



Waldweg in Beton / Strada forestale in calcestruzzo ([versione italiana](#))

Waldweg Stabi, Mesocco

- Erschliessung der Schutzwälder, um deren Pflege zu garantieren und den Abtransport des Rundholzes mit geeigneten Transportmitteln zu ermöglichen (28 to).



Einer der 10 betonierten Wendeplatten des Waldweges Stabi

Ausführungsort / Projekt

Mesocco, Waldweg „Stabi“, 738'600 / 139'625

Bauherr: Politische Gemeinde Mesocco

Projektleitung: Amt für Wald und Naturgefahren, Ing. D. Lurati, Roveredo

Projekt und Bauleitung: abbaco SA, Ing. P. Mottis, Lostallo

Ausführung: 2004 – 2007

Funktion / Anwendungsgrenzen

Der Waldweg Stabi, der die Fraktion Logjano mit dem Maiensäss Stabi verbindet, wurde in den 30-40er Jahren als Naturstrasse gebaut, mit einer Breite von 2,5 m inkl. Bankett. Er besitzt verschiedene Wendeplatte und Steigungen bis 13%.

Das Ausbauprojekt des untersten Teiles des Weges (ca. 2,5 km) sah die Verbreiterung der Strasse auf 3,2 m exkl. Bankett und den Einbau eines Betonbelages vor. Da der Untergrund des alten Weges geeignet war (gutes tragfähiges kiesiges Material), wurde beschlossen eine Betonplatte von 16 cm Stärke direkt auf dem alten Weg (Planum) einzubauen.

Voraussetzungen Terrain

Der Hang, der relativ steil ist (bis 80-100% im oberen Teil), ist vorwiegend gegen Westen exponiert. Der Weg befindet sich in den Penninischen Alpen. Der Fels besteht vor allem aus kristallinen Substraten wie Gneiss, Paragneiss, Glimmerschiefer und Phylliten der Tambodecke. Der Boden ist sauer.

Gesetze / Normen

SN 640 461a (Betonbeläge, 1994), Projektvorschriften AWN (2004).

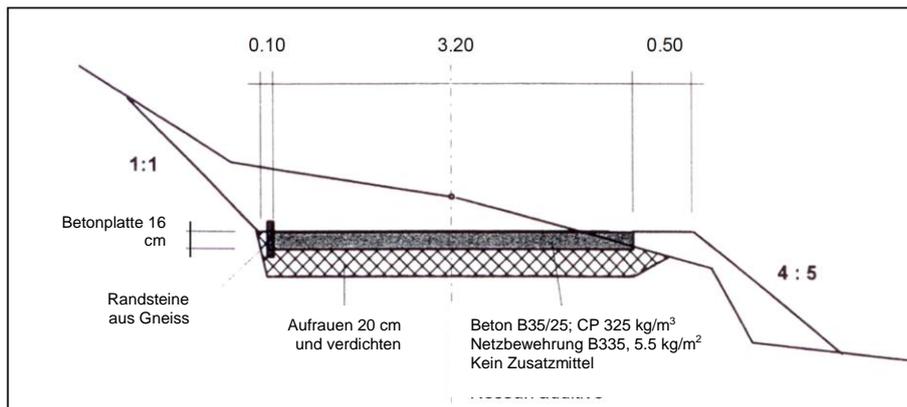


Projektierung

Das Projekt sah die Verbeiterung des Waldweges und den Einbau einer Betonplatte vor. Die Breite der Strasse beträgt neu 3,2 m exkl. Verbreiterungen, die mit der Formel $V=14/R$ kalkuliert wurden. Der Oberbau der Strasse wurde mit einer bergseitigen Querneigung von 3% gebaut. Dies wurde nötig, um zu verhindern, dass das Regenwasser unkontrolliert über die talseitigen Böschungen abfließen könnte und so zu Erosion oder Rutschungen führen könnte. Das Regenwasser fliesst somit auf der Betonoberfläche bergwärts gegen den Randstein und durch Schächte und Durchlässe gelangt es talseitig kontrolliert an den unteren Teil der Strassenböschung.

Normalprofile / Pläne

Normalprofil (nicht massstäblich)



Materialien

Namen	Beton B35/25; W/Z = 0,55 (nach SIA 162 (alt), neu nach SIA 206-1: C25/30, XF4, 0/16) Zement Fluvio 4; CEM II/A-LL 42,5 N; 325 kg/m ³ (nach SIA 162 (alt)) Bewehrung B335, 5.3 kg/m ²
NPK Kapitel, Positionen	224 Wald- und Güterwege, 224.500 (alt) Neu: 241.XXX
Mindestanforderungen	B35/25. Die unangemeldete Entnahme von Proben vom Beton im 2007 haben auf Druck folgende Resultate ergeben: auf 7 Tage: 43.5 N/mm ² , auf 28 Tage: 48.0 N/mm ² .
Verarbeitung Tipp	Der Betoneinbau wurde von Hand ausgeführt mit einer Schichtdicke von cm 16. Auf einer Höhe von cm 6 vom Planum wurde eine Netzbewehrung des Typs B335 eingebracht. Der Beton wurde mit Vibrobalken verdichtet und die Oberfläche leicht diagonal mit einem Besen gestrichen.
Menge /Einheit	Betonoberbau: 300.-/m' (83.-/m ²) Ausbau des ganzen Weges: 740.-/m' (205.-/m ²)

Mittel

Maschinen	Für den Handeinbau von Beton braucht es keine spezielle Maschinen. Einzig für den Transport braucht es einen Fahrmischer (normalerweise 28 to) .
Geräte	Für den Einbau und Verdichten des Betons braucht es ausser den Handwerkzeugen wie Schaufel, Rechen und Talosche, ein Vibrobalken mit einer Breite bis 6 m (Wendeplatten).

Installation

Für diese Baustelle wurde der Beton mit einer mobilen Aufbereitungsanlage produziert.

Ausführung



Planum	Das Planum wurde mir einer bergseitigen Querneigung von 3% ausgeführt. Nur in den Wendeplatten, die alle einen Radius von 8 m aufweisen, wurde eine Neigung gegen innen von 7% ausgewählt.
Absteckung	Nach der Ausführung des Planums, wurde die Lage der bergseitigen Randsteine definiert. Sie dienen später auch als innere Schalung. Nach dem Einbau des Randsteines, wurde der äussere Strassenrand markiert (äussere Schalung). Minimale Strassenbreite betrug 3,2 m, maximale Breite 4,8 m in den Wendeplatten.
Sicherheit	Während des Einbaus des Betons war es wichtig die obere und untere Zufahrt zur Baustelle abzusperren. Das, um zu verhindern, dass Autos, Fahrräder, Fussgänger oder Tiere die frische Oberfläche der Strasse beschädigen könnten.
Arbeitsschritte	<ol style="list-style-type: none">1. Ausführung des Planums mit bergseitiger Querneigung (ausser Wendeplatten)2. Einbau der bergseitigen Randsteine (dient auch als Schalung)3. Aufstellung der talseitigen Schalung4. Einbau erste Schicht Beton, Dicke cm 65. Einbau Bewehrungsnetz B335 (5.3 kg/m²)6. Einbau zweite Schicht Beton, Dicke cm 10 (frisch auf frisch)7. Angemessenes Vibrieren mit Vibrobalken, taloschieren und Besenstrich8. Zudecken der Oberfläche mit Plastikfolien (so schnell wie möglich)9. Fräsen der Kontraktionsfugen (Tiefe cm 5) spätestens am anderen Morgen10. Ausschalen und sobald wie möglich Ausführung der Ausweichstellen und Bankette.
Tun und Vermeiden	<p>Um eine schöne und regelmässige Betonoberfläche zu erhalten, ist es notwendig die ganze Strasse zu taloschieren. So können kleine Unregelmässigkeiten, die durch das Ziehen des Vibrobalkens entstehen, geglättet werden.</p> <p>Viele Waldwege werden mit hohen Längsneigungen bis 15% und Querneigungen bis 7% in den Wendeplatten gebaut. Um das talseitige Abfliessen des Betons auch nach der Verarbeitung zu reduzieren, empfehlen wir den Einbau eines nicht zu „nassen“ Betons. Zudem, um die Betonstrasse auf dem Planum zu blockieren, ist es notwendig, jede 80-100 m, Betonsporen auszubilden, am besten bergseits enger Kurven.</p> <p>Um die Ausbildung des Bruches bei den Kontraktionsfugen zu beschleunigen, schlagen wir vor, so früh wie möglich (spätestens am anderen Morgen!), die Strasse 5 cm tief zu fräsen und nicht beim Einbringen des Betons, Eternitstreifen einzulegen.</p> <p>Sehr wichtig ist es die genaue Lage der Kontraktionsfuge auf der Schalung zu markieren. Diese Markierung soll nur nach dem Einbau der zweiten Schicht Beton vorgenommen werden (Achtung wenn der Fahrmi-scher auf die Netze retour fährt, führt das oft zur talseitigen Verschiebung der Netze und somit der Lage der Kontraktionsfuge).</p>
Abschlussarbeiten	Nach dem Taloschieren der Betonoberfläche und dem Besenstrich soll die Strasse mit Plastikfolien zur Nachbehandlung abgedeckt werden. Am anderen Morgen sollen sofort die Kontraktionsfugen gefräst werden, das um zu verhindern dass sich „Spontanbrüche“ unkontrolliert von alleine entwickeln. So bald wie möglich sollen auch die Ausweichstellen und die Kehrplätze ausgebildet werden. Das ermöglicht einen sicheren, baldigen Transit der Leichtfahrzeuge zum Beispiel während den folgenden Wochenenden. Die Wartezeit für den Leichtverkehr über die Betonstrasse (bis 3,5 to) beträgt 48 Stunden.
Werterhaltung	
laufend	Kontrolle des Entwässerungssystems (Einlaufschächte, Durchlässe, Ausläufe), vor allem nach starken Gewittern und im Frühling, wenn die Einlaufschächte mit dem Laub des letzten Herbst teilweise verstopft sind.
periodisch	Freischneiden der Vegetation auf den berg- und talseitigen Böschungen, um die Fahrsicht zu garantieren und die Strasse vor unnötigen Verschmutzungen durch Laub, Holz und anderes organischen Material zu reduzieren.
Rückbau	
Zerbrechen des Betons mit Gewinnung von Beton und Metall (Produktion von Beton-Recycling).	



Fotodokumentation



Foto 1: Einbau der ersten Schicht Beton (6 cm) auf dem Planum. Bergseits (links) sieht man den Randstein und talseits die Schalung mit Höhe cm 16.





Foto 2: Einbau der zweiten Schicht Beton auf den ersten (frisch auf frisch) und auf der Netzbewehrung. Die Kontraktionsfuge ist auf dem Randstein und auf der Schalung markiert.



Foto 3: Einbau des Betons in eine Wendeplatte mit Radius $m\ 8,0$ (Breite Strasse $m\ 5,50$ inkl. Rigole). Nach dem Vibrieren, taloschieren und Besenstrich wird die Oberfläche zugedeckt.



Foto 4: Geeignetes Vibrieren mit Vibrobalken von $6,0\ m$.



Foto 5: Ausbildung einer Betonspore mit Dilatationsfuge bergseits einer engen Kurve oder einer Wendeplatte, um das talseitige „Rutschen“ der Betonstrasse zu verhindern.





Foto 6: Nach dem Vibrieren des Betons, muss die ganze Oberfläche taloschiert und mittels Besenstrich rauer gemacht werden. Der Vibrobalken wurde modifiziert, um den Randstein als Schalung nützen zu können. Querneigung bergseits 3%.



Foto 7: Detail der Strassenentwässerung. Mit der bergseitigen Querneigung der Strasse fliesst das Wasser in Ortsbetonschächte und mittels Durchlässen wird es am Böschungsfuss, an einem sicheren Ort, wo keine Erosion geschehen kann, wieder freigelassen.



Strada forestale in calcestruzzo

Strada forestale Stabi, Mesocco

- Allacciamento dei boschi di protezione per garantire l'esecuzione razionale degli interventi selvicolturali necessari e il trasporto a valle del legname con veicoli idonei (28 to).



Uno dei 10 tornanti pavimentati in calcestruzzo della strada forestale Stabi

Luogo d'esecuzione / Progettista

Mesocco, strada forestale „Stabi“, 738'600 / 139'625

Committente: comune politico di Mesocco

Direzione progetto: ufficio foreste e pericoli naturali, Ing. D. Lurati, Roveredo

Progettazione e direzione lavori: abbaco SA, Ing. P. Mottis, Lostalio

Realizzazione: 2004 – 2007

Funzione / Limite d'applicazione

La strada forestale Stabi che allaccia la frazione di Logiano al monte di Stabi è stata costruita negli anni '30-40 come strada naturale con larghezza di 2,5 m comprese le banchine. Essa presentava diversi tornanti e delle pendenze fino al 13%.

Il progetto di potenziamento della strada nel suo tratto iniziale (ca. 2,5 km) prevedeva l'allargamento a 3,2 m del corpo stradale (escluso banchine) e la pavimentazione completa. Dato che il sottofondo era composto da un buon materiale ghiaioso con buona portanza, si è deciso di posare uno strato di 16 cm di calcestruzzo armato direttamente sopra il terreno esistente (planum).

Condizioni del terreno

Il terreno esposto prevalentemente verso ovest, è caratterizzato da un pendio relativamente ripido, nella parte superiore fino all'80-100%. La strada si trova nella zona delle Alpi Penniniche. Per quanto riguarda le rocce predominano i substrati cristallini composti da gneiss, paragneiss, micascisti e da filladi appartenenti alla coltre del Tambo. Il terreno è acido.

Leggi / Norme

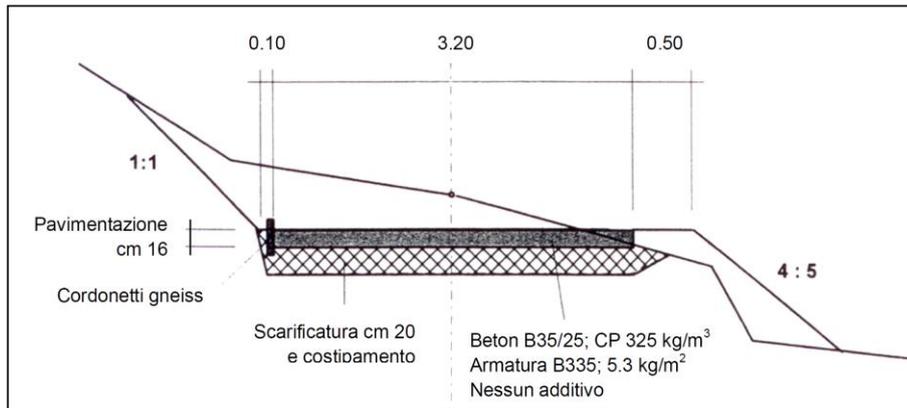
SN 640 461a (Betonbeläge, 1994), Projektvorschriften AWN (2004)

Progettazione

Il progetto prevedeva l'allargamento della strada forestale e la pavimentazione in calcestruzzo. La larghezza della strada è di 3,2 m esclusi gli allargamenti che sono stati calcolati con la formula $V=14/R$. La strada è stata costruita con pendenza del 3% verso monte questo per evitare che l'acqua meteorica potesse riversarsi in maniera incontrollata sulla scarpata di valle, in parte costruita con materiale di riporto, e causare degli smottamenti o erosioni. L'acqua piovana viene così confluire verso il cordolo a monte e passando attraverso le camerette in beton e i tombini viene rilasciata ai piedi della scarpata di valle della strada.

Piani tipo / Piani

Sezione tipo (non in scala)



Materiali

Denominazione	Calcestruzzo B35/25; W/Z = 0,55 (secondo SIA 162 (vecchia), nuovo SIA 206-1: C25/30, XF4, 0/16) Cemento Fluvio 4; CEM II/A-LL 42,5 N; 325 kg/m ³ (secondo SIA 162 (vecchia)) Armatura B335, 5.3 kg/m ²	
Capitolo CPN, posizioni	224 strade forestali e agricole, 224.500 (vecchio)	
Requisiti minimi	B35/25. Le prove di resistenza a sorpresa eseguite nel 2007 hanno dato i seguenti risultati: compressione a 7 gg: 43.5 N/mm ² , a 28 gg: 48.0 N/mm ² .	
Consigli d'esecuzione	La pavimentazione in calcestruzzo è stata eseguita a mano con uno spessore di cm 16. Ad una quota di 6 cm dal planum e stata posata una rete tipo B335. Il calcestruzzo è stato vibrato con staggia vibrante e la superficie scopata in diagonale.	
Costi /unità	Sovrastruttura in calcestruzzo:	300.-/m' (83.-/m ²)
	Potenziamento intera strada:	740.-/m' (205.-/m ²)

Mezzi

Macchine	Per la posa della pavimentazione in calcestruzzo a mano non sono necessari macchinari speciali eccetto per il trasporto che viene eseguito con una betoniera (di regola 28 to).
Attrezzi	Per quanto riguarda la posa e il costipamento del beton oltre agli attrezzi personali come pala, rastrello e talocchia si necessita di una staggia vibrante con larghezza fino a 6 m (tornanti).

Installazione

Per questo cantiere si è fatto capo ad un impianto mobile per la produzione del calcestruzzo.

Esecuzione

Planum	Il planum è stato eseguito interamente con pendenza a monte del 3%. Solo nella zona dei tornanti, che presentano tutti un raggio di 8.0 m, la pendenza verso centro curva è stata aumentata al 7%.
Picchettazione	Dopo l'esecuzione del planum è stato tracciata la posizione del cordolo a monte, che in seguito è servito come cassero. Una volta posato il cordolo, si è tracciato il bordo esterno per poter posare il cassero esterno (larghezza minima strada 3.2 m, massima 4.8 m escluso cunetta nei tornanti).
Sicurezza	Durante i lavori di pavimentazione è stato necessario chiudere adeguatamente il cantiere sia a monte sia a valle per evitare che veicoli motorizzati, biciclette, pedoni e animali possano danneggiare la pavimentazione ancora fresca.
Fasi di lavoro	11. Esecuzione del planum con pendenza a monte (eccetto che nei tornanti) 12. Posa del cordolo in sasso a monte (che servirà pure da cassero) 13. Posa cassetta a valle 14. Posa primo strato di calcestruzzo spessore cm 6 15. Posa della rete d'armatura B335 (5.3 kg/m ²) 16. Posa del secondo strato di calcestruzzo spessore cm 10 (fresco su fresco)



17. Vibratura adeguata con staggia vibrante, talocciatura e scopatura superficie
18. Copertura adeguata della superficie con fogli di plastica appena possibile
19. Fresatura dei giunti (profondità cm 5) con disco in concomitanza delle fughe di contrazione
20. Scasseratura e appena possibile esecuzione delle banchine e delle piazze di scambio.

Fare ed evitare

Per ottenere una superficie piana e liscia, è necessario, dopo la vibratura, talocciare tutta la superficie della strada a mano, questo per poter eliminare eventuali leggeri deformazioni causate dalla vibrazione della staggia vibrante.

Una buona parte delle strade forestali vengono costruite con forte pendenze longitudinali fino al 15% e pendenze trasversali (fino al 7% nei tornanti). Onde evitare il lento scivolamento del calcestruzzo verso valle durante e dopo la lavorazione, si consiglia un uso di un beton "non troppo bagnato". Inoltre, per bloccare la strada pavimentata sul planum, è necessario eseguire degli speroni in calcestruzzo ogni 80-100m preferibilmente a monte di curve strette.

Per accelerare la rottura e la rispettiva formazione delle fughe di contrazione proponiamo il taglio con disco nella pavimentazione (5 cm) il prima possibile (al più tardi la mattina seguente la posa del beton!) e non l'inserimento di strisce di eternit.

Molto importante è il momento della marcatura sui casseri del punto esatto dove eseguire il taglio per creare la rottura del beton in concomitanza con le fughe di contrazione. Questa marcatura deve venir eseguita durante la posa del secondo strato di calcestruzzo e non prima (attenzione allo spostamento delle reti verso valle quando la betoniera passa sopra al primo strato di beton con la rete già posata).

Lavori finali

Dopo la lavorazione della superficie (talocciatura e scopatura) è necessario coprire la pavimentazione. Al più tardi il giorno seguente è necessario eseguire i tagli in concomitanza con le fughe di contrazione, questo per evitare delle "rotture spontanee". Appena possibile, vanno eseguite le banchine e soprattutto le piazze di scambio per permettere, se ritenuto necessario, una circolazione sicura del traffico leggero durante i fine settimana. Il tempo di attesa prima dell'apertura al traffico leggero è fissato a 48 ore.

Conservazione del valore

costantemente

Controllo del sistema d'evacuazione delle acque meteoriche (camere raccolta acqua, tombini, sbocchi), specialmente dopo forti temporali o a inizio primavera quando la strada e le camerette contengono il fogliame caduto in autunno.

periodicamente

Taglio delle scarpate a monte e a valle della strada onde garantire la visibilità all'utenza della strada, specialmente nelle curve, ed evitare così l'accumulo di sostanze organiche sulla carreggiata (fogliame, rami, ecc.).

Deconstruzione (demolizione)

Demolizione del calcestruzzo con frantumazione e recupero del materiale (produzione di misto granulare riciclato, recupero delle parti metalliche).



Documentazione fotografica



Foto 1: Posa del primo strato di calcestruzzo sul planum. A monte (sinistra) si intravede il cordolo in sasso, a valle il cassero esterno spessore cm 16.



Foto 2: Posa del secondo strato di calcestruzzo sul primo (fresco su fresco) e sulla rete d'armatura. Il giunto di contrazione è stato marcato sul cassero e sul cordolo.



Foto 3: Posa del calcestruzzo in un tornante con raggio m 8,0 (larghezza strada m 5,50). Dopo la vibratura, la talocciata e la scopatura, la superficie viene coperta appena possibile.



Foto 4: Costipamento adeguato con staggia vibrante di 6 m.



Foto 5: Esecuzione di uno sperone con giunto di dilatazione a monte di una curva abbastanza stretta o di un tornante per "bloccare" la strada contro lo scivolamento.



Foto 6: Dopo il costipamento del calcestruzzo, la superficie della strada va interamente talocciata e irruvidita mediante scopatatura. La staggia vibrante è stata modificata per poter usare il cordolo a monte come cassero.



Foto 7: Particolare del sistema d'evacuazione delle acque meteoriche. Con la pendenza a monte di tutta la strada, l'acqua piovana viene trasportata in apposite camerette gettate sul posto e tramite tombini essa viene rilasciata ai piedi della scarpata di valle, in un punto sicuro, dove non può causare smottamenti o erosione.