di tipo sandwich in cartongesso, con un vano per il passaggio verticale delle condutture e i cavi in collegamento con i locali tecnici posti al livello della copertura.

I materiali e le finiture interne sono descritti in modo dettagliato sul computo metrico estimativo.

Per la copertura è previsto l'utilizzo di lamiere grecate di tipo tradizionale che sistemate sul piano inferiore e superiore della struttura portante garantiranno la necessaria illuminazione naturale dei piazzali.

### **3.7 Piazzali e sistemazione esterna**

Lungo il fronte ovest dei tre edifici, ai piedi della montagna, direttamente accessibile dai piazzali è organizzato un'asse carrabile parzialmente coperto, in corrispondenza degli edifici, che permette l'accesso alla zona retrostante fino alla centrale termica esistente.

Sulla sponda sinistra del torrente Rochemolles, vicino al nuovo ponte carrozzabile che sostituisce leggermente più a monte l'esistente, è stata disposta un'area di parcheggio per 41 posti auto.

L'elenco delle superfici dei piazzali risulta come segue :

- piazzale 1	mq.	1333
- piazzale 2	mq.	600
- piazzale 3	mq.	600
- piazzale 4	mq.	300
- elisuperficie	mq.	1146

### 3.8 Manutenzione dei nuovi edifici

Per la copertura eseguita in lamiera grecate non sarà necessaria alcuna manutenzione.

Per le facciate esterne degli edifici sarà necessaria una pulizia annuale con un getto d'acqua ad alta pressione.

## 4. SISTEMAZIONE CENTRALE DI VENTILAZIONE ESISTENTE

L'attuale edificio della centrale di ventilazione si presenta con facciate strutturate di cemento armato di espressione formale molto pesante e linguaggio industriale di tipo prevalentemente ingegneristico. Elementi come la copertura a falde irregolari, i diversi corpi di fabbricati contigui e più bassi sul fronte del torrente, la canna fumaria di dimensioni sproorzionate, l'aggancio con il manufatto del portale della galleria sul fronte del pendio, messi assieme concorrono ad accentuare uno stridente contrasto sia con il paesaggio circostante rappresentato dall'entrata della valle sia con i nuovi interventi.

Si propone pertanto un nuovo "vestito" sulle quattro facciate e sul camino con maglie metalliche stirate, in modo da schermare l'edificio e i suoi annessi, con il concetto di "quinta", ma nel contempo permettere ancora il passaggio dell'aria. Il nuovo inserimento è composto da pilastri a doppia T in acciaio, distanti dalle facciate esistenti di 2,00 metri, fissati a terra con fondamenta singole e ancorati nelle estremità superiori. Per evitare un'insufficienza di stabilità, ogni lato viene rinforzato con tiranti posti nella parte superiore delle quinte.

Le quinte sono composte da griglie in lamiera stirata con piegatura ai bordi (scatolato), trattate in superficie con coprenti colorati, resistenti all'usura, alle intemperie e alla corrosione.

## **5. SISTEMAZIONE PAESAGGISTICA DELLE AREE CIRCOSTANTI**

L'impostazione delle scelte ubicative dei tre nuovi edifici del centro e dell'area di parcheggio è stata analizzata coerentemente con l'organizzazione del cantiere della galleria di sicurezza, in particolare per quanto riguarda anche la ricollocazione del materiale di scavo.

A lavori ultimati è prevista una sistemazione paesaggistica con interventi di recupero ambientale in corrispondenza delle sponde del torrente Rochemolles quale area pubblica di svago e il ripristino funzionale della strada ex-militare della Melnise ai fini escursionistici e di gestione forestale.

Attorno ai nuovi edifici, in particolare nelle scarpate ai piedi della montagna sono previsti interventi di recupero del reinverdimento.

## **6. NUOVO PORTALE TRAFORO CON ALLARGAMENTO DEL VIADOTTO**

### **6.1 Descrizione architettonica**

Nell'ambito di una riqualifica ambientale per migliorare l'attuale inquinamento visivo, coerentemente con il concetto dell'inserimento architettonico urbanistico relativo l'impostazione per un rilancio dell'immagine di tutti gli interventi esterni lato Italia, si prevede un nuovo portale con forme dinamiche e innovative.

In particolare, a differenza della situazione attuale, il nuovo portale viene inserito nella montagna completamente indipendente e distaccato dai manufatti della centrale di ventilazione esistente.

Le sue dimensioni, in larghezza dettate dall'esigenza di poter disporre delle corsie di sicurezza laterali al campo stradale per il servizio della manutenzione e in altezza per l'eventuale inserimento dell'impianto di ventilazione, necessitano l'allargamento del viadotto autostradale esistente, contemporaneamente risanato. Nella parte artificiale interrata potrebbe entrare in considerazione la formazione di locali tecnici.

Il nuovo portale concettualmente riprende l'architettura organica di una gabbia toracica con spina dorsale. Le costole del tronco di cono con nervature e torsioni variabili sono previste in calcestruzzo armato gettato in opera. Nell'intervallo tra una costola e l'altra sono inserite membrane traslucide in plexiglas (resistente all'usura del tempo e intemperie) per impedire la caduta dei depositi di neve e per creare oltre ad una trasparenza visiva, effetti di illuminazione adeguati (evitando l'effetto zebra sulla carreggiata) e limitare l'inquinamento fonico.

La spina dorsale, composta da una trave orizzontale con elementi di calcestruzzo, oltre a servire come vano per l'impiantistica e l'illuminazione, permette di ricevere le spinte orizzontali di ogni elemento "costola" inclinato verso il punto di appoggio sull'imbocco.

### **6.2 Soluzione costruttiva**

Per la realizzazione della struttura si è previsto di operare mediante getti in opera di calcestruzzi ad alta prestazione che garantiscono resistenze pari a 75 Mpa.

Trattandosi di un'opera che deve essere realizzata minimizzando le interferenze con il traffico veicolare nel traforo la tecnologia prevista e le fasi esecutive sono le seguenti:

- Realizzazione dell'allargamento laterale del viadotto esistente mediante elementi strutturali a cassone (prefabbricati eventualmente in parti) e precompressi in opera.
- Durante tale fase dovendo procedere alla realizzazione di un ponteggio, verrà realizzata anche una manutenzione straordinaria del calcestruzzo esistente (idropulitura, trattamento armature, applicazione di malta per il ripristino del copriferro).
- Montaggio a piè d'opera e posizionamento di un portale-cassaforma di lunghezza pari a circa 35 metri per la realizzazione dei getti in opera; la struttura, spostabile su monte permetterà al suo interno il traffico veicolare ordinario.
- Il tratto di galleria artificiale a sezione costante (lunghezza 35 metri circa) e la parte all'aperto realizzata con gli archi a doppia curvatura (lunghezza 100 metri circa) sono realizzati con tre spostamenti del portale-cassaforma con inizio dall'imbocco esistente e procedendo verso il piazzale.

Per le imposte delle arcate che non interessano il viadotto, verranno realizzate delle opere di fondazione indirette a margine delle carreggiate, limitando quindi le interferenze al traffico.

La cassaforma da realizzare è una combinazione di travi in legno ad elevata resistenza, correnti d'acciaio e pannelli per casseforme. Da questi componenti si possono assemblare elementi adattabili alle grandezze desiderate e impiegati nelle più diverse finalità di costruzione, come superfici curve, inclinate ecc., garantendo una grande modularità nell'assemblaggio. Le travi portanti vengono fissate con morsetti in modo sicuro e stabile al corrente. Con il listello di giunzione gli elementi casseranti vengono uniti ed allineati gli uni agli altri in modo che resistano a trazioni e a pressioni. L'adattamento in larghezza avviene tramite prolunga di compensazione. In questo modo le superfici di posizione di 0-64cm possono essere chiuse in modo uniforme. Gli angoli interni vengono casserati con l'angolo interno 20. Sull'angolo esterno gli elementi vengono posizionati con battuta uno sull'altro e legati con un tenditore angolare universale.

Come accessorio, il puntello a doppia regolazione permette un'installazione ed un allineamento degli elementi casseranti senza problemi. La puntellazione è costituita da travi in acciaio e puntelli per carichi elevati, capaci di adattarsi in modo efficiente e flessibile ai carichi dovuti ai getti. Nel sistema di cassetatura previsto vengono combinati acciaio e legno, la cassetatura superiore variabile ed adattabile a qualsiasi forma e geometria, e' supportata da una puntellazione estremamente veloce in fase di montaggio ed adattabile alle più diverse richieste di carico.

I tre telai di base di diversa altezza mt. 0,90 - 1,20 - 1,80 possono essere combinati a seconda delle varie esigenze di viabilità interna e di cantiere.

I singoli telai possono essere posizionati ad interassi diversi a seconda del carico con opportune aste orizzontali e diagonali.

Le teste registrabili e i piedi registrabili favoriscono la messa in quota delle singoli torri. Lo spostamento del cassero a solaio avviene semplicemente con martinetti di movimentazione. Pannello multistrato d'alta qualità, in legno di betulla finlandese, per impieghi frequenti, permette di realizzare superfici in calcestruzzo lisce e pulite; la pellicola è in resina fenolica, 120 g/m<sup>2</sup>, l'incollaggio in resina fenolica, conforme a BFU, DIN 68705-T3, resistente all'acqua e al calore. con spessore da 21 a 9 mm in funzione delle esigenze del getto.

Trattandosi di una struttura articolata e complessa, unica nel suo genere per forma e tipologia, nelle successive fasi progettuali ed esecutive dovranno essere affinate tutte le problematiche inerenti a :

- affidabilità e prestazioni del calcestruzzo in termini di definizione delle miscele (aggregati, tipo e quantità di cemento, dosaggio acqua ed additivi acrilici e colorante) dei controlli di accettazione, sia preliminari sia in fase di esecuzione;
- modalità della cassetta a contatto con i getti, impiegando eventuali matrici in gomma per la definizione dell'aspetto superficiale;
- modalità delle riprese di getto;
- tipologia dei pannelli in plexiglass di protezione della carreggiata.

I tempi di realizzazione possono essere stimati in un mese per il montaggio a piè d'opera del portale-cassaforma ed un mese per ciascuno dei tre campi di getto, per un totale di quattro mesi.

### **6.3 Impianto di illuminazione**

La realizzazione della copertura implica, sotto il profilo illuminotecnico, significative conseguenze alla viabilità, poiché costituisce di fatto un prolungamento del traforo.

Nel presente capitolo si vogliono pertanto affrontare gli effetti di visibilità diurna e notturna che la copertura avrà sul sistema viario all'imbocco del traforo ed individuare le soluzioni per un efficace impianto di illuminazione.

L'impianto di illuminazione all'imbocco dovrà essere studiato tenendo conto delle seguenti esigenze:

- assicurare agli utenti una buona visibilità e quindi una guida sicura nelle 24 ore, con adeguati valori di illuminamento, uniformità di luminanza e assenza di abbagliamento;
- garantire la continuità del sistema luminoso tra la nuova copertura e l'impianto attuale nell'imbocco esistente del traforo, al fine di rendere l'impianto uniforme per ottimizzare il comfort di guida;
- realizzare un impianto funzionale e duraturo sulla base delle attuali conoscenze e raccomandazioni in materia.

Le prescrizioni normative attualmente in vigore che richiedono un impianto di illuminazione per le gallerie stradali sono:

- Direttiva 2004/54/CE del Parlamento Europeo, 29 aprile 2004 - "Requisiti minimi di sicurezza per le gallerie della rete stradale transeuropea";
- DPP Anas, novembre 2004 "Linee guida per la progettazione degli impianti tecnologici nelle gallerie stradali";
- Norma UNI 11095, dicembre 2003 - "Illuminazione delle gallerie stradali";
- Pubblicazione CIE 88-1990 - "Guida per l'illuminazione di gallerie e sottopassi stradali";

Uno studio illuminotecnico approfondito, da sviluppare nella fase di progetto esecutivo, dovrà tenere conto delle raccomandazioni riportate dalle suddette norme.

#### **6.3.1 Concetto**

Il dimensionamento dell'impianto di illuminazione si baserà sui seguenti aspetti:

- caratteristiche geometriche della nuova copertura;
- caratteristiche geometriche del traforo;
- esigenze di luminanza all'entrata e all'interno.

La conformazione della nuova copertura permette di installare degli apparecchi illuminanti nell'incavo della trave in sommità, nella quale sarà possibile anche ricavare il passaggio cavi ed ospitare gli accessori di derivazione.

All'interno del traforo sarà mantenuta l'attuale posizione degli apparecchi illuminanti, ossia disposti su due file lungo le pareti.

#### *6.3.2 Aspetti particolari*

Gli elementi traslucidi inseriti nella nuova copertura, per la loro caratteristica di semi-trasparenza, permettono di ottenere un importante contributo di luce naturale dall'esterno, a vantaggio di una riduzione del numero di apparecchi illuminanti da installare.

Peraltro va considerato che tali elementi sono disposti in modo alternato alle costole di cemento armato, per una lunghezza complessiva di circa 70 m.

Lungo questo tratto, all'occhio del conducente si presenta un effetto di ombra e luce tanto più intenso quanto più aumenta l'apporto di luce naturale e la velocità di transito.

L'impianto di illuminazione sarà quindi dimensionato tenendo conto dell'esigenza di attenuare l'effetto "zebratura".

#### *6.3.3 Soluzioni impiantistiche*

Il sistema di illuminazione esistente nel traforo presenta le caratteristiche tipiche di un impianto per imbocco di galleria, in quanto è suddiviso in illuminazione di base, installata lungo l'intero tracciato del traforo, e in illuminazione di rinforzo, necessaria ad attenuare l'effetto "buco nero" dovuto al passaggio dalla luce esterna al buio interno del tunnel.

La scelta progettuale che si intende adottare per il sistema di illuminazione della nuova copertura conferma il concetto impiantistico esistente nel traforo.

#### *6.3.4 Illuminazione di base*

L'illuminazione di base sarà costituita da apparecchi per lampade fluorescenti, che, in ore notturne, assicurano una continuità del tipo di luce diffusa all'interno del traforo.

Le lampade fluorescenti hanno un'elevata resa cromatica e presentano una buona efficienza luminosa, che permette di ottenere un apprezzabile livello di luminanza sulla carreggiata.

#### *6.3.5 Illuminazione di rinforzo*

Per assicurare, in ore diurne, un buon comfort visivo all'utente in ingresso nel traforo, l'impianto di illuminazione di rinforzo richiede una zona all'imbocco con elevati valori di luminanza via via decrescenti, per garantire l'adattamento dell'occhio dai massimi valori d'illuminamento esterno a quelli interni del tunnel.

Questo aspetto va considerato in particolar modo in corrispondenza del punto dove termina l'apporto di luce naturale che filtra attraverso gli elementi traslucidi della copertura.

Per l'illuminazione di rinforzo saranno impiegate sorgenti luminose a vapori di sodio ad alta pressione che, grazie alle elevate prestazioni in termini di efficienza luminosa, permettono di soddisfare, con un numero contenuto di apparecchi illuminanti, i seguenti requisiti:

- livelli ottimali di luminanza della carreggiata;
- possibilità di regolazione del flusso luminoso fino al 40%;

- ottimizzazione dei consumi di energia elettrica grazie alla regolazione luminosa;
- lunga durata di vita;
- buona resa cromatica.

#### **6.3.6 Alimentazione elettrica**

L'alimentazione elettrica sarà assicurata dalle cabine di trasformazione vicine all'imbocco (PHT02 e 19), ubicate all'interno della centrale di ventilazione "D".

In tali cabine sono attualmente presenti i quadri elettrici di illuminazione che alimentano l'impianto esistente del traforo.

La predisposizione degli interruttori di protezione dei circuiti luce per il nuovo impianto di illuminazione sarà valutata nell'ambito dell'intervento di trasferimento / rinnovamento dei PHT.

L'alimentazione se sarà suddivisa in più circuiti, per permettere di:

- contenere le sezioni di linea entro valori ragionevoli;
- aumentare la selettività in caso di guasti;
- suddividere le accensioni in modo differenziato.

Ogni circuito previsto sarà 3F+N, con carico distribuito sulle tre fasi in modo simmetrico ed equilibrato.

La suddivisione dei circuiti permette inoltre di ripartire l'alimentazione dell'impianto di illuminazione di base tra rete di distribuzione normale e rete di soccorso. Questa ripartizione garantisce il funzionamento di una parte dell'impianto di illuminazione di base anche in caso di mancanza della tensione di rete normale.

#### **6.3.7 Regolazione luminosa**

L'illuminazione di rinforzo sarà regolata in funzione alla luminanza esterna, al fine di ottimizzare i livelli di luminosità all'imbocco, di evitare fenomeni di abbagliamento e di conseguire un sensibile risparmio energetico.

La luminanza esterna sarà rilevata mediante una sonda ottica, posta in prossimità dell'imbocco, ed il relativo segnale sarà trasmesso a dei regolatori di flusso predisposti in corrispondenza dei quadri elettrici di alimentazione e comando.

I regolatori di flusso avranno il compito di parzializzare la tensione di alimentazione dei circuiti di illuminazione di rinforzo, in modo da:

- assicurare un risparmio energetico fino a circa il 40%, grazie alla stabilizzazione ed alla regolazione della tensione di alimentazione delle lampade in modo programmabile;
- aumentare sensibilmente la durata di vita delle lampade riducendo di conseguenza i costi di manutenzione, sostituzione e smaltimento.

### **6.4 Manutenzione**

Le parti in calcestruzzo non necessitano di particolare manutenzione mentre le parti in plexiglas dovranno essere lavate con un getto d'acqua ad alta pressione.

Per quanto riguarda la parte interna della struttura è necessario integrare la pulizia delle superfici in plexiglas nei piani di pulizia delle pareti del traforo che attualmente vengono svolte regolarmente più volte l'anno.

Per la parte esterna delle superfici in plexiglas sarà da prevedere una pulizia annua.

## **7. NUOVO SOTTOPASSO E PARCHEGGIO INTERRATO**

### **7.1 Esigenze legate all'intervento**

L'intervento consente l'eventuale passaggio delle autoambulanze dal tunnel all'imbocco dell'autostrada A32 Torino-Bardonecchia, e viceversa, in caso di incidenti e blocco della circolazione sulla piattaforma.

L'intervento è stato ritenuto necessario per la pericolosità del tratto in oggetto e per le interferenze del flusso degli utenti del tunnel. Allo stato attuale, infatti, esiste l'obbligo per le auto e i pedoni di attraversare la piattaforma in superficie.

L'opera, infine, consente, rispetto alla situazione attuale, un numero maggiore di stazionamenti delle autovetture del personale della Direzione della Società Italiana Traforo Autostradale del Frejus.

A seguito delle riunioni svolte nei giorni 08/06/2004 e 17/06/2004, sono state valutate le seguenti modifiche e integrazioni migliorative che non hanno snaturano l'interpretazione iniziale del progetto contenuta nel progetto preliminare:

- realizzazione di una rampa aggiuntiva in corrispondenza dell'arrivo dell'autostrada A32 Torino - Bardonecchia
- il passaggio pedonale sotterraneo che dal sottopassaggio/parcheggio porta agli uffici di direzione ha uscita con scale e ascensore nel piazzale davanti all'entrata degli uffici, ai fini dell'adeguamento per i disabili;
- realizzazione di una bussola tra il sottopassaggio/parcheggio e l'imbocco del passaggio pedonale;
- l'inserimento di locali tecnici da adibire a deposito cartaceo.
- realizzazione di 71 posti auto interrati (di cui n°2 per disabili) e 6 posti auto aggiuntivi alla quota del piazzale coperti da pensilina.

### **7.2 Descrizione dell'intervento**

L'intervento prevede la costruzione di un passaggio sotterraneo adibito a parcheggio all'altezza della piattaforma di accesso al tunnel antistante il pedaggio. Esso occupa l'intera larghezza della piattaforma, dall'attuale muro di contenimento (lato a monte) fino alla testa della scarpata (lato a valle). I collegamenti tra il parcheggio sotterraneo e l'esterno sono consentiti attraverso una via d'entrata a senso unico (uscita della A32, lato a monte) e una via di uscita a senso unico (uscita del tunnel, lato a valle). E' stata, inoltre, prevista una seconda via di entrata speculare alla prima, il cui accesso è consentito alle sole ambulanze al fine di consentirne il passaggio indisturbato in caso di emergenza. Un passaggio pedonale consente la comunicazione tra il parcheggio e gli uffici direzionali.

Al fine di velocizzare l'esecuzione dell'opera data la sua posizione strategica, essa è realizzata con strutture prefabbricate in cemento armato per quanto riguarda la galleria dell'autorimessa e il passaggio pedonale di collegamento (fondazioni, muri e copertura), mentre i completamenti, le rampe e le opere di preconsolidamento degli scavi sono in cemento armato gettato in opera. L'intera opera sarà, quindi, completata con impermeabilizzazione.

A seguito delle osservazioni delle società concessionarie, sono state riportate le modifiche rispetto al progetto definitivo fase 1. In particolare, è stato modificato il posizionamento della rampa di uscita (direzione Torino) che è stata traslata il più possibile verso il muro di sostegno del piazzale (lato torrente Rochemolles) posizionando l'intercapedine areata al di fuori del piazzale, ovvero in corrispondenza dell'inizio scarpata. Tale modifica planimetrica ha comportato, sia

l'aumento dei posti auto da 68 a 71 (compresi i 2 posti auto per disabili), che la realizzazione di una via d'accelerazione in uscita dal parcheggio di maggiore larghezza e più accessibile. L'altra modifica riportata è stata quella riguardante il posizionamento di una pensilina di copertura tra la zona di uscita dell'edificio uffici direzionali e l'uscita pedonale del parcheggio sotterraneo, in modo da utilizzare la struttura frangisole esistente come sostegno laterale della stessa.

Sono dunque previsti 71 posti auto (compresi i 2 posti auto per disabili) di 4.75 metri di profondità e 2.5/3.0 metri di larghezza, disposti su due allineamenti intervallati da una corsia centrale di manovra di 5.50 metri di larghezza per una luce netta totale di 15 metri. La corsia centrale è utilizzata anche come corsia pedonale per l'attraversamento della piattaforma con pavimentazione antisdruciolevole ed impermeabile.

La lunghezza complessiva dell'opera è di circa 100 metri (rampe escluse) la cui pendenza longitudinale è pari allo 0.18 % verso valle (verso il torrente Rochemolles), mentre la pendenza trasversale è pari a 2% e 1%. L'altezza utile all'interno del sottopassaggio è di 3.00 metri comprensivi degli spazi funzionali per gli equipaggiamenti al soffitto. Tale altezza consente il transito agevole delle ambulanze.

#### **8. LOCALE POLIZIA**

E' stata prevista, nella corsia di uscita lato Italia un locale per il controllo di Polizia.

Il fabbricato tra dimensioni in pianta pari a 5.50 x 3.50 ed è composto da postazione-ufficio, servizi igienici e disimpegno, oltre a due posti auto laterali per lo stazionamento delle auto di servizio.

## 9. DISCARICA MATERIALE DI SCAVO LATO ITALIA

Il materiale proveniente dagli scavi è stimato come segue:

<i>tronco</i>	<i>Sezione</i>	<i>lunghezza</i>	<i>volume</i>	<i>volume + 30%</i>
	m2	m	m3	m3
TBM	66.48	10'260.00	682'044.79	886'658.23
Esplosivo	64.27	2'615.00	168'066.05	218'485.87
PHT	64.27	318.00	20'437.86	26'569.22
Rifugio	24.35	1'402.00	34'138.70	44'380.31
Centrale	52.50	50.00	2'625.00	3'412.50
bypass	32.43	245.00	7'945.35	10'328.96
Camera montaggio	226.72	100.00	22'672.00	29'473.60
Collegam AV	22.73	600.00	13'638.00	17'729.40
			<b>951'567.75</b>	<b>1'237'038.08</b>

il totale da portare a discarica è pari a circa 1.250.000 m3 di cui 700.000 in Italia (da dove si scava il bypass centrale ed il rifugio 18 e la camera di smontaggio)

8.000 mc sono utilizzati per la sistemazione e la riqualificazione dell'imbocco italiano attuale del traforo, pertanto la quantità da dimettere in discarica è pari a 692.000

Il 50% di tale cubatura deve essere smaltito nel versante italiano; sono state valutate le seguenti ipotesi alternative:

- 1) deposito in loco nel versante orografico destro del torrente Rochemolles, nella zona a monte dell'imbocco già interessato al deposito in fase di costruzione del traforo negli anni '80;
- 2) deposito in località Clarea, in una porzione di territorio a circa 30 km dal traforo, lungo la A32, su aree utilizzate a discarica per la costruzione dell'autostrada negli anni '80;
- 3) smaltimento mediante trasporto con ferrovia del materiale nei lavori di ampliamento del Porto di Genova. Tale soluzione è in fase di verifica cronologica ed amministrativa con l'Autorità Portuale di Genova;
- 4) smaltimento in discariche di proprietà privata ubicata in Valle di Susa nei Comuni di Meana - Gravere.

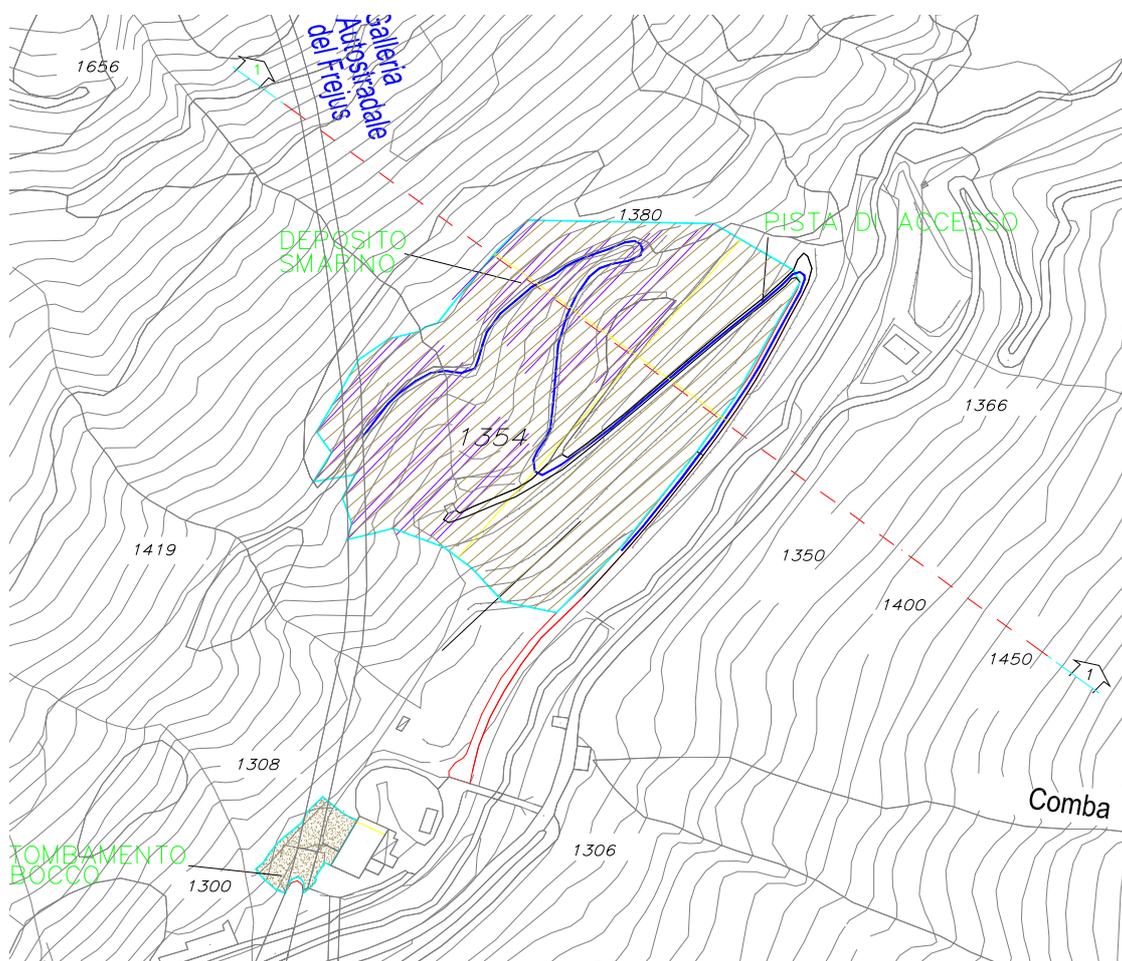
E' attualmente in corso uno studio di caratterizzazione del materiale ricavato dai sondaggi all'interno del traforo, al fine di valutarne l'uso come inerte per il confezionamento del calcestruzzo.

Lo studio di impatto ambientale e la successiva istruttoria consentiranno un scelta ottimale per il sito definitivo.

## 1) Deposito a monte dell'imbocco del traforo

Il sito a monte dell'imbocco italiano del traforo, sul versante orografico destro del torrente Rochemolles ha una superficie di circa 58.000 mq.

A seguito della costruzione, il materiale di scavo è stato in parte depositato realizzando l'attuale piazzale ed in parte sistemato sull'area a monte.



### IMBOCCO TRAFORO - Corografia

Il versante presenta un'esposizione a SE e risulta costituito da ripide pendici che si raccordano con il fondovalle mediante una brusca variazione di pendenza; nel complesso si presenta totalmente denudato con affioramenti e/o subaffioramenti di substrato litoide calcescistoso. Sulla porzione NW del versante, sopra l'attuale Imbocco del Traforo Autostradale, sono presenti altresì piccoli ripiani erbosi, costituiti da superfici terrazzate di origine glaciale.

Negli anni '90, successivamente all'entrata in esercizio del traforo, sono stati realizzati sull'area importanti lavori di recupero e sistemazione di versante, consistenti in:

- modellazione delle scarpate;
- rete di drenaggio ed irrigazione;
- messa a dimora di piante;



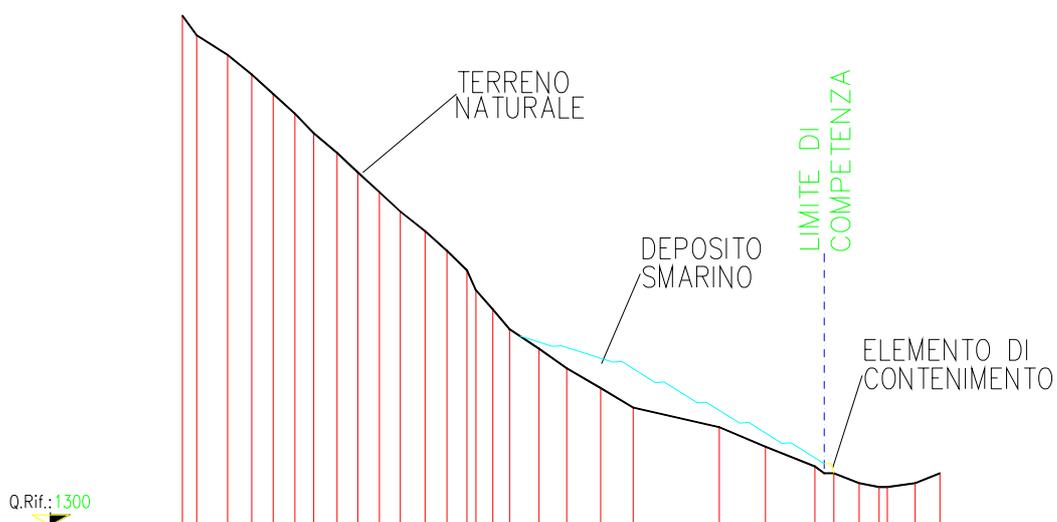
Tutta la zona si presenta attualmente, a 15 anni dagli interventi, rinaturalizzata in modo ottimale ben integrata nell'ambiente.

Sono ancora disponibili 2 aree, con dimensioni pari a circa 5.000 mq, pianeggianti e prive di vegetazione.

La quantità di materiale da smaltire non permette l'utilizzo di queste 2 zone, che potrebbero in ogni caso essere utilizzate come deposito polmone in fase di cantiere e successivamente riqualificate.

Per lo smaltimento definitivo di tutto lo scavo della galleria di sicurezza sull'intera area occorrerebbe pertanto:

- disboscare le zone interessate al deposito;
- recuperare ove possibile il materiale superficiale proveniente dallo scotico per riutilizzarlo nel successivo recupero;
- realizzare delle opere di contenimento della scarpata in corrispondenza dell'argine destro del torrente Rochemolles.
- Depositare lo smarino per altezze medie pari a 8.5 metri.



#### IMBOCCO TRAFORO - sezione tipo di intervento

L'intervento, di notevole impegno per quanto riguarda le opere di sostegno, annullerebbe gli effetti del recupero già effettuato, con notevoli impatti per alcuni anni in futuro.

Lo studio di impatto ambientale esaminerà in dettaglio tutti gli elementi per effettuare la scelta più corretta.



#### IMBOCCO TRAFORO - area 1 disponibile non piantumata



#### IMBOCCO TRAFORO - area 2 disponibile non piantumata

Ai fini della corretta caratterizzazione geologica, geotecnica ed idrologica del sito è stata effettuata, nel settembre 2006 una campagna geognostica consistente in:

- n. 3 sondaggi a carotaggio continuo fino a 20 metri dal piano campagna;
- stendimenti sismici trasversali a rifrazione;

E' stato predisposto un piezometro per il successivo controllo della falda acquifera in corrispondenza del sondaggio S2, il cui livello è stato rilevato settembre 2006 a - 9.60 metri dal piano campagna;

dalla campagna geognostica è emerso che il substrato è composto come segue:

#### **Sondaggio S1**

da 0 a - 15.60:

Terreno di riporto costituito prevalentemente da clasti e frammenti rocciosi eterometrici costituiti esclusivamente da calcescisti in matrice siltoso-sabbioso fine a livelli prevalente, moderatamente addensato, colore grigiastro. Da segnalare apparato radicale tra -13.00 m e -13.50m da p.c.;

da -15.60 a -18.40: Ciottoli e blocchi (diam. Max 30-40cm) di calcescisti con siltiti debolmente sabbioso-fini passanti a subordinati clasti rocciosi eterometrici, addensata, colore variegato da nocciola a grigio;

da -18.40 a - 20.00: Clasti e frammenti rocciosi eterometrici con sabbia fine siltosa, rari ciottoli, discreto grado di ossidazione, colore bruno-nocciola;

#### **Sondaggio S2**

da 0 a - 8.50:

Terreno di riporto costituito prevalentemente da clasti e frammenti rocciosi eterometrici costituiti esclusivamente da calcescisti in matrice siltoso-sabbioso fine a livelli prevalente, moderatamente addensato, colore grigiastro;

- da -8.50 a -11.40: Sabbia limosa con sparsi clasti e frammenti rocciosi eterometrici, discreto grado di alterazione e ossidazione, poco addensata, colore bruno-nocciola con screziature ocracee;
- da -11.40 a - 20.00: Ghiaia prevalentemente medio-grossolana e ciottoli con sabbia debolmente limosa, da moderatamente addensata ad addensata con la profondità, colore grigio;

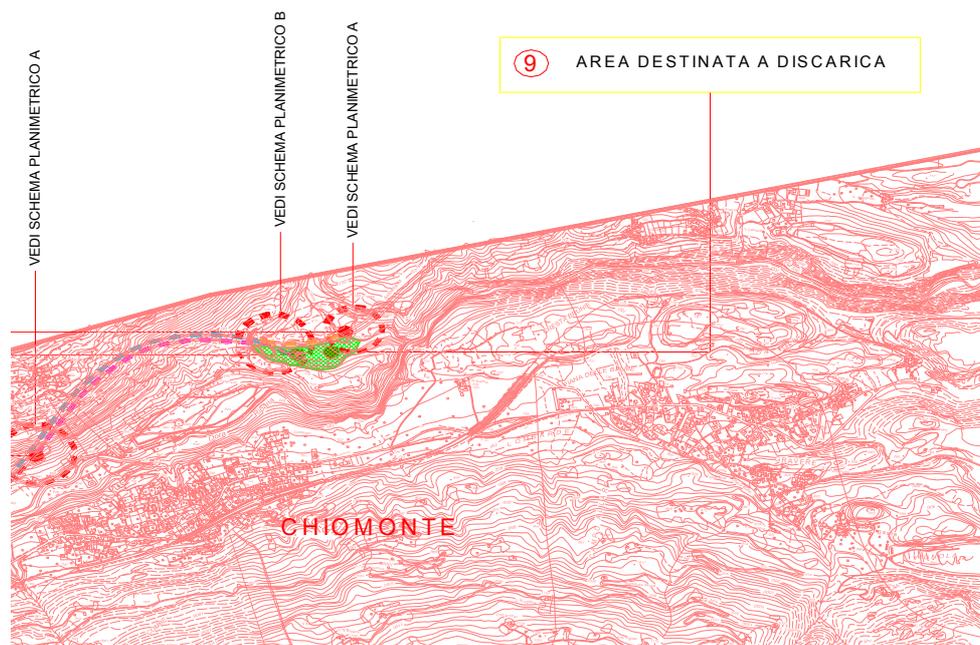
### Sondaggio S3

- da 0 a - 6.50: Terreno di riporto costituito prevalentemente da clasti e frammenti rocciosi eterometrici costituiti esclusivamente da calcescisti in matrice siltoso-sabbioso fine a livelli prevalente, moderatamente addensato, colore grigiastro;
- da -6.50 a -10.00: Ghiaia ciottolosa a blocchi (diam. max 30-40cm) con sabbia debolmente limosa, da moderatamente addensata ad addensata, colore nocciola-grigiastro;
- da -10.00 a - 14.00: Ghiaia eterometrica e ciottoli (diam. max 12-15cm) con sabbia da debolmente limosa a limosa, discreto grado di ossidazione che tende ad aumentare con la profondità, addensata, colore nocciola-brunastro con screziature ocracee;
- da -14.00 a - 14.80: Ghiaia ciottolosa e blocchi (diam. max 20-25cm) con scarsa matrice fine siltosa, addensata, colore nocciola;
- da -14.80 a -20.00: Ghiaia eterometrica con sabbia da debolmente limosa a limosa, rari ciottoli, discreto grado di alterazione e ossidazione, da moderatamente addensata ad addensata, colore nocciola-grigiastro con screziature bruno-ocracee da ossidazione.

## 2) Deposito in località Clarea

Il sito in località Val Clarea è un avvallamento naturale con superficie pari a circa 50.000 mq.

Durante i lavori di scavo della galleria dell'A32, l'area è stata già parzialmente utilizzata a discarica.



AREA CLAREA - corografia

Si tratta di un vallone di modellamento glaciale, ripreso in seguito dall'erosione fluviale, con il fondovalle che nella zona di attraversamento si presenta quasi pianeggiante ed i fianchi, di contro, notevolmente acclivi (pendenze anche superiori ai 30°).

Dal punto di vista geologico, il vallone del Clarea segna il contatto, di tipo tettonico, tra due formazioni litologicamente assai diverse: sul versante orografico sinistro affiorano infatti i calcescisti, più o meno carbonatici, del Mesozoico a facies piemontese, mentre sul versante destro compaiono le rocce metamorfiche permo-carbonifere del Gruppo d'Ambin (in prevalenza gneiss, quarziti, micascisti ed affini).

I versanti sono ricoperti da una estesa e potente coltre morenica, di età essenzialmente wurmiana, parzialmente cementata; verso il fondovalle ad essa si sovrappongono depositi alluvionali fluvio-glaciali fini, a loro volta sovrastati da alluvioni fluviali recenti più grossolane.

La potenza dei depositi morenici varia, dai 20 agli 80 metri, mentre le alluvioni del fondovalle raggiungono e superano in totale i 60 metri.

Poco permeabili nel complesso, salvo occasionali fasce di fatturazione, i calcescisti e gli gneiss del substrato; variabile da bassa (limi e argille fluvio-glaciali) a medio alta (morena e alluvioni recenti) la permeabilità dei terreni di copertura.

Come indicato sugli elaborati grafici, l'accesso dei mezzi avviene direttamente dalla sede autostradale, tramite la piattaforma in corrispondenza dell'imbocco di valle della galleria Ramat.

Per il periodo di conferimento le vie di monte e di valle della galleria saranno rese ad una corsia, al fine di permettere l'ingresso e l'uscita in sicurezza dei mezzi di cantiere, secondo schemi da affinare con la gestione dell'esercizio.

Si prevede una rampa di accesso con un rilevato per superare il dislivello tra la zona di deposito ed il piano autostradale.

La superficie verrà predisposta per il deposito, mediante recinzione perimetrale e scotico della parte superficiale di terreno vegetale (da stoccare in un'area apposita) per essere successivamente reimpiegato per il recupero finale.

La capacità totale della discarica è pari a circa 600.000 mc.



AREA CLAREA - ubicazione del deposito

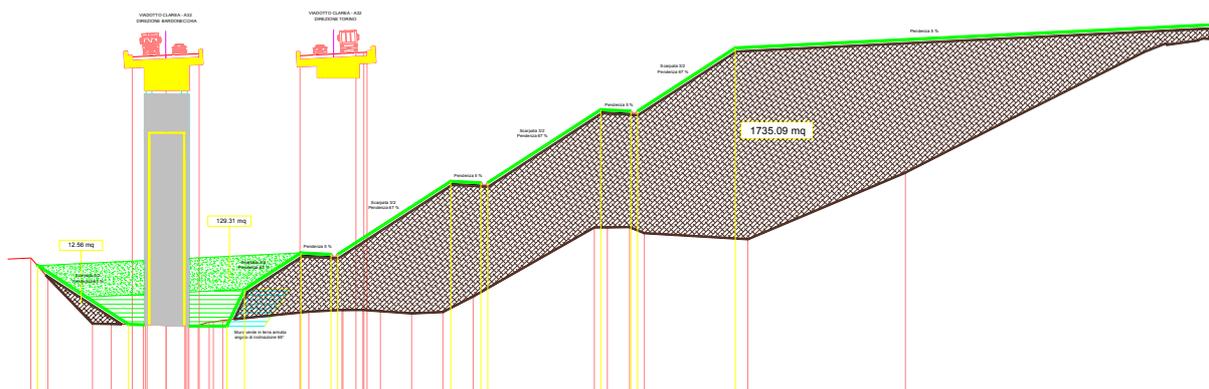
Il deposito ed recupero finale dell'area avverrà tramite:

- Riporto di materiale inerte con conseguente rimodellazione superficiale a gradoni. Dovranno essere garantite pendenze tali da permettere la confluenza delle acque meteoriche verso l'alveo del T. Clarea.
- Mantenimento e/o ripristino della viabilità esistente
- Mantenimento del ruscello presente alla base del pianoro e tra i pilastri P9 e P3.
- I tratti pianeggianti collegati tra di loro avranno anche funzione di pista trattorabile al fine di permettere l'accesso su tutta l'area per eventuali opere manutentive.
- Realizzazione rete drenante: seguendo uno schema a spina di pesce è necessario creare un reticolo idrografico con canalette in legname per permettere l'allontanamento delle acque meteoriche. Le acque raccolte verranno convogliate in pozzetti in cls. Lungo la pista si dovrà inoltre prevedere una cunetta drenante.
- Riporto di terreno vegetale (con composizione possibilmente pari a limo 40%, torba 20%, legno e cellulosa triturrata e decomposta 40% secondo i parametri normalizzati di analisi del suolo, pubblicati dalla Società Italiana della Scienza del Suolo - S.I.S.S.). La terra di coltivo riportata dovrà essere priva di pietre, tronchi, rami, radici e loro parti, che possano ostacolare le lavorazioni agronomiche del terreno dopo la posa in opera. La quantità di scheletro con diametro maggiore di mm. 2,0 non dovrà eccedere il 25% del volume totale. Inoltre dovrà essere priva di agenti patogeni e di sostanze tossiche per le piante. Lo spessore del terreno vegetale dovrà essere non inferiore a 1 m.
- Realizzazione opere di sostegno: qualora le scarpate necessitino di sostegno al piede verranno realizzate delle palificate doppie.
- Posa biostuoie: in tutti i tratti non pianeggianti dovranno essere posati delle biostuoie utili a limitare i fenomeni di erosione superficiale e a favorire l'attecchimento delle specie erbacee.
- Realizzazione opere antierosive: su tutte le scarpate dovranno essere realizzate delle palizzate semplici. La loro costruzione favorisce l'affermazione delle specie arbustive che vengono messe a dimora a tergo del tronco di legname ad elevata durabilità fissato al terreno mediante picchetti in acciaio.
- Posa alberi ed arbusti: su tutta l'area è necessario ricostituire la compagine vegetale. Pertanto si dovrà effettuare un rimboschimento nella porzione Sud al margine delle aree boscate esistenti utilizzando specie autoctone pioniere in grado di colonizzare l'area e favorire il successivo insediamento di specie maggiormente esigenti.
- Inerbimento: il lavoro di recupero si concluderà con l'idrosemina su tutta la superficie. La realizzazione dei pistini di accesso permette infatti di raggiungere tutto il sito con il mezzo irroratore.



AREA CLAREA - ubicazione accesso da A32

In corrispondenza delle pile del viadotto autostradale, come già effettuato negli anni della costruzione, il fronte del rilevato sarà mantenuto a una distanza di sicurezza pari a circa l'altezza del rilevato stesso (circa 5 metri nel tratto perimetrale di valle); il sostegno e la solidità del rilevato potrà essere garantito da elementi in terra armata successivamente inerbiti.



AREA CLAREA - sezione tipo di intervento

Ai fini della corretta caratterizzazione geologica, geotecnica ed idrologica del sito è stata effettuata, nell'agosto 2006 una campagna geognostica consistente in:

- n. 2 sondaggi a carotaggio continuo fino a 30 metri dal piano campagna;
- stendimenti sismici longitudinali a rifrazione;
- prove down hole per la determinazione della  $V_{s30}$ ;

E' stato predisposto un piezometro per il successivo controllo della falda acquifera in corrispondenza del sondaggio S1, il cui livello è stato rilevato nell'agosto 2006 a -17.80 metri dal piano campagna;

Dalla campagna geognostica è emerso che il substrato è composto come segue:

### Sondaggio S1

- da 0 a - 5.30: Terreno di riporto costituito prevalentemente da ghiaia sabbiosa con scarsa frazione limosa e ciottoli sparsi, moderatamente addensata, colore nocciola-grigiastro;
- da - 5.30 a - 7.20: Siltite debolmente sabbioso fine, moderatamente addensata, colore nocciola;
- da - 7.20 a - 16.20: Limo debolmente argilloso con intercalati subordinati livelli limoso-sabbioso fine, da poco a moderatamente consistente, colore nocciola;
- da - 16.20 a - 23.60: Ghiaia eterometrica con sabbia da debolmente limosa a limosa a livelli prevalente, debole grado di alterazione e ossidazione, da moderatamente addensata ad addensata con la profondità, colore da nocciola a bruno-nocciola con la profondità;
- da - 23.60 a - 30.00: Ghiaia eterometrica con sabbia da debolmente limosa a limosa a livelli prevalente, debole grado di alterazione e ossidazione, addensata e con ciottoli (diam. Max 15-20 cm), colore bruno-nocciola;

### Sondaggio S2

- da 0 a - 3.80: Terreno di riporto costituito prevalentemente da ghiaia sabbiosa con scarsa frazione limosa e ciottoli sparsi, moderatamente addensata, colore nocciola;
- da - 3.80 a - 7.40: Ghiaia ciottolosa con sabbia debolmente limosa, addensata, colore grigiastro;
- da - 7.40 a - 12.80: sabbia limosa con subordinata frazione ghiaiosa e ciottoli sparsi (diam. Max 10-15 cm), discreto grado di ossidazione, da moderatamente addensata ad addensata, colore bruno-nocciola con screziature ocracee;
- da - 12.80 a - 13.70: Sabbia limosa con raro ghiaietto sparso, discreto grado di ossidazione, moderatamene addensata, colore bruno-nocciola;
- da - 13.70 a - 15.00: Siltite debolmente sabbioso fine, moderatamente addensata, colore nocciola;
- da - 15.00 a - 18.10: Limo debolmente argilloso con intercalati subordinati livelli limoso-sabbioso fine, da poco a moderatamente consistente, colore nocciola;
- da - 18.10 a - 20.00: Sabbia limosa con raro ghiaietto sparso, discreto grado di ossidazione, moderatamente addensata, colore bruno-nocciola.

### **3) Conferimento al Porto di Genova**

L'Autorità portuale di Genova ha in programma l'ampliamento dell'infrastruttura, da terra verso il mare, per la quale sono necessari ingenti quantitativi di materiali da utilizzare per i riempimenti ed i rilevati.

Il trasporto avverrebbe tramite ferrovia mediante appositi vagoni dalla stazione di Bardonecchia direttamente nel Porto di Genova.

Questa soluzione, attualmente in fase di valutazione, necessita di alcune verifiche e di elementi congiunturali obbligatori quali:

- compatibilità della linea ferroviaria a Bardonecchia a predisporre il punto di carico sui vagoni;
- verifica delle tempistiche nell'approvvigionamento dell'Autorità portuale di Genova, in relazione ai programmi di ampliamento delle infrastrutture in particolare della costruzione dei rilevati;
- verifica con gli uffici delle Ferrovie dello Stato della logistica per l'utilizzo delle linee interessate al collegamento;

La definizione di tali elementi non è ad oggi di agevole risoluzione. Sono in corso dei contatti formali con i soggetti coinvolti.

#### 4) Conferimento in discariche private

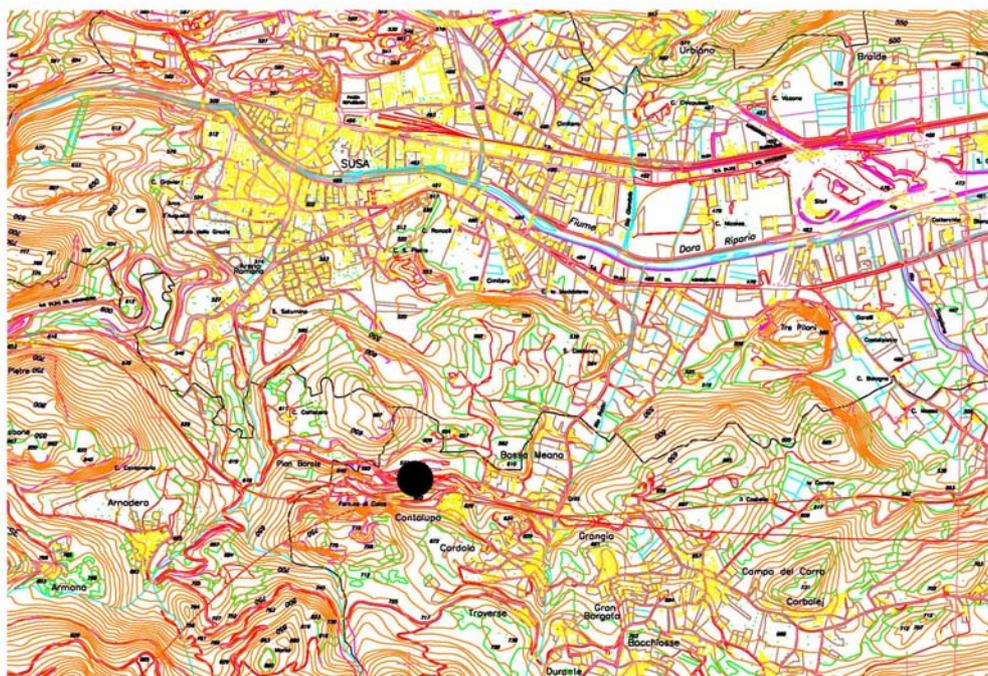
Da indagini svolte in Valle di Susa, visti i quantitativi di materiale da smaltire, sono state individuate 2 discariche per materiali inerti, di 2° categoria ai sensi del D.Lgs. del 13 gennaio 2003, n. 36, recante Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti, per lo stoccaggio, in particolare la discarica denominata "Cantalupo" nei comuni di Meana e Graverè, e la discarica denominata "Pianbarale", in comune di Meana.

Qualora la scelta per la destinazione finale dello smarino si orienti verso una discarica privata, dovranno essere approfonditi con i gestori gli aspetti di natura amministrativa ed economica per le modalità e le condizioni di conferimento e ripristino.

Le caratteristiche sommarie dei siti sono le seguenti:

##### 4.1 DISCARICA CANTALUPO

La discarica è una vecchia cava di calcare con concessione scaduta nel 2001, attualmente utilizzata come area di stoccaggio e riciclo dei materiali provenienti da scavi o smarini



COROGRAFIA

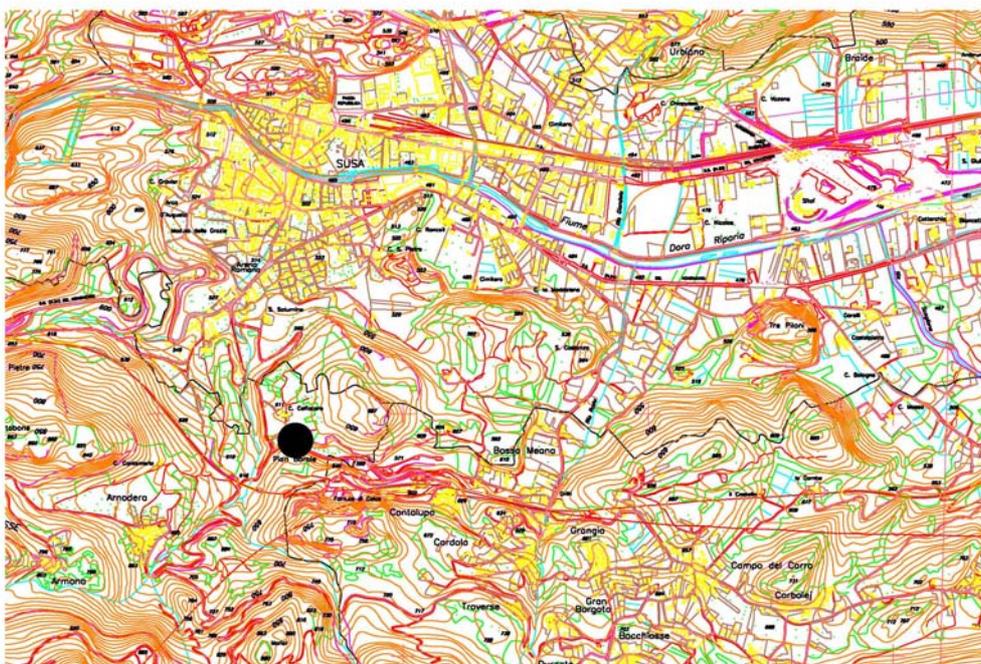
<b>Sito stoccaggio</b>	Tipologia area stoccaggio temporaneo	PIAZZALI
	Tipologia area stoccaggio definitivo	PIAZZALI
	Superficie aree stoccaggio temporaneo (mq)	60.000 mq 100.000 mq
	Superficie aree stoccaggio definitivo (mq)	200.000 mc 400.000 mc
	Potenzialità stoccaggio temporaneo (m <sup>3</sup> )	5 anni dal 2.000 (Rinnovabili)
	Potenzialità stoccaggio definitivo (m <sup>3</sup> )	Naturalistico (ex cava Pacci)
	Durata concessioni e/o autorizzazioni Tipo di recupero ambientale proponibile	



DISCARICA CANTALUPO - Vista del sito di deposito

## 4.2 DISCARICA PIANBARALE

La discarica è costituita dalla ex cava di prelievo smarino Carboni, l'area può ospitare complessivamente 1.000.000 mc considerando un recupero e rimodellamento di tutta la valletta tra i comuni di Meana e Gravere.

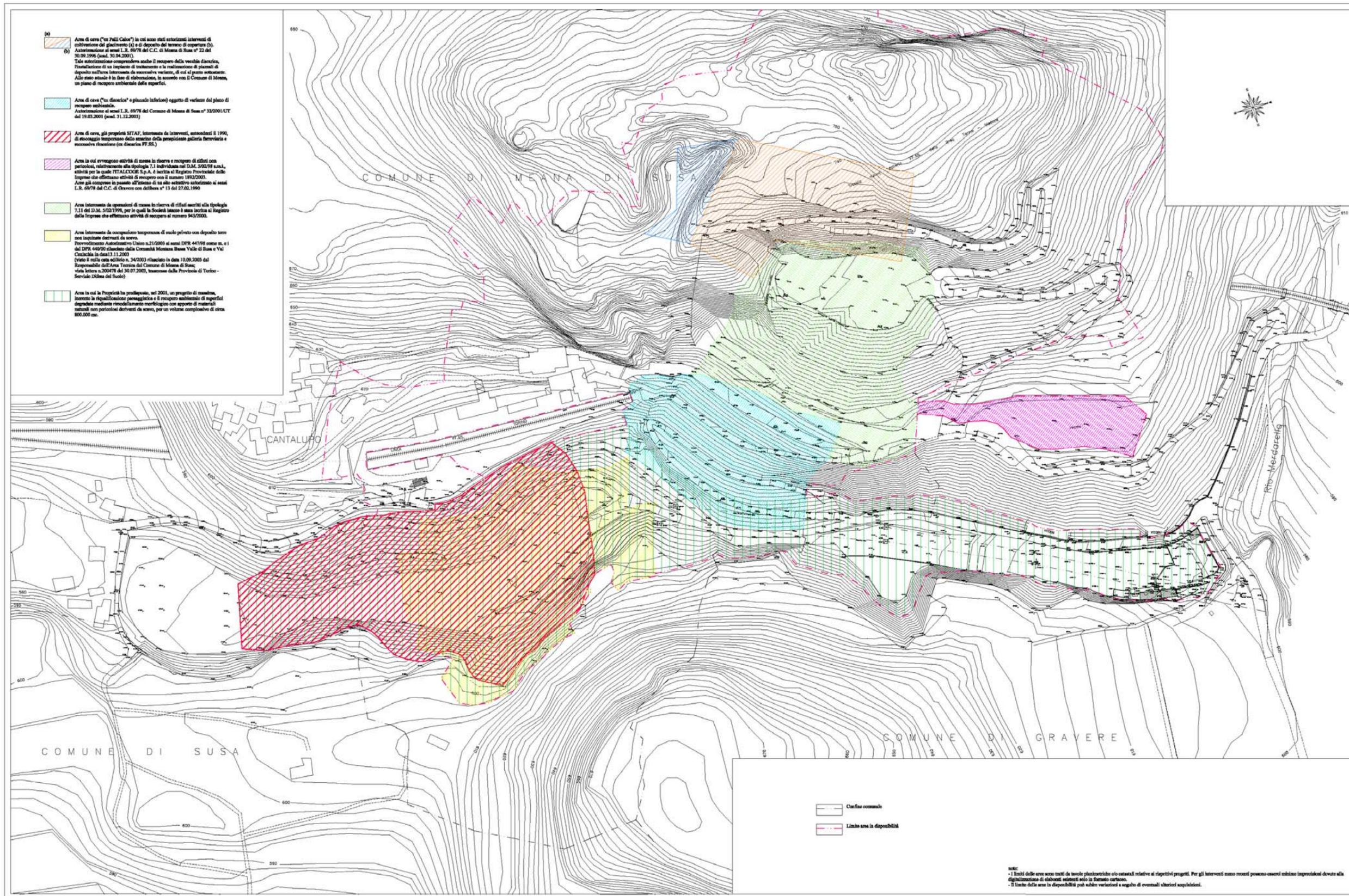


COROGRAFIA

Sito stoccaggio	Tipologia area stoccaggio temporaneo	PIAZZALI
	Tipologia area stoccaggio definitivo	PIAZZALI
	Superficie aree stoccaggio temporaneo (mq)	30.000 mq
	Superficie aree stoccaggio definitivo (mq)	100.000 mq
	Potenzialità stoccaggio temporaneo (m <sup>3</sup> )	100.000 mc (Già autorizzato)
	Potenzialità stoccaggio definitivo (m <sup>3</sup> )	1.000.000 mc
	Durata concessioni e/o autorizzazioni Tipo di recupero ambientale proponibile	3 anni rinnovabile a 5 anni Naturalistico (ex cava)



DISCARICA PIANBARALE - Vista del sito di deposito



#### INTERVENTI DI RECUPERO AMBIENTALE DELLE AREE

Per qualsiasi opzione adottata l'obiettivo finale delle opere di recupero è la stabilizzazione e la rinaturalizzazione delle scarpate, con il conseguente ripristino della compagine vegetazionale. Le tipologie comuni a tutti gli interventi, da affinare nella progettazione esecutiva, sono riportate di seguito:

##### 1. CANALETTE IN LEGNAME

Le canalette per la raccolta ed il convogliamento delle acque meteoriche lungo il versante verranno realizzate in legname, di castagno o larice impregnato. Le canalette avranno sezione di cm 40x25 e saranno costituite da tavole chiodate e graffate. Per evitare infiltrazioni lo scavo sarà impermeabilizzato con la stesura di un telo in HDPE, previa stesura di un tessuto non tessuto.

##### 2. DRENAGGI PER AREE PIANEGGIANTI

I fossi drenanti per le aree prative pianeggianti si realizzeranno mediante lo scavo di un fosso sul cui fondo si posa un tubo tubo microfessurato in PEAD  $\Phi$  200 rivestito con tessuto non tessuto. Successivamente si riempie con materiale a granulometria decrescente.

I drenaggi minori, da porsi a spina di pesce rispetto all'asse principale, avranno tipologia analoga ma priva di tubo microfessurato.

##### 3. PALIFICATA DOPPIA DI SOSTEGNO

La palificata viva doppia di sostegno è una struttura cellulare in legname, riempita con terreno di riporto che permette di consolidare il pendio fino all'affermazione delle specie vegetali in essa inserite.

La palificata in legname dovrà essere fatta a due camere. La modalità di esecuzione prevede la realizzazione di una base di appoggio, mediante scavo con una contropendenza del 10-20% in cui si posano i tronchi di castagno o larice scortecciati (di diametro 25 - 30 cm) denominati correnti, su cui vengono fissati, con tondini ad aderenza migliorata infissi in fori praticati con un trapano, i traversi, i quali devono ammorsarsi nel terreno retrostante ed essere opportunamente inclinati verso monte per contrastare ulteriormente la spinta del terreno. La struttura verrà ancorata al piano di base con putrelle in acciaio a doppia T con interasse massimo 2,5 m. Si posano poi i piantini delle specie arbustive prescelte, si ricoprono con terreno e si procede alla posa di nuovi correnti.

Per quanto possibile è necessario che le radici creino continuità tra l'opera e la scarpata. Si continua fino ad ottenere l'altezza desiderata intasando le camere con terreno di riporto proveniente dagli scavi. I traversi dei diversi piani devono essere sfalsati tra loro ed i correnti vanno posati leggermente arretrati rispetto a quelli del piano sottostante.

##### 4. PALIZZATA SEMPLICE

La palizzata semplice, verrà realizzata infiggendo nel terreno due picchetti (tondini d'acciaio ad aderenza migliorata diam. minimo 20 mm, lunghezza m 1.5) a distanza prefissata di m 1.5 avendo l'accortezza di lasciar fuori terra non più di 40 cm. A tergo dei picchetti verrà posato un tronco di castagno o larice scortecciato (lung. m 2, diam, cm 20 - 25).

Sopra il tronco, dopo aver scavato una leggera incisione, si mettono a dimora per ciascuna palizzata circa 5 piantini al metro avendo cura che la porzione radicale sia a contatto con il terreno retrostante, poi si ricopre con il terreno. Le palizzate andranno collocate sul terreno a distanza di due metri l'una dall'altra lungo le curve di livello e a circa 2,5 m tra una fila e l'altra alternando una palizzata in corrispondenza del vuoto e viceversa.

## 5. GEOTESSILI

Per limitare l'erosione superficiale e favorire l'attecchimento del tappeto erboso, su tutte le scarpate occorrerà posare dei geotessili. Numerosi sono i prodotti in commercio, ma si ritiene che per il sito in oggetto sia sufficiente adottare un biotessile in materiale naturale completamente biodegradabile, in grado di adattarsi ed aderire al profilo del terreno. Affinché non si creino vuoti e ed accumuli di terreno, il telo dovrà essere picchettato accuratamente con densità non inferiore ad 1 picchetto al mq, con un sormonto di almeno 10 cm tra un telo e quello successivo.

## 6. INERBIMENTI

L'inerbimento dovrà avvenire previo riporto di terreno fertile.

Si prevede l'impiego di miscugli di sementi di specie erbacee rustiche ed autoctone dotate di buone capacità biotecniche, al fine di non ottenere un semplice "rinverdimento" dell'area, ma di contribuire attivamente alla limitazione dei fenomeni erosivi superficiali ed al consolidamento degli orizzonti superficiali del terreno.

Il miscuglio da seminare sulle scarpate potrà essere così composto:

SPECIE	PERCENTUALE
<i>Phleum pratense</i>	20%
<i>Lotus corniculatus</i>	20%
<i>Trifolium hybridum</i>	20%
<i>Lolium perenne</i>	10%
<i>Poa pratensis</i>	10%
<i>Dactylis glomerata</i>	10%
<i>Anthyllis vulneraria</i>	10% in peso

Il sito potrà essere efficacemente inerbito mediante idrosemina a spessore spandendo sul terreno precedentemente innaffiato, in due passaggi, 2 l/mq, di un miscuglio così composto:

- 25 gr/mq di seme
- 100 gr/mq di concime
- 100 gr/mq di cellulosa
- 100 gr/mq di alginure

## 7. MESSA A DIMORA ALBERI ED ARBUSTI

Tra le specie che caratterizzano la flora endemica sono state scelte quelle dotate di maggiori capacità colonizzatrici e consolidatrici.

È prevista la messa a dimora delle seguenti specie consolidatrici arboree ed arbustive:

*Fraxinus excelsior*, *Prunus avium*, *Betula pendula*, *Quercus pubescens*, *Quercus petraea*, *Corylus avellana*, *Rosa canina*, *Berberis communis* e *Crataegus monogyna*.

Affinché l'impianto di esemplari arbustivi ed arborei abbia successo è necessario porre la massima attenzione alla scelta del postime da impiegarsi ed alle operazioni di impianto.

Le piante dovranno essere dotate di certificato di provenienza ed essere esenti da attacchi di insetti, malattie crittogamiche, virus, altri patogeni, deformazioni e alterazioni di qualsiasi natura che possano compromettere il regolare sviluppo vegetativo e il portamento tipico della specie.

Il materiale vegetale dovrà provenire da vivai posti in località tali da garantire un'acclimatazione consona alla zona di impiego, ed inoltre avere conformazione regolare, apparato fogliare e radicale ben conformati e proporzionati.

Per aumentare le garanzie di attecchimento le piantine dovranno essere fornite con le radici in pane di terra o in contenitore. Tali contenitori dovranno essere dotati di accorgimenti tali da evitare "l'affastellatura" delle radici.

Per quanto riguarda il trasporto delle piante, si dovranno prendere tutte le precauzioni necessarie affinché queste arrivino sul cantiere nelle migliori condizioni possibili, curando che il trasferimento venga effettuato con mezzi, protezioni e modalità di carico idonei con particolare attenzione perché rami e corteccia non subiscano danni e le zolle non abbiano a frantumarsi e ad essiccarsi a causa dei sobbalzi o per il peso del carico del materiale soprastante.

Una volta giunte a destinazione, tutte le piante dovranno essere trattate in modo che sia evitato loro ogni danno; il tempo intercorrente tra il prelievo in vivaio e la messa a dimora dovrà essere il più breve possibile. In particolare si dovrà prestare attenzione che le zolle e le radici delle piante che non possono essere immediatamente messe a dimora non subiscano ustioni e mantengano il tenore di umidità adeguato alla loro buona conservazione.

#### **8. SCOGLIERA RINVERDITA**

Fra gli interstizi dei massi si dovrà collocare terreno vegetale e posare le talee di salice di lunghezza idonea a raggiungere il terreno della scarpata. La lunghezza non dovrà comunque essere inferiore a 80 - 100 cm. Le talee dovranno essere infisse per i 4/5 della loro lunghezza, con una inclinazione non superiore ai 10°.

Le talee vanno posate orizzontalmente o con un'inclinazione minima per favorire la traslocazione degli ormoni preposti alla radicazione lungo tutta la lunghezza dell'asta, e permettere una germogliazione uniforme. Devono essere interrate per almeno 3/4 della loro lunghezza e devono fuoriuscire dal terreno non più di 10 cm. Per aumentare la garanzia di attecchimento e di sviluppo delle talee e conseguentemente la loro capacità consolidante, occorre utilizzare solo materiale di diametro superiore a 3 cm di diametro e lunghezza superiore al metro; inoltre durante la posa gli interstizi andranno costipati con terreno di riporto onde evitare che si creino sacche d'aria attorno alle talee impedendone la radicazione.