

**Beschluss
der Landesregierung****Deliberazione
della Giunta Provinciale**

Nr. 258
Sitzung vom 15/04/2025
Seduta del

ANWESEND SIND

Landeshauptmann
Landeshauptmannstellvertr.
Landeshauptmannstellvertr.
Landeshauptmannstellvertr.
Landesräte

Generalsekretär

Arno Kompatscher
Rosmarie Pamer
Marco Galateo
Daniel Alfreider
Philipp Achammer
Magdalena Amhof
Christian Bianchi
Peter Brunner
Ulli Mair
Hubert Messner
Luis Walcher

Eros Magnago

SONO PRESENTI

Presidente
Vicepresidente
Vicepresidente
Vicepresidente
Assessori

Segretario Generale

Betreff:

Genehmigung des "Verzeichnis der
Bezugsbauweisen zur Dimensionierung von
Asphaltstraßen (Version 2025)"

Oggetto:

Approvazione del "Catalogo per il
dimensionamento delle pavimentazioni
stradali (versione 2025)"

Vorschlag vorbereitet von
Abteilung / Amt Nr.

11.6

Proposta elaborata dalla
Ripartizione / Ufficio n.

NACH EINSICHT in das G.v.D. vom 18. April 2016 Nr. 50 in geltender Fassung;

NACH EINSICHT in das M.D. vom 5. August 2024 Nr. 279 in geltender Fassung (Mindest-Umwelt-Kriterien-Straßen);

STELLT FEST, dass im Sinne des Rundschreibens des Umweltministeriums vom 15. Juli 2005 Nr. 5205 und um die Verwendung von Recyclingmaterial in Südtirol zu fördern, die Landesregierung mit Beschluss Nr. 1030 vom 27.09.2016 die „Bestimmungen zur Wiederverwertung von Baurestmassen und zur Qualität von Recycling-Baustoffen“ und mit Beschluss Nr. 398 vom 11.04.2017 die „Richtlinien zu Qualität und Gebrauch von Recyclingbaustoffen“ erlassen hat;

NACH EINSICHT in das LG Nr. 16 vom 17.12.2015 – Bestimmungen über die öffentliche Auftragsvergabe, gemäß welchem die Landesregierung die „Besonderen Vergabebedingungen“ für die wichtigsten Kategorien von Bauwerken standardisiert;

VORAUSGESCHICKT, dass die Richtlinien „Funktionelle und geometrische Normen für die Planung, den Bau und die Instandhaltung von Mobilitätsinfrastrukturen unter Berücksichtigung der ökologischen Nachhaltigkeit in der Autonomen Provinz Bozen-Südtirol“ mit Dekret des Landeshauptmannes am 14. Februar 2022 in Kraft getreten sind und dass sie als Referenz für die obgenannten Vergabebedingungen dienen;

NACH EINSICHT in den Beschluss der Landesregierung Nr. 416 vom 11.05.2021, mit welchem die von den Abteilungen Tiefbau, Hochbau und Technischer Dienst und Straßendienst, verfassten „Technischen Richtlinien für bituminöse Beläge, Straßenober- und Unterbau (Version 2021)“; genehmigt wurden;

VISTO il Decreto Legislativo 18 aprile 2016 n. 50 in forma vigente;

VISTO il Decreto Ministeriale 5 agosto 2024 n. 279 in forma vigente (Criteri Ambientali Minimi Strade);

DATO ATTO che ai sensi della circolare del Ministero dell'Ambiente del 15 luglio 2005 n. 5205 e soprattutto per incentivare l'utilizzo di materiale di riciclo in Alto Adige, la Giunta Provinciale con delibera del 27.09.2016 n. 1030 ha emanato le “Disposizioni per il recupero dei resti di costruzione e per la qualità dei materiali edili riciclati”, ed in data 11.04.2017 con delibera n. 398 ha approvato le “Linee Guida sulla qualità e l'utilizzo dei materiali riciclati”;

VISTA la LP n. 16 del 17.12.2015 – Disposizioni sugli appalti pubblici, in base alla quale la Giunta Provinciale provvede a standardizzare i “Capitolati speciali d'appalto” per le categorie più importanti di opere;

PREMESSO che dal 14 febbraio 2022 è in vigore il Decreto del Presidente della Provincia sulle “Norme funzionali e geometriche per la progettazione, la costruzione e la manutenzione di infrastrutture per la mobilità nel rispetto della sostenibilità ambientale nella Provincia Autonoma di Bolzano” che costituiscono la base di riferimento per i sopraccitati capitolati speciali d'appalto;

VISTA la deliberazione della giunta Provinciale Nr. 416 del 11.05.2021 in cui venivano approvate le “Direttive tecniche per pavimentazioni bituminose, fondazioni e sottofondi stradali (Versione 2021)” elaborate dalle Ripartizioni Infrastrutture, Edilizia e servizio tecnico e Servizio Strade;

NACH EINSICHT in den Beschluss der Landesregierung Nr. 12 vom 12.01.2016, mit welchem die von den Abteilungen Tiefbau, Hochbau und Technischer Dienst und Straßendienst, verfassten „Verzeichnis der Bezugsbauweisen zur Dimensionierung von Asphaltstraßen (Version 2016)“; genehmigt wurde, der als Referenz für die obgenannten Vergabebedingungen dient;

NACH EINSICHT in die „Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen (ATV) betreffend Straßenbauarbeiten – Oberbauschichten aus bituminösem Mischgut“;

NACH EINSICHT in das von den Abteilungen Tiefbau, Hochbau und Technischer Dienst und Straßendienst verfasste „Handbuch zum Asphaltstraßenbau und für die Instandhaltung bituminöser Fahrbahnen“. (Version 2023)“ - Beschluss der Landesregierung Nr. 276 vom 28.03.2023;

NACH EINSICHT in das von den Abteilungen Tiefbau, Hochbau und Technischer Dienst und Straßendienst verfasste „Verzeichnis der Bezugsbauweisen zur Dimensionierung von Asphaltstraßen (Version 2025)“;

STELLT FEST, dass der technische Landesbeirat dazu das positive Gutachten Nr. 2 vom 13.03.2025 (Akt Nr.: 8-294) erteilt hat;

VISTA la deliberazione della giunta Provinciale Nr. 12 del 12.01.2016 in cui veniva approvato il “Catalogo per il dimensionamento delle pavimentazioni stradali (Versione 2016)” elaborato dalle Ripartizioni Infrastrutture, Edilizia e servizio tecnico e Servizio Strade, che costituisce la base di riferimento per i sopracitati capitolati speciali d'appalto;

VISTE le “Disposizioni Tecniche Contrattuali, (DTC), riguardanti le costruzioni stradali – sovrastrutture stradali in conglomerato bituminoso”;

VISTO il “Prontuario per la costruzione e la manutenzione delle pavimentazioni stradali” versione 2023 – deliberazione della Giunta Provinciale Nr. 276 del 28.03.2023, elaborato dalle Ripartizioni Infrastrutture, Edilizia e servizio tecnico e Servizio Strade;

VISTO il “Catalogo per il dimensionamento delle pavimentazioni stradali (versione 2025)”, elaborato dalle Ripartizioni Infrastrutture, Edilizia e servizio tecnico e Servizio Strade;

DATO ATTO che il Comitato Tecnico Provinciale ha espresso in merito il parere positivo n. 2 del 13.02.2025 (pratica nr.: 8-294);

b e s c h l i e ß t

d e l i b e r a

einstimmig in gesetzlich vorgeschriebener Form:

1. den Beschluss der Landesregierung Nr. Nr. 630 vom 12.01.2016 zu widerrufen;
2. das beiliegende „Verzeichnis der Bezugsbauweisen zur Dimensionierung von Asphaltstraßen (Version 2025)“, welches integrativen Bestandteil dieses Beschlusses bildet, zu genehmigen;
3. festzulegen, dass das „Verzeichnis der Bezugsbauweisen zur Dimensionierung von Asphaltstraßen (Version 2025)“ unerlässliche Vorschriften für ordnungsgemäße Straßenbau- und Straßeninstandhaltungs-Projekte enthält;

a voti unanimi espressi nei modi di legge:

1. di revocare la deliberazione della giunta Provinciale Nr. 12 del 12.01.2016;
2. di approvare l'allegato “Catalogo per il dimensionamento delle pavimentazioni stradali (versione 2025)”, che fa parte integrante della presente deliberazione;
3. di dare atto che il “Catalogo per il dimensionamento delle pavimentazioni stradali (versione 2025)” da prescrizioni indispensabili per una corretta progettazione di costruzione e manutenzione delle pavimentazioni stradali;

4. diesen Beschluss gemäß Artikel 4, Abs. 1. Buchstabe d) des Regionalgesetzes vom 19.06.2009, Nr. 2 im Amtsblatt der Region zu veröffentlichen, da die entsprechende Maßnahme an die Allgemeinheit gerichtet ist.

DER LANDESHAUPTMANN

DER GENERALSEKRETÄR DER L. R.

4. di provvedere alla pubblicazione della presente delibera nel Bollettino Ufficiale della Regione, ai sensi dell'articolo 4, comma 1, lettera d) della legge regionale 19 giugno 2009, N. 2, in quanto trattasi di un atto destinato alla generalità dei cittadini.

IL PRESIDENTE DELLA PROVINCIA

IL SEGRETARIO GENERALE DELLA G.P.



**VERZEICHNIS DER
BEZUGSBAUWEISEN VON
ASPHALTSTRASSEN
2025**

**CATALOGO DELLE
PAVIMENTAZIONI STRADALI
2025**

Projekt der Abteilungen 10, 11, 12

Progetto delle Ripartizioni 10, 11, 12

Arbeitsgruppe:

Maurizio Bocci, Alberto Lenisa, Mauro
Caresia, Volkmar Mair, Ulrich Obojes,
Renza Espen, Stephan Bauer, Veronica
Cavada, Davide Maniezzo, Roberto
Giordani, Klaus Kaneider

Gruppo di lavoro:

Maurizio Bocci, Alberto Lenisa, Mauro
Caresia, Volkmar Mair, Ulrich Obojes,
Renza Espen, Stephan Bauer, Veronica
Cavada, Davide Maniezzo, Roberto
Giordani, Klaus Kaneider

Kardaun, den 05.02.2025

Cardano, li 05.02.2025



AUTONOME PROVINZ BOZEN

**VERZEICHNIS DER BEZUGSBAUWEISEN
VON ASPHALTSTRASSEN
2025**

INHALTSVERZEICHNIS

1 – EINFÜHRUNG	3
2 – BEGRIFFSBESTIMMUNGEN	4
2.1 Oberbau	4
2.2 Unterbau	4
2.3 Fundamentschichten	4
2.3.1 Stabilisierte Schotterschicht	4
2.3.2 Gebundene Schichten: mit Zement und/oder Kalk stabilisiert	5
2.3.3 Zementgebundene (hydraulisch gebundene) Schichten	5
2.3.4 Gebundene Schichten: mit Zement und Schaumbitumen oder Bitumenemulsion stabilisiert	5
2.4 Asphaltsschichten	5
2.4.1 Bituminöse Tragschichten	5
2.4.2 Bitumengebundene kaltrecycelte Tragschichten	6
2.4.3 Binderschichten	6
2.4.4 Verschleisssschichten	6
2.5 Aufbau einer Asphaltstraße - Neubau	7
2.6 Aufbau einer Asphaltstraße - Sanierungsprojekt	8
3 – DIMENSIONIERUNGSFAKTOREN	9
3.1 Berechnungsmethode	9
3.2 Tragfähigkeit des Unterbaus	9
3.3 Verkehrslasten	9
3.4 Klimatische Bereiche	10
3.5 Baustoffe	11
4 – FROSTSCHUTZ	12
5 – HINWEISE ZUR ANWENDUNG DES VERZEICHNISSES	14
6 – TECHNISCHE DATENBLÄTTER	18
7 – LITERATURVERZEICHNIS	28

1 – EINFÜHRUNG

Dieses Verzeichnis soll den Straßenbauern eine Reihe von Schichtpaketen für den Oberbau von Verkehrsflächen bieten, welche für das Verkehrsaufkommen und die klimatischen Bedingungen in Südtirol geeignet sind.

Der Anwendungsbereich dieses Verzeichnisses umfasst sowohl die Planung neuer Straßen als auch die außerordentliche Instandhaltung bis hin zur vollständigen Erneuerung des Oberbaus. Behandelt werden Asphaltschichten und die halbstarren Schichten des Oberbaus. Zum Einsatz gelangen die üblicherweise für das Südtiroler Straßennetz verwendeten Baustoffe. Dabei werden auch Recyclingmaterial wie Asphalt-Fräsgut sowie kalk- und/oder zementstabilisiertes Material berücksichtigt. Für das bituminöse Mischgut sämtlicher angeführten Asphaltschichten kommt modifiziertes Bitumen des Typs „Hard“ zum Einsatz. Die Eigenschaften der Baustoffe entsprechen den Anforderungen der Technischen Richtlinien der Autonomen Provinz Bozen-Südtirol.

Das Verzeichnis geht von vier Klimabereichen in unterschiedlichen Höhenlagen aus. Für jeden Klimabereich werden die entsprechenden Schichtpakete mit Bezug auf drei Tragfähigkeitsstufen des Unterbaus und neun Verkehrsklassen angeführt, die als Standardachslasten zu je 80 kN bei Radpaaren (ESAL) ausgedrückt werden.

Die Überarbeitung des Verzeichnisses der Bezugsbauweisen 2025 betrifft vor allem die Ermittlung der Verkehrsbelastungen. Für einen großen Teil der Straßen in der Autonomen Provinz Bozen wurde in den letzten Jahren die Verkehrserhebung mittels Kameras (Coils) eingeführt, die es ermöglicht, nicht nur die Anzahl, sondern auch die Art der durchfahrenden Lastkraftwagen zu ermitteln.

Durch die Zuordnung einer Achslast zu jedem Fahrzeugtyp und unter Berücksichtigung der Tatsache, dass ein Teil der Lastkraftwagen nicht mit voller Ladung unterwegs ist, konnte das Verkehrsspektrum für jede Straße ermittelt werden.

Eine weitere Verfeinerung für die Ermittlung der Verkehrsbelastung wurde anhand der Wachstumsrate der Verkehrsströme über die Nutzungsdauer des Straßenoberbaues vorgenommen. In der ersten Version des Verzeichnisses wurde angenommen, dass die Wachstumsrate für alle Straßen gleich ist. In dieser neuen Ausgabe des Verzeichnisses wurden die Wachstumsraten für jede Straße auf der Grundlage von Verkehrserhebungen, die in den 20 Jahren vor dem Datum des neuen Straßenprojekts durchgeführt wurden, angenommen. Nur für Straßen und/oder Abschnitte, für die keine „historischen“ Verkehrsdaten verfügbar sind, wurde eine feste Wachstumsrate von 0,5 Prozent pro Jahr angenommen.

Den Projektanten wird auch die Möglichkeit geboten, andere Wachstumsraten auf der Grundlage lokaler Entwicklungsanalysen anzunehmen.

Das Verzeichnis der Bezugsbauweisen wird daher weiterhin mit Bezug auf die Anzahl der Standardachsen, die die Straße in den ersten 20 Betriebsjahren belasten werden, organisiert; eine Zahl, die für alle Landesstraßen von der Autonomen Provinz Bozen, auf der Grundlage der jährlichen Verkehrsflusserhebung, bereitgestellt wird.

Für alle anderen Straßen wird die Verkehrsbelastung in Standardachsen aus der Anzahl der zu erwartenden schweren Fahrzeuge abgeleitet, wobei der am besten geeignete

Äquivalenzkoeffizient verwendet wird, der auf der Grundlage der Zusammensetzung (Verkehrsspektrum) der Fahrzeuge ermittelt wird.

2 – BEGRIFFBESTIMMUNGEN

2.1 Oberbau

Der Oberbau ist jener Teil des Straßenkörpers, der aus verschiedenen Schichten unterschiedlicher Materialien und Stärke besteht, deren Aufgabe es ist, die Verkehrslasten aufzunehmen und sie in geeigneter Weise gedämpft an den Unterbau weiterzuleiten sowie die Sicherheit und den Fahrkomfort der Verkehrsteilnehmer zu gewährleisten.

2.2 Unterbau

Der Unterbau ist das Erdvolumen zwischen Oberbau und Untergrund, in dem die Auswirkungen der durch die Fahrzeuglasten verursachten Spannungen spürbar sind. Bei Grabenabschnitten handelt es sich um die oberste Bodenschicht an Ort und Stelle, bei Auffüllungsabschnitten um den oberen Teil des Dammes.

Der Unterbau muss unter den verschiedenen Umweltbedingungen, denen er ausgesetzt ist, eine gute Tragfähigkeit gewährleisten. Aus diesem Grund muss er erforderlichenfalls vor Wasser und Frost geschützt werden.

2.3 Fundamentschichten

Das Fundament besteht aus einer oder zwei Schichten, die auf den Unterbau aufgetragen werden. Die Schicht bzw. die Schichten können aus einer stabilisierten, ungebundenen Schotterschicht oder aus recyceltem Material gemäß UNI EN 11531-1 (Bau- und Abbruchabfälle aus Bauarbeiten, alte Straßentragschichten, Material aus Ausgrabungen usw.) mit oder ohne Zusatz von hydraulischem Bindemittel, bestehen. Für den gleichen Zweck können mit Zement oder Kalk und Zement stabilisierte Boden- und/oder Gesteinsmischungen verwendet werden.

Eine Stabilisierung mit hydraulischem Bindemittel ist nur dann erforderlich, wenn durch die direkte Nutzung des Materials, die in den Technischen Richtlinien festgelegten Anforderungen an die Tragfähigkeit und Frostbeständigkeit nicht erreicht werden können.

2.3.1 Stabilisierte Schotterschicht

Diese Schicht besteht aus einem Gemisch von Primärmaterial, welches zumeist in einer einzigen Kornklasse 0/D verwendet wird, ohne Bindemittelzusatz.

2.3.2 Gebundene Schichten: mit Zement und/oder Kalk stabilisiert

In diesem Fall wird die Schicht aus zementstabilisiertem Lockermaterial und Zuschlägen (ggf. nach einer Vorbehandlung mit Kalk) errichtet und stellt damit eine wirksame Alternative zu einer stabilisierten Schotterdecke dar.

Kalk wird dann zusätzlich zum Zement verwendet, wenn das zu stabilisierende Material eine Plastizitätszahl $IP > 6$ aufweist, sprich wenn das Zuschlagsgemisch einen erheblichen Anteil tonhaltiger (plastischer) Feinstoffe aufweist.

Die Art des Bindemittels (Kalk und/oder Zement) und die Dosierung zum Erreichen der geforderten Leistungskennwerte müssen im Rahmen einschlägiger Laboruntersuchungen festgelegt werden. Zemente der neuen Generation mit geringeren Umweltauswirkungen in der Produktionsphase, Recyclinganteil und Sulfatbeständigkeit werden bevorzugt.

2.3.3 Zementgebundene (hydraulisch gebundene) Schichten

Die zementgebundene Schicht besteht aus einer Mischung von Gesteinskörnungen in Erstanwendung und/oder aus wiederverwertetem Gestein (gemäß der Norm UNI EN 11531-2), die mit Wasser und Zement vermischt werden. Nach einer angemessenen Aushärungszeit muss die zementgebundene Schicht eine dauerhafte mechanische Festigkeit aufweisen, die anhand von Prüfungen an Probekörpern der vorgesehenen Form auch in Gegenwart von Wasser oder Frost beurteilt werden kann. Zemente der neuen Generation mit geringeren Umweltauswirkungen in der Produktionsphase, Recyclinganteil und Sulfatbeständigkeit werden bevorzugt.

2.3.4 Gebundene Schichten: mit Zement und Schaumbitumen oder Bitumenemulsion stabilisiert

In letzter Zeit wird diese Schicht zunehmend aus einem Gemisch gefertigt, das neben Zement auch Schaumbitumen oder Bitumenemulsion als Bindemittel enthält. Dieses Verfahren wurde im Rahmen des Kaltrecyclings von Fahrbahndecken entwickelt, gelangt allerdings auch beim Neubau zum Einsatz. Somit steht nicht nur eine breitere Palette von Zuschlagstoffen (natürliche oder recycelte) zur Verfügung, sondern dadurch können auch die Tragfähigkeit und die Lebensdauer im Vergleich zu den herkömmlichen hydraulisch gebundenen Schichten erhöht werden.

2.4 Asphaltdecken

Bei flexiblen Fahrbahndecken werden über den Tragschichten die im Heißmischverfahren hergestellten Asphaltdecken eingebaut: bituminöse Tragschicht, Binder- und Deckschicht.

2.4.1 Bituminöse Tragschicht

Diese Tragschichten werden aus bituminösem Mischgut im Heißmischverfahren hergestellt, welches aus primären Gesteinskörnungen, Asphaltfräsgut (Ausbauasphalt), Bitumen und

Zusätzen besteht und nach Gewicht oder Volumen dosiert wird. Für alle in diesem Dokument angeführten Mischungen wurde als Bindemittel ein polymermodifiziertes Bitumen - „Hard“-Bitumen – vorgesehen.

2.4.2 Kaltrecycelte Tragschichten mit Bitumenemulsion aus polymermodifiziertem Bindemittel

Bei kaltrecycelten Tragschichten werden Bitumenemulsionen aus polymermodifiziertem Bindemittel und Zement verwendet. Der hohe Bitumenemulsionsanteil, das polymermodifizierte Bitumen als Bindemittel und der Zement verleihen dem Gemisch eine höhere Zähigkeit und Ermüdungsfestigkeit. Die Wiederverwertung und Aufbereitung des recycelten Mischgutes im Kalteinbau kann mit mobilen Anlagen, die zeitweilig neben der Baustelle eingerichtet werden, oder unmittelbar am Einbauort mit einem Recycling-Zug erfolgen. Der Recyclingzug besteht zumeist aus einer Asphaltfräse, einem Pulvimixer zum gleichmäßigen Brechen des Fräsgutes und Vermischen mit Bitumenemulsion und Zement, einem Wassertank, einem Bitumenemulsionstank, sowie Gräder, Rüttel- und Gummiradwalze.

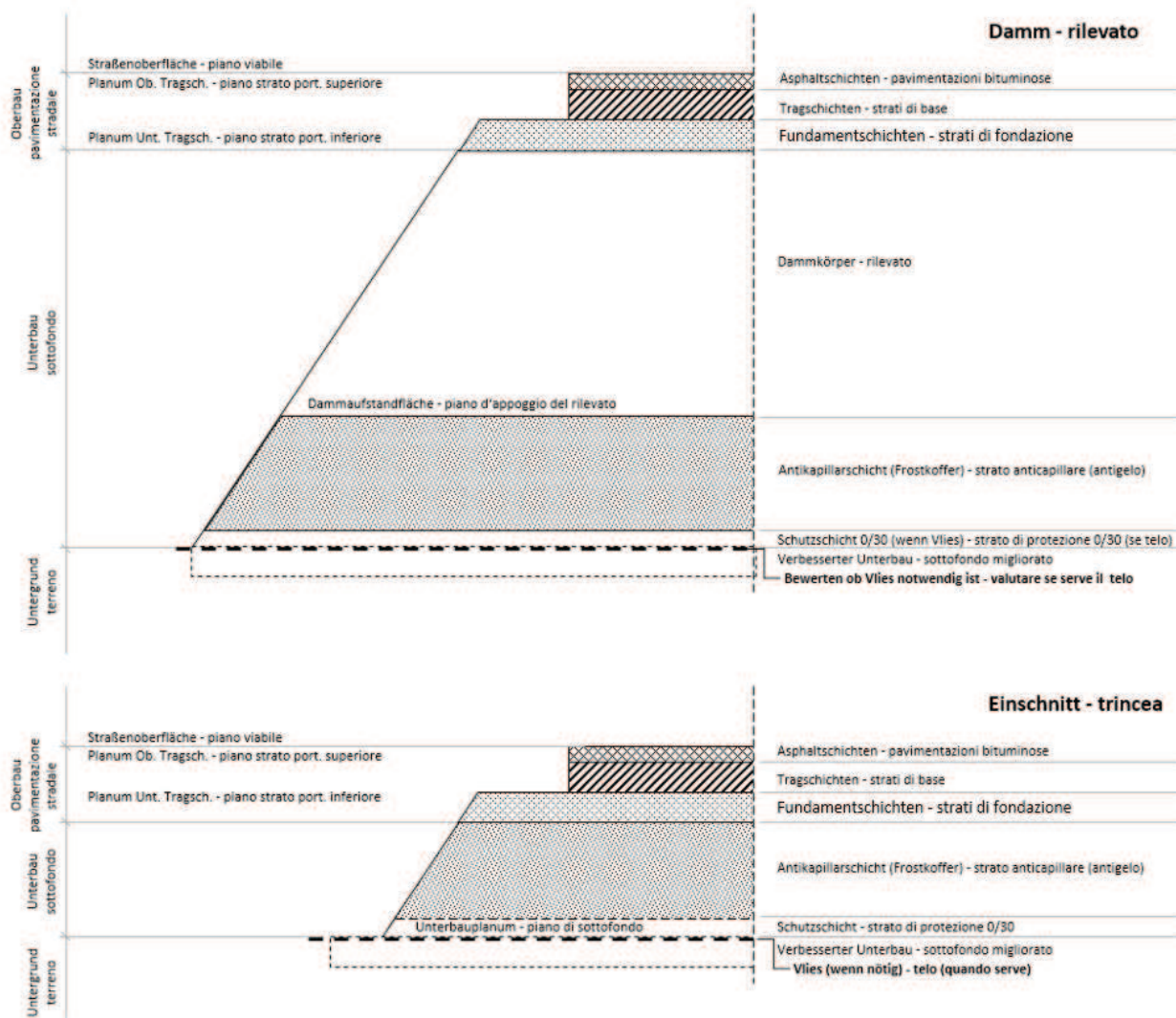
2.4.3 Binderschichten

Binderschichten werden aus bituminösem Mischgut im Heißmischverfahren hergestellt, das nach Gewicht oder Volumen dosiert wird und aus primären Gesteinskörnungen, Asphaltfräsgut (Ausbauasphalt), Bitumen und Zusätzen besteht. Als Bindemittel ist ein polymermodifiziertes Bitumen - „Hard“-Bitumen – vorgesehen.

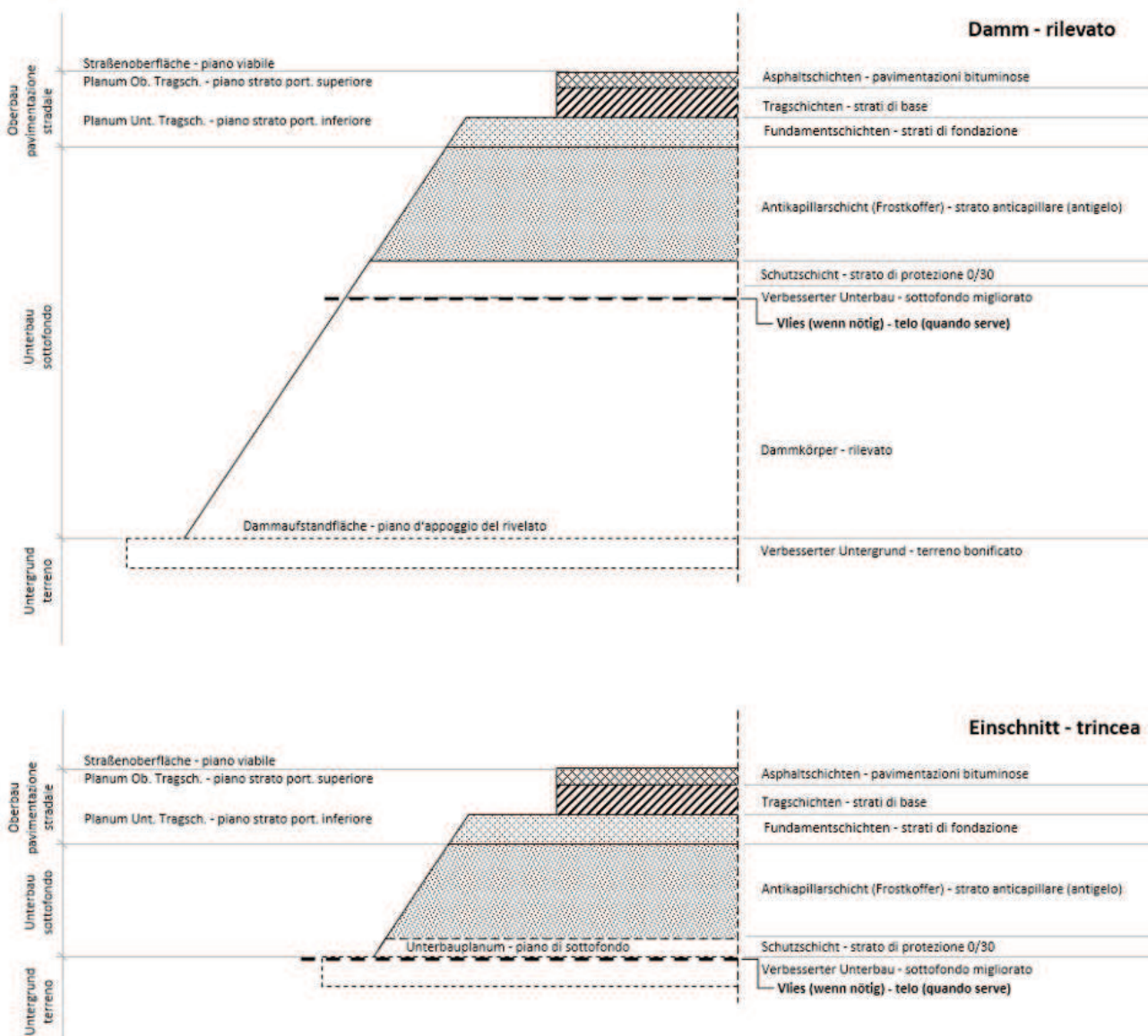
2.4.4 Verschleißschichten

Verschleißschichten werden aus bituminösem Mischgut im Heißmischverfahren hergestellt, das nach Gewicht- oder Volumen dosiert wird und aus primären Gesteinskörnungen, Asphaltfräsgut (Ausbauasphalt) Bitumen und Zusätzen besteht. In diesem Dokument werden geschlossene Deckschichten oder Splittmastix-Deckschichten beschrieben; in beiden Fällen kommt als polymermodifiziertes Bitumen ein „Hard“-Bitumen als Bindemittel zum Einsatz

2.5 Aufbau einer Asphaltstraße – Neubau



2.6 Aufbau einer Asphaltstraße – Sanierungsprojekt



3 – DIMENSIONIERUNGSFAKTOREN

3.1 Berechnungsmethode

Die Dimensionierung der in diesem Dokument angeführten Schichtstärken des Oberbaus erfolgte mit der international gängigen Software BISAR von Shell Research. Mit dieser Software lassen sich die Spannungen, Verformungen und Vektoren an jedem beliebigen Punkt eines elastischen Mehrschichtsystems berechnen, welches einer oder mehreren einheitlich verteilten Lastwirkungen auf einer Kreisbahn ausgesetzt ist. Die Spannungen und Verformungen stellen ihrerseits die Eingangskennwerte für das Ermüdungsverhalten der einzelnen Baustoffe dar. Anhand der Ermüdungskennwerte lässt sich die Anzahl der Lastwiederholungen aufgrund eines Bruchmechanismus ermitteln, bei dem es nicht zum plötzlichen Versagen kommt, sondern zu einer progressiven Minderung der Betriebslast bis zum Erreichen von nicht mehr akzeptablen Werten.

Die Auswahl der Rechen- und Ermüdungskennwerte erfolgte aufgrund von einschlägigen Richtlinien, wissenschaftlichen Publikationen sowie von neuesten Versuchsergebnissen.

3.2 Tragfähigkeit des Unterbaus

In diesem Dokument werden für den Unterbau drei verschiedene Tragfähigkeitsstufen angenommen. Die definierten Mindestwerte des Verformungsmoduls E_{v2} reichen von 80 MPa, über 120 MPa bis zu 160 MPa, bei einem Verhältnis $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$.

Die Bestimmung des Verformungsmoduls E_{v2} erfolgt mittels Lastplattendruckversuch nach DIN 18134.

Die ersten beiden Werte wurden im Kapitel Straßenkörper den Technischen Richtlinien für bituminöse Beläge, Straßen Ober – und Unterbau der Autonomen Provinz Bozen jeweils für Straßen mit geringem und höherem Verkehrsaufkommen festgelegt. Der Wert E_{v2} von 160 MPa dagegen gilt für Unterbauten im Einschnitt von hochtragfähigem Material wie z.B. Fels, überkonsolidierte Grundmoräne usw., oder für einen verbesserten, kalk- und/oder zementstabilisierten Unterbau.

3.3 Verkehrslasten

Das Dokument unterscheidet zehn Verkehrsklassen, die als Standardachslasten zu je 80 kN bei Radpaaren (ESAL) ausgedrückt werden. Für höher gelegene Zonen wurden keine Verkehrsklassen über 12 Mio. berechnet, da dieser Fall auch in Zukunft kaum eintreten wird.

Der Bezug auf die Standardachsen anstelle der Anzahl der LKWs wurde in der neuen Version des Katalogs beibehalten, da die Zusammensetzung des Verkehrsspektrums (Arten von Fahrzeugen, die als LKWs gezählt werden) auf den verschiedenen Straßen der Autonomen Provinz Bozen unterschiedlich ist.

Die Zählung der Standardachsen wurde verbessert und genauer gemacht, da die Autonome Provinz Bozen in den letzten Jahren die Verkehrserhebung mittels Induktionsschleifen aktiviert hat, wodurch nicht nur die Anzahl, sondern auch die Art der durchfahrenden Lkw ermittelt werden kann.

Durch die Zuordnung einer Achslast zu jedem Fahrzeugtyp und unter Berücksichtigung der Tatsache, dass ein Teil der Lastkraftwagen nicht mit voller Ladung fährt, konnte das Verkehrsspektrum für jede einzelne Straße ermittelt werden.

Eine weitere Verfeinerung für die Ermittlung der Verkehrslasten wurde anhand der Wachstumsrate des (schweren) Fahrzeugdurchgangs über die Lebensdauer der Fahrbahn vorgenommen. In der ersten Version des Katalogs wurde angenommen, dass die Wachstumsrate für alle Straßen gleich ist. In dieser neuen Ausgabe des Katalogs wurden die Wachstumsraten für die meisten Straßen auf der Grundlage von Verkehrserhebungen angenommen, die in den 20 Jahren vor dem Datum des neuen Straßenbauprojekts durchgeführt wurden. Nur für Straßen und/oder Abschnitte, für die keine „historischen“ Verkehrsdaten verfügbar sind, wurde eine feste Wachstumsrate von 0,5 % pro Jahr angenommen. Darüber hinaus wird den Projektanten die Möglichkeit gegeben, andere Wachstumsraten anzunehmen, wenn sie aufgrund von Einschätzungen der wirtschaftlichen und sozialen Entwicklung der umliegenden Gebiete eine andere Zunahme der Verkehrsbelastung auf der projektierten Fahrbahn vorhersehen.

Für alle Staats- und Landesstraßen stellt die Autonome Provinz Bozen die Anzahl der Standardachsen-Durchfahrten über einen Zeitraum von 20 Jahren auf der Webseite [Richtlinien und technische Vorschriften | Autonome Provinz Bozen - Südtirol](#) zur Verfügung.

Für alle übrigen Straßen muss dieser Kennwert anhand der Anzahl der vorgesehenen Schwerfahrzeuge mit dem entsprechenden Achsenäquivalenzkoeffizienten abgeleitet werden, der aufgrund der, vom Projektanten festgelegten, Verkehrszusammensetzung ermittelt.

3.4 Klimabereiche

Die mechanischen Eigenschaften von bituminösem Mischgut ändern sich stark mit der Temperatur. Daher werden in diesem Dokument vier verschiedene Klimabereiche unterschieden, die sich nach der Meereshöhe wie folgt unterteilen lassen:

- Klimabereich 1 unterhalb von 500 m Meereshöhe;
- Klimabereich 2 zwischen 500 und 1000 m Meereshöhe;
- Klimabereich 3 zwischen 1000 und 1500 m Meereshöhe;
- Klimabereich 4 oberhalb von 1500 m Meereshöhe;

Für jeden Klimabereich wurde eine Referenz-Wetterstation festgelegt. Da die Steifigkeit des bituminösen Mischgutes mit zunehmender Temperatur abnimmt, wurden jeweils Wetterstationen mit der geringsten Meereshöhe und der höchsten mittleren Jahresdurchschnittstemperatur ausgewählt. Dies sind Salurn, Kollmann, Tiers und Matsch (Tabelle 2).

	Klimabereich 1	Klimabereich 2	Klimabereich 3	Klimabereich 4
	Wetterstation von Salurn	Wetterstation von Kollmann	Wetterstation von Tiers	Wetterstation von Matsch
Monat	Monatsmittel Lufttemperatur [°C]	Monatsmittel Lufttemperatur [°C]	Monatsmittel Lufttemperatur [°C]	Monatsmittel Lufttemperatur [°C]
Januar	0.9	0.1	-0.1	-1.3
Februar	3.3	2.9	1.0	-1.1
März	8.7	7.2	4.4	2.1
Aprile	13.0	11.0	7.4	5.4
Mai	17.8	15.4	11.8	10.2
Juni	21.3	18.6	15.7	13.7
Juli	23.1	21.0	17.9	15.8
August	22.8	20.6	17.8	15.8
September	18.1	16.4	13.9	11.2
Oktober	12.1	11.8	9.5	7.0
November	5.7	5.5	4.0	1.8
Dezember	1.6	1.0	0.3	-1.5

Tabelle 2 - Temperatur-Monatsmittel laut Aufzeichnungen der Referenz-Wetterstationen im Jahr 2014

Die vier Klimastufen weisen auch unterschiedliche Bedingungen hinsichtlich der Frosthäufigkeit und -Tiefe auf. Für die Dimensionierung des Oberbaus wurde der Einfluss des Frostes nicht berücksichtigt, allerdings gilt es, entsprechende Vorkehrungen zu treffen, wie in Abschnitt 4 angeführt. Für die Klimabereiche mit Frostgefahr wird daher auf die Notwendigkeit hingewiesen, eine entsprechende Antikapillarschicht (Frostschutzschicht) einzubauen.

3.5 Baustoffe

Das Dokument sieht jene Baustoffe vor, welche üblicherweise für das Südtiroler Straßennetz verwendet werden. Dazu gehören auch Recyclingmaterial wie Ausbauasphalt, sowie kalk- und/oder zementstabilisierte Erden.

Mit Ausnahme von Straßen mit einem geringen Verkehrsaufkommen (weniger als 0,5 Mio. ESAL) sieht man im Dokument die Möglichkeit vor, für den Oberbau entweder stabilisierte Schotterschichten oder Schichten aus zementstabilisiertem Material - auch Recyclingmaterial - zu verwenden (gegebenenfalls nach einer Vorbehandlung mit Kalk).

Für Straßen mit einem höheren Verkehrsaufkommen ist der Einbau einer hydraulisch gebundenen Schicht und gegebenenfalls das Ersetzen der „Bituminösen Tragschicht im Heißeinbau“ durch eine „kaltrecycelte Schicht mit Schaumbitumen oder mit modifizierter Bitumenemulsion“ vorgesehen.

Als Bindemittel ist ein polymermodifiziertes Bitumen - „Hard“-Bitumen – vorgesehen.

Die Eigenschaften der Zuschlagstoffe (Gesteinskörnungen, Bitumen, Zement, usw.) und der Gemische werden von den Technischen Richtlinien der Autonomen Provinz Bozen-Südtirol definiert.

4 – FROSTSCHUTZ

In Klimabereichen, in denen sich im Untergrund Frost bilden kann, muss unter dem im Verzeichnis vorgesehenen Schichtpaket eine Frostschutzschicht (Frostkoffer) in geeigneter Stärke eingebracht werden.

Die Frosttiefe ist im Vorfeld anhand von historischen Klimadaten bzw. anhand von Schürfen zu ermitteln. Um auf der sicheren Seite zu bleiben und um die größere Eindringtiefe des Frostes in porösem Material zu berücksichtigen, muss diese Tiefe um 30% erhöht werden (effektive Frosttiefe = ermittelte Frosttiefe [cm] + 30%).

Ist der Abstand zwischen dem Planum an der Basis des vorgesehenen Schichtpaketes und der effektiven Frosttiefe kleiner oder gleich 30 cm (nach unten gemessen), muss eine Antikapillarschicht (Frostschutzschicht) aus Material 30/70 von 40 cm Schichtstärke (inklusive der oberflächlichen Auffüllung Übergangsschicht aus 0/30 Material) eingebaut werden, wozu gegebenenfalls ein Teil des Unterbaus auszutauschen ist.

Liegt die Frosttiefe mehr als 30 cm unterhalb des Planums an der Basis des vorgesehenen Schichtpakets, so muss die Antikapillarschicht (Frostschutzschicht) aus Material 30/70 mindestens die Quote, in der sich die Frosttiefe befindet, erreichen. Über der Antikapillarschicht (Frostschutzschicht) muss eine stabilisierte Schotterschicht eingebaut werden, bis das Planum an der Basis des vorgesehenen Schichtpakets erreicht ist.

Bleibt die effektive Frosttiefe innerhalb des vom Katalog vorgesehenen Schichtpakets, kann vom Einbau einer Antikapillarschicht (Frostschutzschicht) abgesehen werden, wenn sie nur bis in die Asphaltsschichten reicht. Die Antikapillarschicht (Frostschutzschicht) aus Material 30/70 muss aber immer vorhanden sein, wenn die Frosttiefe die Schichten unter dem Asphalt betrifft.

Die Antikapillarschicht verhindert nicht nur aufsteigende Wasserzutritte aus dem Unterbau, sondern kann auch als Dränage für die Straßenböschung und die unmittelbare Umgebung der Straße fungieren; dieses Wasser ist aufzufangen und abzuleiten. Dazu muss das Planum an der Basis der Antikapillarschicht eine Neigung von mindestens 4% aufweisen. An der tiefer gelegenen Seite ist etwa 30 cm unterhalb des Planums ein im Filterkies eingebettetes Entwässerungsrohr zu verlegen (Abb. 1).

Die Antikapillarschicht besteht aus natürlichem körnigem Schüttgut (Kies, Mittelkies, Feinkies) mit einer Korngrößenverteilung zwischen 30 und 70 mm und mit einem Anteil <0,063 mm von max. 3%.

Im natürlichen Schüttgut dürfen keine instabilen Bestandteile (frostanfällig, weich, löslich, u. ä.) oder organische Reste enthalten sein; gebrochenes oder recyceltes Material kann bei Eignung verwendet werden.

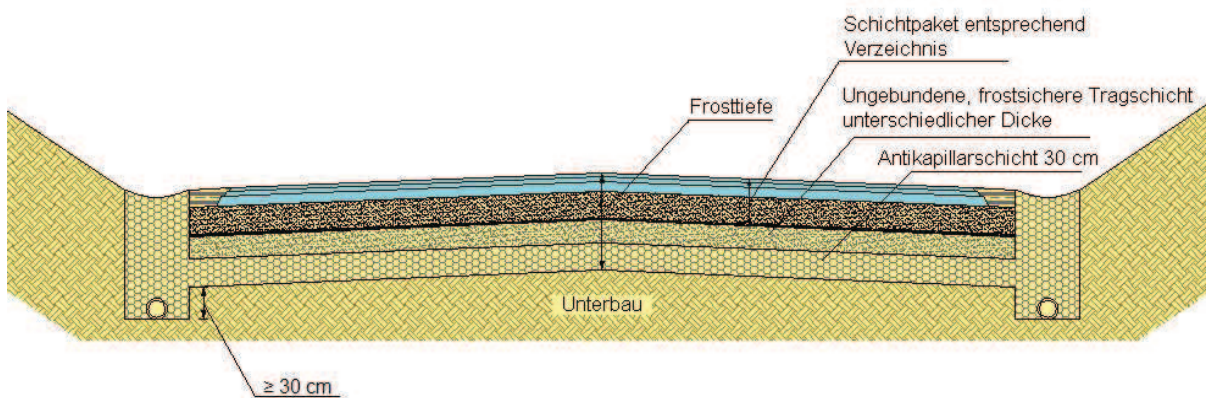


Abb. 1 - Aufbau der Fahrbahndecke

5 – HINWEISE ZUR KORREKTEN ANWENDUNG DES VERZEICHNISSES

Die korrekte Anwendung setzt voraus, dass die Höhenlage (Meereshöhe) des Straßenabschnitts, die Tragfähigkeit des Unterbaus und die Verkehrslasten bekannt sind, welche während der geplanten Lebensdauer (die allgemein mit 20 Jahren veranschlagt wird) der Straße auftreten.

Die **Tragfähigkeit des Unterbaus** für bestehende Straßen, die von einer vollständigen Erneuerung betroffen sind, kann durch Hochleistungsmessungen (FWD - Falling Weight Deflectometer) oder durch punktuelle Tests (Plattendruckversuche mit doppeltem Zyklus) und/oder Tests an Materialien, die aus Schürfen entnommen wurden, ermittelt werden. Im Falle von FWD-Tests ist der Tragfähigkeitswert anzunehmen, der dem 15. Perzentil (Wert, der in 85 % der Fälle überschritten wird) der für den Unterbau in dem von den Erneuerungsarbeiten betroffenen Abschnitt gemessenen Elastizitätsmodule entspricht. Bei punktuellen Prüfungen wird der niedrigste Verformungsmodul E_{v2} zugrunde gelegt, der bei den verschiedenen Prüfungen unter den ungünstigsten Umweltbedingungen (höchste Feuchtwerte während des ganzen Jahres) ermittelt wurde.

Bei neu gebauten Straßen ist die anzunehmende Tragfähigkeit die vom Projekt vorgesehene Mindesttragfähigkeit für Böschungs- und Grabenabschnitte.

In allen Fällen ist der Tragfähigkeitswert, bei dem man im Verzeichnis „eintritt“, um den Schichtenaufbau zu identifizieren, der niedrigere der drei vorgesehenen Tragfähigkeitswerte (80 MPa, 120 MPa und 160 MPa) als der aus den Tests ermittelte oder im Projekt vorgesehene Wert.

Die **Verkehrsbelastung** für das Straßennetz der Autonomen Provinz Bozen ist auf der Website [Richtlinien und technische Vorschriften | Autonome Provinz Bozen - Südtirol](#) in Bezug auf Standardachsen von 80 kN zu finden, die für die ersten 20 Betriebsjahre auf der Grundlage der festgestellten Verkehrsströme und der geschätzten Wachstumsrate berechnet wurden.

Wenn der Planer auf der Grundlage von Bewertungen des lokalen territorialen Kontextes und der Vorhersage zukünftiger Produktionsansiedlungen, die die Verkehrsströme des Schwerverkehrs verändern können, die am Standort angegebene Wachstumsrate für unzuverlässig hält, kann er die Verkehrsbelastung anhand eines anderen Wertes für die jährliche Wachstumsrate des gewerblichen Verkehrs bestimmen.

In diesem Fall kann die Anzahl der Durchfahrten von 80 kN-Standardachsen in 20 Jahren anhand der folgenden Formel berechnet werden:

$$N = TGM_{pesante} \cdot p_{Sm} \cdot C.E. \cdot gg \cdot \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

wobei:

$TGM_{pesante}$ ist das durchschnittliche tägliche Lkw-Verkehrsaufkommen;

p_{Sm} ist der prozentuale Anteil der Fahrzeuge pro Fahrtrichtung (50%);

$C.E.$ ist der Äquivalenzkoeffizient für das betrachtete Verkehrsspektrum;

gg sind die Verkehrstage (365 Tage);
 r ist die jährliche Steigerungsrate des Schwerverkehrs;
 n ist die Bemessungslebensdauer des Oberbaus in Jahren (20 Jahre).

Die Werte für das $TGM_{pesante}$ und den C.E. sind in der von der Autonomen Provinz Bozen zur Verfügung gestellten Tabelle in den Spalten J (rote Einrahmung) bzw. W (lila Einrahmung) zu finden, wie in Abbildung 2 dargestellt.

Der r-Wert (jährliche Steigerungsrate des Schwerververkehrs) ist der einzige Wert, der vom Planer festgelegt werden muss (falls er sich von dem von der Autonomen Provinz Bozen geschätzten Wert unterscheidet).

TGM + Traffico in milioni di ESAL80kN nei successivi 20 anni (Rif. dati traffico anno 2023)										DTV + Verkehrsdaten mit ESAL80kN Berechnung in Millionen in den nächsten 20 Jahren (bezügl. Verkehrsdaten Jahr 2023)													
																							
Comune Gemeinde	Latitudine Breitengrad	Longitudine Längengrad	Ferie Werktag	Festivo Feiertag	Prefestivo Vor dem Feiertag	TGM Totale DTV Insgesamt	TGM Leggero DTV Leichter Verkehr	TGM Pesante DTV Schwerer Verkehr	C / A (%)	Moto Motorräder	Auto e piccoli furgoni PKW und kleine Lieferwagen	Auto con rimorchio Pkw mit Anhänger	Furgoni Lieferwagen	Camion leggeri < 7,5 m Leichte LKW < 7,5 m	Camion pesanti > 7,5 m Schwere LKW > 7,5 m	Autocarri Autokarren	Autobusse Autobusse	Satellitenmaschinen Satellitenmaschinen	Andere Fahrzeuge	Tasso incremento traffico annuo [%]	Coef. zeph. min Mindest-Äquivalenzkoeffizient	ESAL80kN	
1 (SS12, Km 402+400)	Salorno	46.236787	11.184987	8'005	6'761	7'762	7'752	6'961	785	10.1%	294	5'936	65	666	104	153	42	407	59	20	0.91	4.50	14.07
2 (SS12, Km 420+430)	Dra	46.352822	11.310605	13'525	9'424	11'320	12'467	11'469	993	8.0%	380	9'891	100	1'098	166	201	43	432	107	44	1.60	4.08	17.29
3 (SS12, Km 432+690)	Laives	46.449701	11.344873	24'187	15'157	19'919	21'950	20'858	1'086	4.9%	960	18'403	104	1'391	229	258	56	403	107	33	1.07	3.86	16.96
4 (SS12, Km 442+350)	Corrado all'Isarco	46.491937	11.404803	20'620	16'709	19'312	19'737	18'708	1'024	5.2%	547	15'383	141	2'637	193	251	32	233	283	32	0.99	3.20	13.15
5 (SS12, Km 461+950)	Barbiano	46.604934	11.532517	9'659	7'642	8'970	9'202	8'602	595	6.5%	324	7'365	91	822	103	127	31	182	132	20	0.88	3.57	8.43
6 (SS12, Km 474+240)	Vellturno	46.684843	11.626474	15'714	10'989	13'857	14'604	13'970	630	4.3%	393	12'651	91	835	171	143	26	180	86	24	0.05	3.37	7.79
7 (SS12, Km 480+840)	Varna	46.733187	11.649082	16'777	10'560	14'986	15'419	14'737	677	4.4%	483	13'172	98	984	184	133	10	96	208	46	0.00	2.59	6.41
8 (SS12, Km 495+900)	Campo di Trens	46.822120	11.538215	5'554	5'049	5'774	5'502	5'170	329	6.0%	329	4'292	45	504	116	56	7	91	53	6	0.36	3.07	3.81
9 (SS12, Km 510+090)	Vipiteno	46.907794	11.432719	7'751	7'815	9'037	7'967	7'809	152	1.9%	433	6'815	48	513	57	27	1	11	49	7	0.00	2.12	1.18

Abbildung 2: Datenerfassung $TGM_{pesante}$ (rote Einrahmung) und C.E. (lila Einrahmung) aus dem von der Autonomen Provinz Bozen auf der Website [Richtlinien und technische Vorschriften | Autonome Provinz Bozen - Südtirol](#) bereitgestellten Tabellenblatt

Für andere Straßen kann der Projektant die Anzahl der Standardachsen, die auf die Straße einwirken, aus der zu erwartenden Anzahl der schweren Fahrzeuge ableiten, indem er den Äquivalenzkoeffizienten annimmt, der dem nächstgelegenen Verkehrsspektrum entspricht (dieser kann aus dem Berechnungsblatt der Autonomen Provinz Bozen für Straßen mit ähnlichen Bedingungen abgeleitet werden).

Anhand der Eingabedaten kann man:

1. Das entsprechende Datenblatt aufgrund der Höhe der Fahrbahndecke über dem Meeresspiegel (500 m, 500-1000 m, 1000-1500 m, über 1500 m Meereshöhe) ermitteln;
2. die entsprechende Spalte für die prognostizierte Verkehrslast (80 kN-Standardachsen) auswählen (unter 0,5 Mio., 0,5-1 Mio., 1-2 Mio., 2-4 Mio., 4-8 Mio., 8-12 Mio., 12-20 Mio.,)
3. die entsprechende Zeile zur Tragfähigkeit des Unterbaus ermitteln: $E_{v2} = 80 \text{ MPa}$, $E_{v2} = 120 \text{ MPa}$, $E_{v2} = 160 \text{ MPa}$ (bei Zwischenwerten geht man vom niedrigsten Wert im betreffenden Intervall aus).

4. im jeweiligen Feld den optimalen Schichtenaufbau je nach verfügbaren Baustoffen, Baustellenlogistik, ökonomischen und ökologischen Kosten wählen.

In allen Datenblättern ist für jede Art des Schichtenaufbaus **eine 3 cm starke Verschleißschicht** vorgesehen. Dieser Wert ist als Minstdicke für die Verschleißschicht zu betrachten. Um die Verdichtung zu erleichtern und damit den Anteil der Resthohlräume einzudämmen, wird jedoch empfohlen, die Dicke der Verschleißschicht nach Möglichkeit von 3 cm auf 4 cm zu erhöhen und die darunter liegende Binderschicht oder bituminöse Tragschicht um 1 cm zu verringern. In Fällen, in denen keine bituminöse Tragschicht vorgesehen ist und die Dicke des Binders nur 5 cm beträgt (die nicht auf 4 cm verringert werden kann), sollte die Erhöhung der Dicke Verschleißschicht (von 3 cm auf 4 cm) nicht kompensiert, sondern als Beitrag zur Erhöhung der Lebensdauer des Belags betrachtet werden.

Bewehrungssysteme, die aus Glasfaser- oder Karbonfasernetzen bestehen, können bei der Planung von Straßenbelägen in Betracht gezogen werden (siehe Liste der zugelassenen Bewehrungssysteme für Asphaltbeläge der Autonomen Provinz Bozen – Amt für Geologie und Baustoffprüfung).

Bewehrungsnetze werden im Allgemeinen bei der oberflächlichen Instandhaltung verwendet, finden auch beim Bau neuer Fahrbahnen ihre Verwendung, da sie es ermöglichen, die Lebensdauer zu erhöhen und/oder die Dicke der Asphaltsschichten zu verringern.

Das Bewehrungssystem muss in der Regel innerhalb der Asphaltsschichten, so tief wie möglich unter der Fahrbahnoberfläche, eingebaut werden.

Durch die Verwendung des Bewehrungsnetzes kann die Gesamtdicke der über dem Gitter verlegten Asphaltsschichten bei gleicher Lebensdauer um einige cm reduziert werden. Die Einsparung von bituminösem Mischgut ermöglicht es den Verbrauch wertvoller, nicht erneuerbarer Materialien (Bitumen und Gesteinsmaterial) zu reduzieren.

Es folgt ein **Anwendungsbeispiel** für das Verzeichnis.

Die zu dimensionierende Fahrbahndecke liegt auf 400 m Meereshöhe, die prognostizierte Verkehrslast für die ersten 20 Jahre liegt bei 11,3 Mio. ESAL à 80 kN, die Tragfähigkeit des Unterbaus E_{v2} beläuft sich auf 130 MPa.

Hier ist Datenblatt Nr. 2 (Höhenlage <500 Höhenmeter, Verkehrslast 4-20 Mio.) heranzuziehen.

Auszuwählen ist die zweite Spalte (Verkehrslast 8-12 Mio. ESAL).

Dann wird die mittlere Zeile ausgewählt; Tragfähigkeit des Unterbaus E_{v2} von 120 MPa (der erste prognostizierte Wert unterhalb des angenommenen Wertes).

Für diese Rahmenbedingungen finden sich im Verzeichnis drei Projektlösungen:

- A. 3 cm Asphaltdeckschicht (Verschleißschicht), 6 cm Binderschicht, 15 cm bitumengebundene Tragschicht im Heißeinbau, 30 cm Stabilisierte Schotterschicht;
- B. 3 cm Asphaltdeckschicht (Verschleißschicht), 5 cm Binderschicht, 9 cm bituminöse Tragschicht im Heißeinbau, 20 cm hydraulisch gebundene untere Tragschicht, 30 cm Stabilisierte Schotterschicht;

C. 3 cm Asphaltdeckschicht (Verschleißschicht), 5 cm Binderschicht, 12 cm bituminöse Tragschicht im Heißeinbau, 30 cm zementstabilisierte Tragschicht.

Alle drei Schichtpakete sind gleichwertig, was die Leistung betrifft. Damit steht es den Projektanten frei, jenes Schichtpaket auszuwählen, welches nach ihrem Dafürhalten für den betreffenden Fall am besten geeignet ist.

Bei allen drei Lösungen kann die Stärke der Verschleißschicht von 3 cm auf 4 cm erhöht werden, indem die Dicke der bituminösen Tragschicht um 1 cm verringert wird.

6 – TECHNISCHE DATENBLÄTTER

Höhenlage: bis 500 m		VERKEHRSKLASSE [ESAL _{80kN}]				LEGENDE:
		< 0,5 MLN	0,5 – 1 MLN	1 – 2 MLN	2 – 4 MLN	
UNTERBAU - Verformungsmodul E_{v2} [MPa] bei Verhältnis $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$	80					Verschleißschicht Binderschicht Bituminöse Tragschicht Bitumen gebundene kaltrecycelte Tragschicht Mit Zement und Schaumbitumen oder Bitumenemulsion gebundene Schicht Hydraulisch gebundene Schicht Stabilisierte Schotterschicht Mit Zement und/oder Kalk stabilisierte Schicht Frostschutzschicht (Frostkoffer) soweit erforderlich (sh. Kap. 4)
	120					
	160					

Übersicht 1: Höhe < 500 m, Verkehrsklasse 1 bis 4

Höhenlage: bis 500 m		VERKEHRSKLASSE [ESAL _{80kN}]						LEGENDE:		
		4 – 8 MLN			8 – 12 MLN				12 – 18 MLN	
UNTERBAU - Verformungsmodul E _{v2} [MPa] bei Verhältnis E _{v2} /E _{v1} ≤ 2.5	80							Art des Unterbaus Nicht vorgesehen		
	120									
	160									

Verschleißschicht

Binderschicht

Bituminöse Tragschicht

Bitumen gebundene kaltrecycelte Tragschicht

Mit Zement und Schaumbitumen oder Bitumenemulsion gebundene Schicht

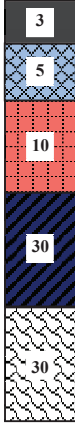
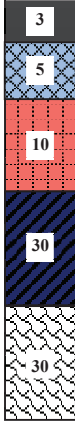
Hydraulisch gebundene Schicht

Stabilisierte Schotterschicht

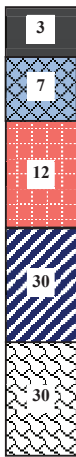
Mit Zement und/oder Kalk stabilisierte Schicht

Frostschuttschicht (Frostkoffer) soweit erforderlich (sh. Kap. 4)

Übersicht 2: Höhe < 500 m, Verkehrsklasse von 5 bis 7

Höhenlage: bis 500 m		VERKEHRSKLASSE [ESAL80kN]		LEGENDE:
		18 – 24 MLN	24 – 30 MLN	
UNTERBAU - Verformungsmodul E_{v2} [MPa] bei Verhältnis $E_{v2}/E_{v1} \leq 2.5$	80	Art des Unterbaus Nicht vorgesehen	Art des Unterbaus Nicht vorgesehen	 Verschleißschicht  Binderschicht  Bituminöse Tragschicht
	120	  	  	 Bitumen gebundene kaltrecycelte Tragschicht  Mit Zement und Schaumbitumen oder Bitumenemulsion gebundene Schicht  Hydraulisch gebundene Schicht
	160	  	  	 Stabilisierte Schottererschicht  Mit Zement und/oder Kalk stabilisierte Schicht  Frostschutzschicht (Frostkoffer) soweit erforderlich (sh. Kap. 4)

Übersicht 3: Höhe < 500 m, Verkehrsklasse von 8 bis 9

Höhenlage: bis zu 500 m		VERKEHRSKLASSE [ESAL80kN]	LEGENDE:
		30-36 MLN	
UNTERBAU - Verformungsmodul E_{v2} [MPa] bei Verhältnis $E_{v2}/E_{v1} \leq 2.5$	80	Art des Unterbaus Nicht vorgesehen	 Verschleiß-schicht  Binderschicht  Bituminöse Tragschicht  Bitumen gebundene kaltrecycelte Tragschicht  Mit Zement und Schaumbitumen oder Bitumenemulsion gebundene Schicht  Hydraulisch gebundene Schicht  Stabilisierte Schotterschicht  Mit Zement und/oder Kalk stabilisierte Schicht  Frostschutz-schicht (Frostkoffer) soweit erforderlich (sh. Kap. 4)
	120	  	
	160	  	

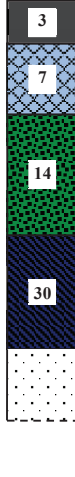
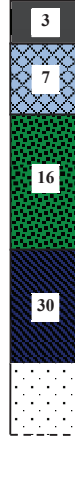
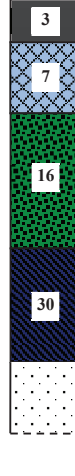
Übersicht 4: Höhe < 500 m, Verkehrsklasse 10

Höhenlage: von 500 m bis 1000 m		VERKEHRSKLASSE [ESAL _{80kN}]				LEGENDE:
		< 0,5 MLN	0,5 – 1 MLN	1 – 2 MLN	2 – 4 MLN	
UNTERBAU - Verformungsmodul E_{v2} [MPa] bei Verhältnis $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$	80					Verschleißschicht Binderschicht Bituminöse Tragschicht Bitumen gebundene kaltrecycelte Tragschicht Mit Zement und Schaumbitumen oder Bitumenemulsion gebundene Schicht Hydraulisch gebundene Schicht Stabilisierte Schotterschicht Mit Zement und/oder Kalk stabilisierte Schicht Frostschuttschicht (Frostkoffer) soweit erforderlich (sh. Kap. 4)
	120					
	160					

Übersicht 5: Höhe 500 - 1000 m, Verkehrsklasse von 1 bis 4

Höhenlage: von 500 m bis 1000 m		VERKEHRSKLASSE [ESAL80kN]						LEGENDE:		
		4 – 8 MLN			8 – 12 MLN					
UNTERBAU - Verformungsmodul E_{v2} [MPa] bei Verhältnis $E_{v2}/E_{v1} \leq 2.5$	80							Verschleißschicht	Binderschicht	Bituminöse Tragschicht
	120							Bitumen gebundene kaltrecycelte Tragschicht	Mit Zement und Schaumbitumen oder Bitumenemulsion gebundene Schicht	Hydraulisch gebundene Schicht
	160							Stabilisierte Schotterschicht	Mit Zement und/oder Kalk stabilisierte Schicht	Frostschutzschicht (Frostkoffer) soweit erforderlich (sh. Kap. 4)

Übersicht 6: Höhe 500 - 1000 m, Verkehrsklasse 6 und 7

Höhenlage: von 500 m bis 1000 m		VERKEHRSKLASSE [ESAL80kN]		LEGENDE:
		12 – 18 MLN	18 – 24 MLN	
UNTERBAU - Verformungsmodul E_{v2} [MPa] bei Verhältnis $E_{v2}/E_{v1} \leq 2.5$	80	Art des Unterbaus Nicht vorgesehen		 Verschleißschicht  Binderschicht  Bituminöse Tragschicht
	120	  	  	 Bitumen gebundene kaltrecycelte Tragschicht  Mit Zement und Schaumbitumen oder Bitumenemulsion gebundene Schicht  Hydraulisch gebundene Schicht
	160	  	  	 Stabilisierte Schotterschicht  Mit Zement und/oder Kalk stabilisierte Schicht  Frostschuttschicht (Frostkoffer) soweit erforderlich (sh. Kap. 4)

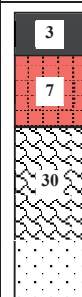
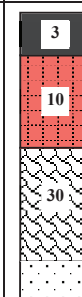
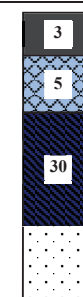
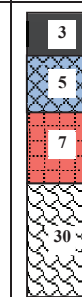
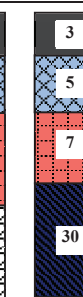
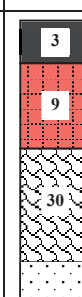
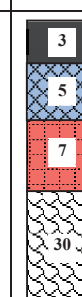
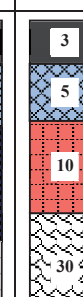
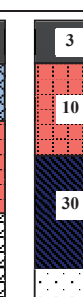
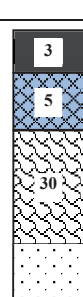
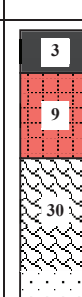
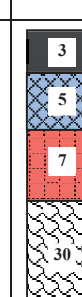
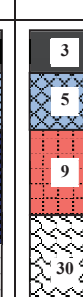
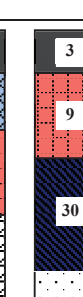
Übersicht 7: Höhe 500 - 1000 m, Verkehrsklasse 8 und 9

Höhenlage: von 1000 m bis 1500 m		VERKEHRSKLASSE [ESAL _{80kN}]				LEGENDE:
		< 0,5 MLN	0,5 – 1 MLN	1 – 2 MLN	2 – 4 MLN	
UNTERBAU - Verformungsmodul E_{v2} [MPa] bei Verhältnis $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$	80					Verschleißschicht Binderschicht Bituminöse Tragschicht Bitumen gebundene kaltrecycelte Tragschicht Mit Zement und Schaumbitumen oder Bitumenemulsion gebundene Schicht Hydraulisch gebundene Schicht Stabilisierte Schotterschicht Frostschuttschicht (Frostkoffer) soweit erforderlich (sh. Kap. 4)
	120					
	160					

Übersicht 8: Höhe 1000 - 1500 m, Verkehrsklasse 1 bis 4

Höhenlage: von 1000 m bis 1500 m		VERKEHRSKLASSE [ESAL _{80kN}]			LEGENDE:
		4 – 8 MLN	8 – 12 MLN	12 – 18 MLN	
UNTERBAU - Verformungsmodul E_{v2} [MPa] bei Verhältnis $E_{v2}/E_{v1} \leq 2.5$	80				Art des Unterbaus Nicht vorgesehen Verschleißschicht Binderschicht Bituminöse Tragschicht Bitumen gebundene kaltrecycelte Tragschicht Mit Zement und Schaumbitumen oder Bitumenemulsion gebundene Schicht Hydraulisch gebundene Schicht Stabilisierte Schottererschicht Mit Zement und/oder Kalk stabilisierte Schicht Frostschuttschicht soweit erforderlich (sh. Kap. 4)
	120				
	160				

Übersicht 9: Höhe 1000 - 1500 m, Verkehrsklasse 5 und 6

Höhenlage: über 1500 m		VERKEHRSKLASSE [ESAL _{80kN}]										LEGENDE:				
		< 0,5 MLN		0,5 – 1 MLN		1 – 2 MLN		2 – 4 MLN		4 – 8 MLN						
UNTERBAU - Verformungsmodul E_{v2} [MPa] bei Verhältnis $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$	80											Verschleißschicht		Binderschicht		Bituminöse Tragschicht
	120											Bitumen gebundene kaltrecycelte Tragschicht		Mit Zement und Schaumbitumen oder Bitumenemulsion gebundene Schicht		Hydraulisch gebundene Schicht
	160											Stabilisierte Schottererschicht		Mit Zement und/oder Kalk stabilisierte Schicht		Frostschuttschicht soweit erforderlich (sh. Kap. 4)

Schema 10: Höhe > 1500 m, Verkehrsklasse 1 bis 5

7 – LITERATURVERZEICHNIS

Airey G. D., “Fundamental binder and practical mixture evaluation of polymer modified bituminous materials”, *International Journal on Pavement Engineering*, vol. 5, pp 137-151, 2004.

Bahia H. U., Hanson D. I., Zeng H., Zhai H., Khatri M. A., Anderson R. M., “Characterization of modified asphalt binders in superpave mix design”, NCHRP report 459, Washington D.C., 2001.

Bocci M., Cardone F., Cerni G., Santagata E., “Rheological characterization of the fatigue resistance of asphalt binders”, ISAP conference, Quebec City, Canada, 2006.

Bonnetti K., Nam K., Bahia H. U., “Measuring and defining fatigue behaviour of asphalt binder”, 8th TRB annual meeting, Washington D.C., 2002.

De Beer M., “Aspects of the design and behaviour of road structures incorporating lightly cementitious layers”, PhD dissertation, Pretoria, 1990.

Finn F., Saraf C., Kulkarni R., Nair K., Smith W. And Abdullah A., “The use of distress prediction subsystems for the design of pavement structures”, 4th International conference on structural design of asphalt pavements, 1977.

Grilli A., Bocci E., Graziani A., “Influence of reclaimed asphalt content on the mechanical behavior of cement-treated mixtures”, *International Journal of Road Materials and Pavement Design*, Vol.14, Issue 3, pp. 666-678, 2013.

Jenkins K. J., Van de Ven M. F. C., de Groot J. L. A., “Characterisation of foamed bitumen”, 7th Conference on Asphalt Pavements for Southern Africa, 1999.

Jenkins K. J., “Mix design considerations for cold and half-warm bituminous mixes with emphasis on foamed bitumen”, PhD Dissertation, University of Stellenbosch, 2000.

Isacsson U. and Lu X., “Properties of bitumens modified with elastomers and plastomers”, 2th Euroasphalt&Eurobitume Congress, Barcellona, Spagna, 2000.

Lesueur D., “The colloidal structure of bitumen: Consequences on the rheology and on the mechanisms of bitumen modification”, *International Journal on Advances in colloid and interface science*, vol. 145, pp 42-82, 2009.

Liebenberg J. J. E., Visser A. T., “Towards a mechanical structural design procedure for emulsion-treated base layers”, *Journal of the South African Institution of Civil Engineering*, 2004.

Liebenberg J. J. E., “A structural design procedure for emulsion treated pavement layers”, PhD dissertation, University of Pretoria, 2003.

Loizos A., Collings D., Jenkins K., “Rehabilitation of a major greek highway by recycling/ stabilising with foamed bitumen”, 8th Conference on Asphalt Pavements for Southern Africa, 2004.

Long F., H. Theyse, “Mechanical-empirical structural design models for foamed and emulsified bitumen treated materials”, 8th Conference on Asphalt Pavements for Southern Africa, 2004.

Raffaelli D., “Foamed asphalt base stabilization”, Institute of Transportation Studies, University of California Berkeley, 2004.

Theyse H. L., de Beer M., Rust F. C., “Overview of South African mechanistic pavement design method”, *Transport Research Record* 1539, 1996.

Theyse H. L., Muthern M. “Pavement analysis and design software (PADS) based on the South African mechanistic-empirical design method”, CSIR, Pretoria, 2000.

Yetkin Y., “Polymer modified asphalt binders”, *International Journal on Construction and building materials*, vol. 21, pp 66-72, 2007.



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO

CATALOGO DELLE PAVIMENTAZIONI STRADALI 2025

INDICE

1 – INTRODUZIONE	3
2 – DEFINIZIONI	4
2.1 Pavimentazione stradale.....	4
2.2 Sottofondo.....	4
2.3 Strati di fondazione	4
2.3.1 Strato di misto granulare	4
2.3.2 Strato stabilizzato a cemento o calce e cemento	5
2.3.3 Misto cementato	5
2.3.4 Strato stabilizzato a cemento con bitume schiumato o emulsione bituminosa	5
2.4 Strati bituminosi	5
2.4.1 Base in conglomerato bituminoso a caldo	5
2.4.2 Base a freddo con emulsione di bitume modificato.....	6
2.4.3 Binder.....	6
2.4.4 Tappeto di usura.....	6
2.5 Struttura di una strada con pavimentazione bituminosa - nuova costruzione	7
2.6 Struttura di una strada con pavimentazione bituminosa - risanamento	8
3 – FATTORI DEL DIMENSIONAMENTO	9
3.1 Metodo di calcolo.....	9
3.2 Portanza dei sottofondi.....	9
3.3 Carichi di traffico	9
3.4 Zone climatiche	10
3.5 Materiali	11
4 – PROTEZIONE DAL GELO.....	12
5 – GUIDA ALL’UTILIZZO DEL CATALOGO	14
6 – SCHEDE DI CATALOGO	18
7 – BIBLIOGRAFIA	28

1 – INTRODUZIONE

Il presente Catalogo offre all'ingegnere stradale una serie di pavimentazioni valide per le condizioni di traffico e ambientali tipiche della Provincia Autonoma di Bolzano.

L'ambito di applicazione di questo Catalogo riguarda sia la progettazione di nuove strade che gli interventi di manutenzione straordinaria che prevedono il rifacimento totale della pavimentazione.

Le pavimentazioni considerate sono di tipo flessibile e di tipo semirigido. I materiali previsti sono quelli usualmente impiegati sulla rete stradale della Provincia Autonoma di Bolzano, compresi quelli di riciclo, quali il conglomerato bituminoso di recupero (fresato) e le terre stabilizzate con calce e/o cemento. I conglomerati bituminosi di tutte le pavimentazioni proposte sono stati considerati con impiego di bitume modificato di tipo hard. Le caratteristiche dei materiali sono quelle contenute nelle Direttive Tecniche della Provincia Autonoma di Bolzano.

Il catalogo prevede quattro zone climatiche individuate in relazione alle loro altitudini. Per ogni zona vengono indicate pavimentazioni riferite a tre livelli di portanza del sottofondo e diverse classi di traffico espresse in termini di assi standard da 80 kN a ruote gemellate (ESAL).

La revisione 2025 del Catalogo delle Pavimentazioni ha interessato principalmente la determinazione dei carichi di traffico. Per gran parte delle strade della Provincia Autonoma di Bolzano, negli ultimi anni, è stato attivato il rilievo del traffico mediante telecamere (spire) che consente di individuare non solo il numero, ma anche la tipologia dei mezzi pesanti in transito. Associando ad ogni tipo di veicolo un carico per asse, tenendo anche in considerazione il fatto che una quota di mezzi pesanti non viaggia a pieno carico, è stato possibile individuare lo spettro di traffico strada per strada.

Un ulteriore affinamento per l'individuazione dei carichi di traffico è stato fatto sul tasso di crescita dei flussi nell'arco della vita utile della pavimentazione. Nella prima versione del Catalogo il tasso di crescita era stato ipotizzato uguale per tutte le strade. In questa nuova edizione del Catalogo i tassi di crescita sono stati adottati, strada per strada, sulla base dei rilievi del traffico eseguiti nei 20 anni precedenti alla data del progetto della nuova pavimentazione. Solo per le strade e/o per le sezioni per le quali non sono disponibili dati di traffico "storici" è stato ipotizzato un tasso di crescita fisso dello 0,5% annuo.

Viene inoltre data la possibilità ai progettisti di adottare tassi di crescita diversi sulla base di valutazioni legate allo sviluppo territoriale locale.

Il Catalogo delle Pavimentazioni resta pertanto organizzato con riferimento al numero di assi standard che interesseranno la strada nei primi 20 anni di esercizio, dato che per tutte le strade provinciali verrà fornito dalla Provincia Autonoma di Bolzano, sulla base del rilievo annuale dei flussi di traffico.

Per tutte le altre strade il carico di traffico, in termini di assi standard, deve essere ricavato a partire dal numero di veicoli pesanti previsti, adottando il coefficiente di equivalenza più opportuno, individuato sulla base della composizione (spettro di traffico) dei veicoli.

2 – DEFINIZIONI

2.1 Pavimentazione stradale

La pavimentazione stradale o sovrastruttura è la parte del corpo stradale costituita da un insieme di strati sovrapposti, di materiali e spessori diversi aventi funzione di sopportare le azioni indotte dal traffico e di trasmetterle, opportunamente attenuate, al terreno di appoggio (sottofondo), nonché di garantire agli utenti condizioni di sicurezza e confort di marcia.

2.2 Sottofondo

Il sottofondo è il volume di terra al di sotto della pavimentazione stradale dove sono apprezzabili gli effetti delle sollecitazioni prodotte dai carichi veicolari. Nelle sezioni in trincea è lo strato più superficiale del terreno in sito, nelle sezioni in riporto è la parte superiore del rilevato.

Il sottofondo deve garantire buone condizioni di portanza nelle diverse condizioni ambientali in cui può venire a trovarsi. Per questo, quando necessario deve essere protetto dall'azione dell'acqua e del gelo.

2.3 Strati di fondazione

La fondazione stradale è costituita da uno o due strati appoggiati sopra al sottofondo. Lo strato o gli strati possono essere realizzati con misto granulare stabilizzato oppure con materiali di riciclo conformi alla normativa UNI EN 11531-1 (scarti di costruzione e demolizione di opere edili, vecchia fondazione stradale, materiali provenienti dagli scavi, ecc.), con e senza aggiunta di legante idraulico. Allo stesso scopo possono essere utilizzate terre e/o miscele di aggregati stabilizzate con cemento o calce e cemento.

Il trattamento di stabilizzazione con legante idraulico si rende necessario solo quando l'impiego diretto del materiale non consente di raggiungere i requisiti di portanza e di stabilità al gelo previsti dalle Norme Tecniche di Capitolato.

2.3.1 Strato di misto granulare

Il misto granulare naturale è una miscela di aggregati di primo impiego generalmente disponibile in frazione unica 0/D, senza legante aggiunto.

2.3.2 Strato stabilizzato a cemento o calce e cemento

La tecnica consiste nella realizzazione di strati con miscele di terre e di aggregati stabilizzate a cemento (eventualmente dopo un pretrattamento con calce) e rappresenta una valida alternativa al tradizionale impiego dei misti granulari.

L'impiego della calce, in aggiunta al cemento, si rende necessario nei casi in cui il materiale da stabilizzare presenta Indice di Plasticità $IP > 6$, cioè quando la miscela di aggregati contiene una significativa presenza di materiali fini (plastici) di natura argillosa.

Il tipo di legante (calce e/o cemento) e il dosaggio per ottenere le caratteristiche prestazionali richieste devono essere determinati nell'ambito di relative prove di laboratorio. Sono da preferire cementi di nuova generazione con ridotto impatto ambientale nella fase di produzione, con contenuto di riciclato e con resistenza ai solfati.

2.3.3 Misto cementato

Il misto cementato è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego e/o di riciclo (conformi alla normativa UNI EN 11531-2) impastata con acqua e cemento. Dopo un adeguato tempo di stagionatura, il misto cementato deve assumere una resistenza meccanica durevole ed apprezzabile mediante prove eseguibili su provini di forma assegnata, anche in presenza di acqua o gelo. Sono da preferire cementi di nuova generazione con ridotto impatto ambientale nella fase di produzione, con contenuto di riciclato e con resistenza ai solfati.

2.3.4 Strato stabilizzato a cemento con bitume schiumato o emulsione bituminosa

Nelle pavimentazioni di concezione più recente questo strato viene realizzato con miscele che oltre al cemento contengono anche un legante bituminoso in forma di schiuma o di emulsione bituminosa. Questa tecnica è stata sviluppata nell'ambito del riciclaggio a freddo delle pavimentazioni stradali, ma viene impiegata anche nella costruzione di nuove pavimentazioni sia per l'opportunità di utilizzare una più vasta gamma di aggregati (naturali o di riciclo), che per il maggiore livello prestazionale offerto rispetto al misto cementato.

2.4 Strati bituminosi

Nelle pavimentazioni flessibili sopra allo strato di fondazione vengono realizzati gli strati di conglomerato bituminoso a caldo: base, binder e tappeto di usura.

2.4.1 Base in conglomerato bituminoso a caldo

Lo strato di base a caldo è un conglomerato bituminoso, dosato a peso o a volume, costituito da aggregati lapidei di primo impiego, granulato di conglomerato bituminoso (conglomerato bituminoso di recupero), bitume e additivi. In questo catalogo è stato considerato che il legante sia un bitume modificato con polimeri di tipo "hard".

2.4.2 Base riciclata a freddo con emulsione di bitume modificato

Nel conglomerato riciclato a freddo per strati di base si utilizzano emulsioni di bitume modificato e cemento. La notevole presenza di emulsione bituminosa, il legante bituminoso modificato con polimeri, l'inibizione del potere legante del cemento conferiscono alla miscela una maggiore duttilità ed una maggiore resistenza a fatica. Il conglomerato bituminoso riciclato a freddo può essere realizzato con impianti mobili (installati provvisoriamente vicino al

cantiere), o direttamente in situ mediante un “treno” di riciclaggio costituito da: fresa, macchina stabilizzatrice (tale da disgregare i grumi del conglomerato fresato e miscelare omogeneamente l’emulsione ed il cemento), autobotte per l’acqua, autobotte per l’emulsione, livellatrice, rullo vibrante e rullo gommato.

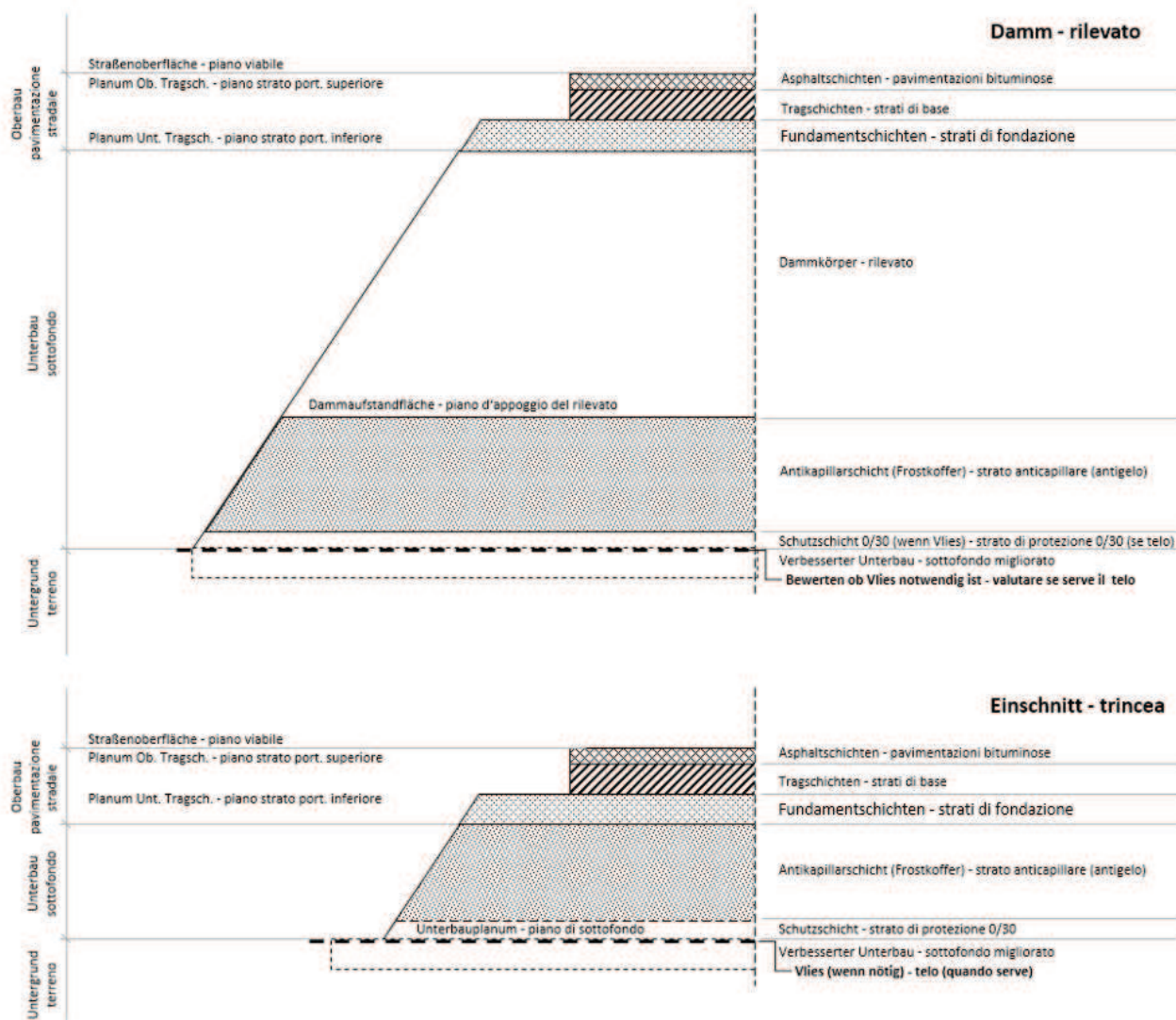
2.4.3 Binder

Lo strato di binder è un conglomerato bituminoso impastato a caldo, dosato a peso o a volume, costituito da aggregati lapidei di primo impiego, granulato di conglomerato bituminoso (conglomerato bituminoso di recupero), bitume e additivi. In questo catalogo è stato considerato che il legante sia un bitume modificato con polimeri di tipo “hard”.

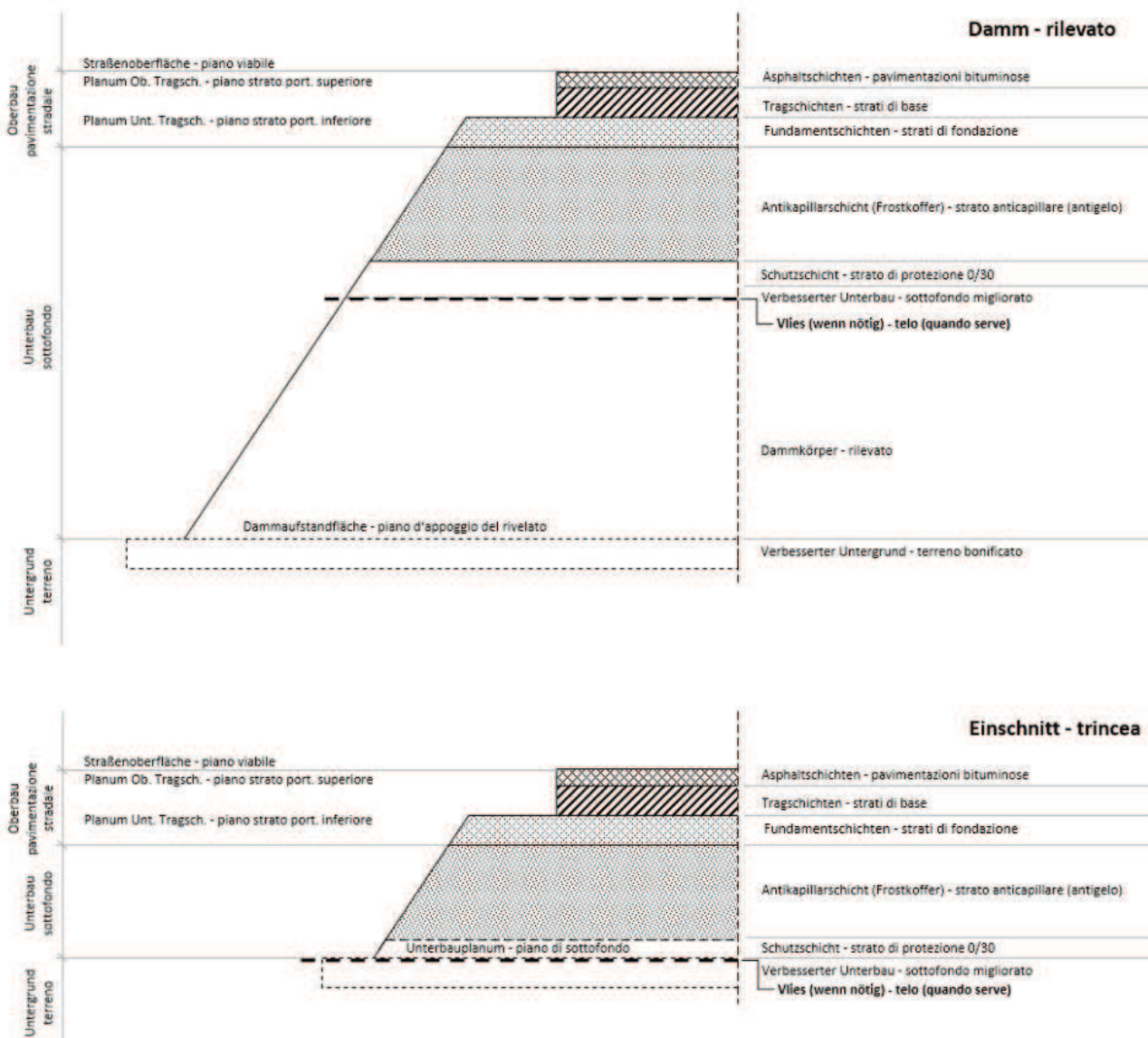
2.4.4 Tappeto di usura

Il tappeto di usura è un conglomerato bituminoso impastato a caldo, dosato a peso o a volume, costituito da aggregati lapidei di primo impiego, granulato di conglomerato bituminoso (conglomerato bituminoso di recupero) bitume e additivi. In questo catalogo è stato considerato un tappeto tradizionale chiuso o tipo Splittmastix, in entrambi i casi il legante è un bitume modificato con polimeri di tipo “hard”.

2.5 Struttura di una strada con pavimentazione bituminosa – nuova costruzione



2.6 Struttura di una strada con pavimentazione bituminosa – risanamento



3 – FATTORI DEL DIMENSIONAMENTO

3.1 Metodo di calcolo

Le pavimentazioni proposte nel Catalogo sono state dimensionate con metodo razionale mediante il software BISAR, sviluppato dalla Shell Research e ampiamente diffuso a livello internazionale. Tale software permette di calcolare le tensioni, le deformazioni e gli spostamenti in ogni punto di un sistema a multistrato elastico sottoposto a uno o più carichi uniformemente distribuiti su di un'impronta circolare. A loro volta, le tensioni e le deformazioni costituiscono i parametri di ingresso delle leggi di fatica (leggi di decadimento) relative a ciascun materiale. Tali leggi di fatica permettono di stabilire il numero di ripetizioni di carico ammissibile secondo un meccanismo di rottura che non arriva al collasso istantaneo, ma per progressiva riduzione del livello di servizio fino a valori non più tollerabili.

I parametri di calcolo e le leggi di fatica impiegate sono scelti facendo riferimento alle prescrizioni normative, alla letteratura scientifica e alle esperienze sperimentali più recenti.

3.2 Portanza dei sottofondi

Le pavimentazioni del Catalogo sono riferite a tre diversi livelli di portanza dei sottofondi individuati dai valori del Modulo di Deformazione E_{v2} di 80 MPa, 120 MPa e 160 MPa, con rapporto $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$.

Il Modulo di Deformazione E_{v2} viene determinato con prove di carico su piastra a doppio ciclo eseguite secondo la Normativa DIN 18134.

I primi due valori sono quelli previsti per il corpo stradale dalle Direttive Tecniche per pavimentazioni bituminose, fondazioni e sottofondi stradali della Provincia Autonoma di Bolzano, rispettivamente per le strade a basso traffico ed a traffico più elevato. Il valore di E_{v2} corrispondente a 160 MPa è invece da considerare per i sottofondi in trincea costituiti da materiali ad elevata portanza (roccia, till di fondo sovra consolidato, ecc.), oppure per sottofondi realizzati con terre stabilizzate a calce e/o cemento.

3.3 Carichi di traffico

Il Catalogo è organizzato per 10 livelli di traffico individuati dal numero di passaggi di assi standard da 80 kN a ruote gemellate (ESAL). Per le zone a maggiore altitudine non vengono proposte pavimentazioni per i carichi di traffico più elevati, in quanto considerati irraggiungibili anche negli anni a venire.

Il riferimento agli assi standard invece che al numero di mezzi pesanti è stato mantenuto nella nuova versione del Catalogo, perché la composizione dello spettro di traffico (tipologie dei vari tipi di veicoli computati come mezzi pesanti) varia per le diverse strade della Provincia Autonoma di Bolzano.

Il conteggio degli assi standard è stato migliorato, rendendolo più preciso, grazie al fatto che negli ultimi anni la Provincia Autonoma di Bolzano ha attivato il rilievo del traffico mediante spire induttive che consentono di individuare non solo il numero, ma anche la tipologia dei mezzi pesanti in transito.

Associando ad ogni tipo di veicolo un carico per asse, tenendo anche in considerazione il fatto che una quota di mezzi pesanti non viaggia a pieno carico, è stato possibile individuare lo spettro di traffico strada per strada.

Un ulteriore affinamento per l'individuazione dei carichi di traffico è stato fatto sul tasso di crescita dei transiti di veicoli (pesanti) nell'arco della vita utile della pavimentazione. Nella prima versione del Catalogo il tasso di crescita era stato ipotizzato uguale per tutte le strade. In questa nuova edizione del Catalogo i tassi di crescita sono stati adottati, per gran parte delle strade, sulla base dei rilievi del traffico eseguiti nei 20 anni precedenti alla data del progetto della nuova pavimentazione. Solo per le strade e/o per le sezioni per le quali non sono disponibili dati di traffico "storici" è stato ipotizzato un tasso di crescita fisso dello 0,5% annuo. Viene inoltre data la possibilità ai progettisti di adottare tassi di crescita diversi nei casi in cui, sulla base di valutazioni legate allo sviluppo economico e sociale delle aree circostanti, lo stesso progettista preveda un diverso incremento dei carichi di traffico sulla pavimentazione stradale di progetto.

Per tutte le strade statali e provinciali il numero di passaggi di assi standard, per un arco temporale di 20 anni, viene fornito dalla Provincia Autonoma di Bolzano, sul sito [Direttive e norme tecniche | Provincia autonoma di Bolzano - Alto Adige](#)

Per tutte le altre strade deve essere ricavato a partire dal numero di veicoli pesanti previsti, adottando il coefficiente di equivalenza più opportuno, individuato sulla base della composizione (spettro di traffico) dei veicoli determinata dal progettista.

3.4 Zone climatiche

Il conglomerato bituminoso è un materiale che ha caratteristiche meccaniche diverse in relazione alla temperatura. Per tenere conto di questo aspetto, nella predisposizione del Catalogo sono state individuate 4 zone climatiche riferite all'altitudine sul livello del mare:

- Zona 1 sotto i 500 m slm;
- Zona 2 tra 500 e 1000 m slm;
- Zona 3 tra 1000 e 1500 m slm;
- Zona 4 oltre 1500 m slm.

Per ciascuna zona è stata individuata una stazione meteo di riferimento. Poiché le miscele bituminose diminuiscono la loro rigidità all'aumentare della temperatura sono state scelte le stazioni a minore quota sul livello del mare, con la maggiore temperatura media annua, rispettivamente Salorno, Colma Barbiano, Tires, Mazia (tabella 2).

	Zona climatica 1	Zona climatica 2	Zona climatica 3	Zona climatica 4
	Stazione meteo Salorno	Stazione meteo Colma Barbiano	Stazione meteo Tires	Stazione meteo Mazia
Mese	Temp. medie mensili [°C]	Temp. medie mensili [°C]	Temp. medie mensili [°C]	Temp. medie mensili [°C]
Gennaio	0.9	0.1	-0.1	-1.3
Febbraio	3.3	2.9	1.0	-1.1
Marzo	8.7	7.2	4.4	2.1
Aprile	13.0	11.0	7.4	5.4
Maggio	17.8	15.4	11.8	10.2
Giugno	21.3	18.6	15.7	13.7
Luglio	23.1	21.0	17.9	15.8
Agosto	22.8	20.6	17.8	15.8
Settembre	18.1	16.4	13.9	11.2
Ottobre	12.1	11.8	9.5	7.0
Novembre	5.7	5.5	4.0	1.8
Dicembre	1.6	1.0	0.3	-1.5

Tabella 2 - Temperature medie mensili registrate nel 2014 nelle stazioni meteo di riferimento

Le 4 zone climatiche hanno anche condizioni diverse rispetto al rischio gelo. Nel calcolo della pavimentazione non è previsto il *parametro gelo* ma il fenomeno deve essere evitato con specifici accorgimenti, come illustrato nel successivo paragrafo 4. Nel catalogo, per le zone a rischio gelo, si è però ritenuto opportuno segnalare la problematica indicando l'eventuale necessità di inserire uno strato anticapillare (antigelo).

3.5 Materiali

Il Catalogo prevede l'impiego dei materiali usualmente impiegati sulla rete stradale della Provincia Autonoma di Bolzano, compresi quelli di riciclo quali il conglomerato bituminoso di recupero (fresato) e le terre stabilizzate con calce e/o cemento.

Per quasi tutte le tipologie di pavimentazione proposte, escluse solo quelle interessate da un basso livello di traffico (inferiore a 0,5 milioni di ESAL), per lo strato di fondazione viene fornita l'alternativa tra l'impiego di misto granulare e di materiali, anche di riciclo, stabilizzati a cemento (se necessario dopo un pretrattamento a calce).

Per i livelli di traffico più elevati viene previsto l'inserimento di uno strato di misto cementato e l'eventuale sostituzione della base in conglomerato bituminoso a caldo con una base a freddo realizzata con bitume schiumato o emulsione di bitume modificato.

I conglomerati bituminosi di base, binder ed usura prevedono sempre l'impiego di bitume modificato di tipo hard.

Le caratteristiche dei materiali costituenti (aggregati lapidei, bitume, cemento, ecc.) e delle miscele sono quelle previste dalle Norme Tecniche della Provincia Autonoma di Bolzano.

4 – PROTEZIONE DAL GELO

Nelle zone climatiche in cui ricorrono le condizioni per la formazione del gelo nei sottofondi, al di sotto del pacchetto previsto dal Catalogo è necessario inserire un adeguato spessore di materiali antigelo.

Sulla base dei dati climatici storici o tramite pozzetti esplorativi deve essere preliminarmente individuata la profondità di formazione del gelo. A vantaggio di sicurezza e per tener conto della maggiore penetrazione del gelo nei materiali porosi, tale quota deve essere incrementata del 30% (quota di gelo effettiva = quota determinata in cm + 30%).

Quando tra il piano di posa della pavimentazione e la quota di formazione del gelo c'è una distanza minore o uguale di 30 cm (misurata verso il basso) deve essere inserito uno strato anticapillare (antigelo) di materiale 30/70 dello spessore di 40 cm (compreso l'intasamento della parte superiore con materiale 0/30), eventualmente rimuovendo una parte del sottofondo.

Quando la quota gelo ipotizzata è maggiore di 30 cm, misurata verso il basso, dal piano d'appoggio della pavimentazione prevista, lo strato anticapillare (antigelo) di materiale 30/70 deve raggiungere almeno la quota di profondità del gelo. Dallo strato anticapillare (antigelo) fino a raggiungere il piano di posa della pavimentazione, deve essere posto in opera del misto granulare.

Se la profondità del gelo resta dentro la pavimentazione prevista dal catalogo, lo strato anticapillare di protezione antigelo può essere escluso se interessa solo gli strati di conglomerato bituminoso. Lo strato anticapillare (antigelo) di materiale 30/70 deve essere invece sempre previsto, se interessa gli strati sottostanti ai conglomerati bituminosi.

Poiché lo strato anticapillare, oltre ad impedire la risalita dell'acqua dal sottofondo, può drenare acqua dalle scarpate o dai terreni adiacenti è necessario prevedere la raccolta e l'allontanamento di tale acqua. In tal senso è necessario che il piano di posa dello strato anticapillare abbia una pendenza non inferiore al 4% e che sul lato più basso sia previsto un tubo drenante posto circa 30 cm più in basso (fig. 1).

Lo strato anticapillare deve essere costituito da terre granulari (ghiaia, ghiaietto ghiaino), con granulometria compresa tra 30 e 70 mm e con un passante al setaccio <0,063 mm non superiore al 3%.

Il materiale deve risultare del tutto esente da componenti instabili (gelive, tenere, solubili, etc.) e da resti vegetali; è ammesso l'impiego di materiali frantumati oppure riciclati idonei.

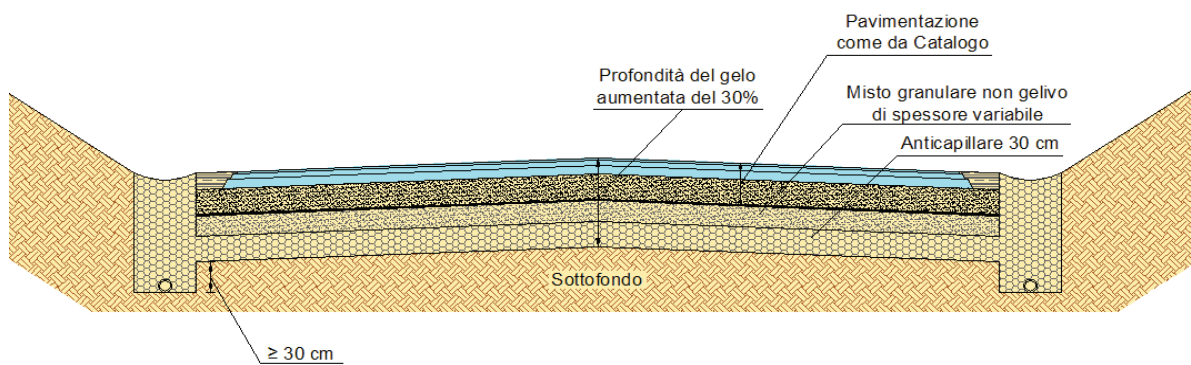


Figura 1 – Schema della pavimentazione

5 – GUIDA ALL’UTILIZZO DEL CATALOGO

Per l’utilizzo del Catalogo è necessario conoscere la quota alla quale si trova la pavimentazione, la portanza del terreno di sottofondo ed il carico di traffico previsto nell’arco di vita utile, generalmente assunto in 20 anni.

La **portanza del sottofondo**, per le strade esistenti interessate dal completo rifacimento della pavimentazione, può essere ricavata mediante indagini ad alto rendimento (FWD - Falling Weight Deflectometer), oppure con prove puntuali (prove di carico su piastra a doppio ciclo) e/o prove sui materiali prelevati da pozzetti esplorativi. Nel caso di prove FWD il livello di portanza da adottare è quello corrispondente al 15° percentile (valore superato nell’85% dei casi) dei moduli elastici rilevati per il sottofondo nella tratta interessata dall’intervento di ripavimentazione. Nel caso di prove puntuali, il valore di portanza da considerare è il Modulo di Deformazione E_{v2} più basso ottenuto nelle diverse prove, nelle condizioni ambientali peggiori (valori di umidità più elevati riscontrabili nell’arco dell’anno).

Per le strade di nuova costruzione la portanza da adottare è quella minima prevista dal progetto per i tratti in rilevato e per quelli in trincea.

In tutti i casi il livello di portanza con cui “entrare” nel Catalogo per individuare la pavimentazione da adottare è quello inferiore tra i tre previsti (80 MPa, 120 MPa e 160 MPa) a quello ottenuto dalle prove o previsto dal progetto.

Il **carico di traffico** per la rete stradale della Provincia Autonoma di Bolzano è reperibile sul sito [Direttive e norme tecniche | Provincia autonoma di Bolzano - Alto Adige](#) in termini di assi standard da 80 kN, calcolati per i primi 20 anni di esercizio, sulla base dei flussi di traffico rilevati e del tasso di crescita stimato.

Qualora il progettista, sulla base di valutazioni del contesto territoriale locale e della previsione di futuri insediamenti produttivi che possano modificare i flussi di traffico di mezzi pesanti, ritenga che il tasso di crescita indicato nel sito sia poco attendibile può determinare il carico di traffico utilizzando un valore differente per il tasso di incremento annuo di traffico commerciale.

In questo caso il numero di passaggi di assi standard da 80 kN in 20 anni può essere calcolato sulla base della seguente formula:

$$N = TGM_{pesante} \cdot p_{Sm} \cdot C.E. \cdot gg \cdot \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

dove:

$TGM_{pesante}$ è il traffico giornaliero medio di mezzi pesanti;

p_{Sm} è la percentuale di veicoli per senso di marcia (50%);

$C.E.$ è il coefficiente di equivalenza per lo spettro di traffico considerato;

gg sono i giorni di traffico (365 giorni);

r è il tasso di incremento annuo del traffico pesante;

n è la vita utile di progetto della sovrastruttura in anni (20 anni).

I dati di $TGM_{pesante}$ e $C.E.$ sono reperibili dal foglio di calcolo fornito dalla Provincia Autonoma di Bolzano rispettivamente alle colonne J (riquadro in rosso) e W (riquadro in viola), come mostrato nella figura 2.

Il valore di r (tasso di incremento annuo del traffico pesante) è l'unico termine che deve essere stabilito dal progettista (se diverso da quello stimato dalla Provincia Autonoma di Bolzano).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
1	TGM + Traffico in milioni di ESAL80kN nei successivi 20 anni																							
2	(Rif. dati traffico anno 2023)																							
3	DTV + Verkehrsdaten mit ESAL80kN Berechnung in Millionen																							
4	in den nächsten 20 Jahren																							
5	(bezügl. Verkehrsdaten Jahr 2023)																							
6																								
7									A	B	C		B	B	B	B	C	C	C	C				
8	Contrattificio Verkehrszähler	Comune Gemeinde	Latitudine Breitengrad	Longitudine Längengrad	Feriale Werktag	Festivo Feiertag	Profestivo Vor dem Feiertag	TGM Totale DTV Ingesamt	TGM Leggero DTV Leichter Verkehr	TGM Pesante DTV Schwerer Verkehr	C / A (%)	Moto Motorräder	Auto e piccoli furgoni PKW und kleine Lieferwagen	Auto con rimorchio PKW mit Anhänger	Furgoni Lieferwagen	Camion leggeri < 2,5 m Leichte LKW < 2,5 m	Camion pesanti > 2,5 m Schwere LKW > 2,5 m	Autotreno Achsenabstände	Sattelzugmaschinen Sattelzugmaschinen	Autobusse Autobusse	Andere Fahrzeuge	Tasso incremento traffico annuo [%]	Coef. eq. min Mindest-Äquivalenzkoeffizient	ESAL80kN
9	1 (SS12, Km 402+400)	Salorno	46.236787	11.184887	8'005	6'761	7'762	7'752	6'961	785	10.1%	294	5'936	65	666	104	153	42	407	59	20	0.91	4.50	14.07
10	2 (SS12, Km 420+430)	Ora	46.352822	11.310005	13'525	9'424	11'320	12'467	11'469	993	8.0%	380	9'891	100	1'098	166	201	43	432	107	44	1.60	4.08	17.29
11	3 (SS12, Km 432+690)	Leives	46.449701	11.344873	24'187	15'157	19'919	21'950	20'858	1'086	4.9%	960	18'403	104	1'391	229	258	56	403	107	33	1.07	3.86	16.96
12	4 (SS12, Km 442+350)	Corredo affittato	46.489337	11.404803	20'620	16'709	19'312	19'737	18'708	1'024	5.2%	547	15'383	141	2'637	193	251	32	233	283	32	0.99	3.20	13.15
13	5 (SS12, Km 461+950)	Barbano	46.604034	11.532317	9'659	7'642	8'970	9'202	8'602	595	6.5%	324	7'365	91	822	103	127	31	182	132	20	0.88	3.57	8.43
14	6 (SS12, Km 474+240)	Veltro	46.684843	11.626474	15'714	10'989	13'857	14'604	13'970	630	4.3%	393	12'651	91	835	171	143	26	180	86	24	0.05	3.37	7.79
15	7 (SS12, Km 480+840)	Varna	46.733187	11.649082	16'777	10'560	14'986	15'419	14'737	677	4.4%	483	13'172	98	984	184	133	10	96	208	46	0.00	2.59	6.41
16	8 (SS12, Km 495+900)	Campo di Trens	46.822120	11.538215	3'554	5'049	5'774	5'502	5'170	329	6.0%	329	4'292	45	504	116	56	7	91	53	6	0.36	3.07	3.81
17	9 (SS12, Km 510+090)	Vipiteno	46.907794	11.432719	7'751	7'815	9'037	7'967	7'809	152	1.9%	433	6'815	48	513	57	27	1	11	49	7	0.00	2.12	1.18

Figura 2: Raccolta dei dati di $TGM_{pesante}$ (riquadro in rosso) e $C.E.$ (riquadro in viola) dal foglio di calcolo fornito dalla PA di Bolzano sul sito [Direttive e norme tecniche | Provincia autonoma di Bolzano - Alto Adige](#)

Per le altre strade il progettista può ricavare il numero di assi standard che interesseranno la strada a partire dal numero di veicoli pesanti previsti, adottando il coefficiente di equivalenza corrispondente allo spettro di traffico più aderente (ricavabile da quello fornito nel foglio di calcolo della Provincia Autonoma di Bolzano per strade in condizioni simili).

Con i dati di ingresso disponibili si procede a:

- individuare la scheda di riferimento in base alla quota della pavimentazione sul livello del mare (sotto i 500 m slm, tra 500 e 1000 m slm, tra 1000 e 1500 m slm, oltre 1500 m slm);
- selezionare la colonna relativa al carico di traffico (assi standard da 80 kN) previsto (inferiore a 0,5 milioni, tra 0,5 e 1 milione, tra 1 e 2 milioni, tra 2 e 4 milioni, tra 4 e 8 milioni, tra 8 e 12 milioni, tra 12 e 18 milioni, tra 18 e 24 milioni, tra 24 e 30 milioni);
- individuare la riga corrispondente alla portanza del sottofondo prevista: $E_{v2} = 80$ MPa, $E_{v2} = 120$ MPa, $E_{v2} = 160$ Mpa (per valori intermedi si assume quello più basso dell'intervallo in cui è compreso).
- scegliere, tra quelli presenti nella casella individuata, il pacchetto più opportuno in relazione ai materiali disponibili, alla logistica del cantiere, ai costi economici e ambientali.

In tutte le schede, per qualsiasi tipo di pavimentazione, è previsto un **tappeto di usura dello spessore di 3 cm**. Tale valore deve essere considerato lo spessore minimo da adottare per il tappeto di usura. Tuttavia, ove possibile, per facilitare la compattazione e quindi contenere la percentuale di vuoti residui, è consigliato aumentare lo spessore del tappeto di usura da 3 cm a 4 cm, diminuendo di 1 cm lo strato sottostante del binder oppure quello della base a caldo. Nei casi in cui non è prevista la base a caldo e lo spessore del binder è di soli 5 cm (non riducibili a 4 cm) l'aumento dello spessore del tappeto (da 3 cm a 4 cm) non deve essere compensato, ma considerato come contributo all'aumento della vita utile della pavimentazione.

Nel progetto della pavimentazione stradale possono essere previsti sistemi di rinforzo costituiti, da reti in fibra di vetro o in fibra di carbonio (vedi elenco dei sistemi di rinforzo ammessi dalla Provincia Autonoma di Bolzano – Ufficio Geologia e prove Materiali).

Le reti di rinforzo, pur essendo generalmente impiegate negli interventi di manutenzione superficiale, trovano spazio anche nel progetto di nuove pavimentazioni in quanto consentono di incrementare la vita utile e/o ridurre lo spessore degli strati in conglomerato bituminoso.

Di regola il sistema di rinforzo deve essere collocato all'interno degli strati in conglomerato bituminoso, il più in basso possibile rispetto al piano viabile.

L'impiego della rete di rinforzo può consentire, a parità di vita utile perseguita, la riduzione di qualche cm dello spessore complessivo degli strati di conglomerato bituminoso previsti sopra alla rete. Il minor impiego di conglomerato bituminoso permette di ridurre il consumo di materiali pregiati non rinnovabili (bitume e aggregati lapidei).

Di seguito si riporta un **esempio di utilizzo del Catalogo**.

La pavimentazione da dimensionare è ubicata ad una quota sul livello del mare pari a 400 m, il carico di traffico previsto per i primi 20 anni di vita è di 11,3 milioni di ESAL da 80 kN, la portanza del sottofondo E_{v2} è pari a 130 MPa.

Lo schema da utilizzare è quello della scheda n. 2 (quota < 500 m, carico di traffico da 4 a 20 milioni).

La colonna da selezionare è la seconda (carico di traffico tra 8 e 12 milioni di ESAL).

La riga da selezionare è quella centrale: portanza di sottofondo E_{v2} di 120 MPa (primo valore previsto inferiore a quello ipotizzato).

Per la situazione ipotizzata il Catalogo individua 3 soluzioni progettuali:

- D. 3 cm di tappeto di usura, 6 cm di binder, 15 cm di strato di base in conglomerato bituminoso a caldo, 30 cm di fondazione in misto granulare;
- E. 3 cm di tappeto di usura, 5 cm di binder, 9 cm di strato di base in conglomerato bituminoso a caldo, 20 cm di sottobase in misto cementato, 30 cm di fondazione in misto granulare;
- F. 3 cm di tappeto di usura, 5 cm di binder, 12 cm di strato di base in conglomerato bituminoso a caldo, 30 cm di fondazione stabilizzata a cemento.

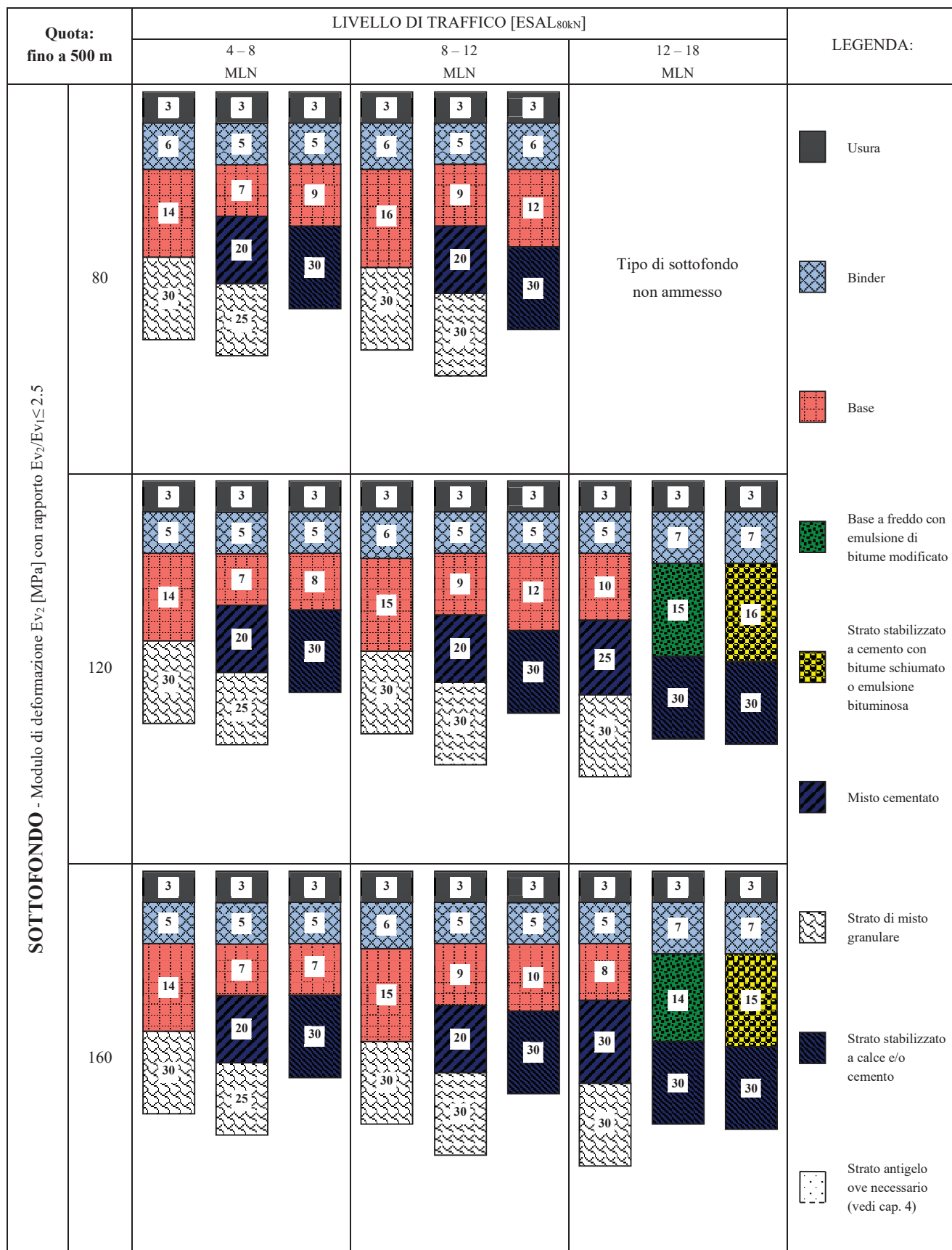
Le tre pavimentazioni sono equivalenti dal punto di vista prestazione. Il progettista è pertanto libero di scegliere quella che ritiene più soddisfacente nel caso specifico.

In tutte e tre le soluzioni lo spessore del tappeto di usura può essere aumentato da 3 cm a 4 cm riducendo di 1 cm lo spessore dello strato di base a caldo.

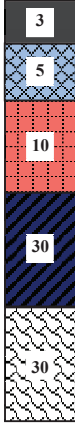
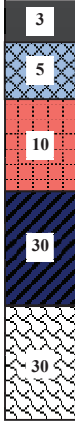
6 – SCHEDE DI CATALOGO

Quota: fino a 500 m		LIVELLO DI TRAFFICO [ESAL _{80kN}]				LEGENDA:
		< 0,5 MLN	0,5 – 1 MLN	1 – 2 MLN	2 – 4 MLN	
SOTTOFONDO - Modulo di deformazione E_{v2} [MPa] con rapporto $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$	80					Usura Binder Base Base a freddo con emulsione di bitume modificato Strato stabilizzato a cemento con bitume schiumato o emulsione bituminosa Misto cementato Strato di misto granulare Strato stabilizzato a calce e/o cemento Strato antigelo ove necessario (vedi cap. 4)
	120					
	160					

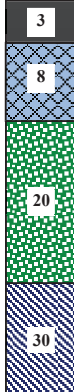
Schema 1: Quota < 500 m, livelli di traffico da 1 a 4



Schema 2: Quota < 500 m, livelli di traffico da 5 a 7

Quota: fino a 500 m		LIVELLO DI TRAFFICO [ESAL80kN]		LEGENDA:
		18 – 24 MLN	24 – 30 MLN	
SOTTOFONDO - Modulo di deformazione E_{v2} [MPa] con rapporto $E_{v2}/E_{v1} \leq 2.5$	80	Tipo di sottofondo non ammesso		 Usura  Binder  Base
	120	  	  	 Base a freddo con emulsione di bitume modificato  Strato stabilizzato a cemento con bitume schiumato o emulsione bituminosa  Misto cementato
	160	  	  	 Strato di misto granulare  Strato stabilizzato a calce e/o cemento  Strato antigelo ove necessario (vedi cap. 4)

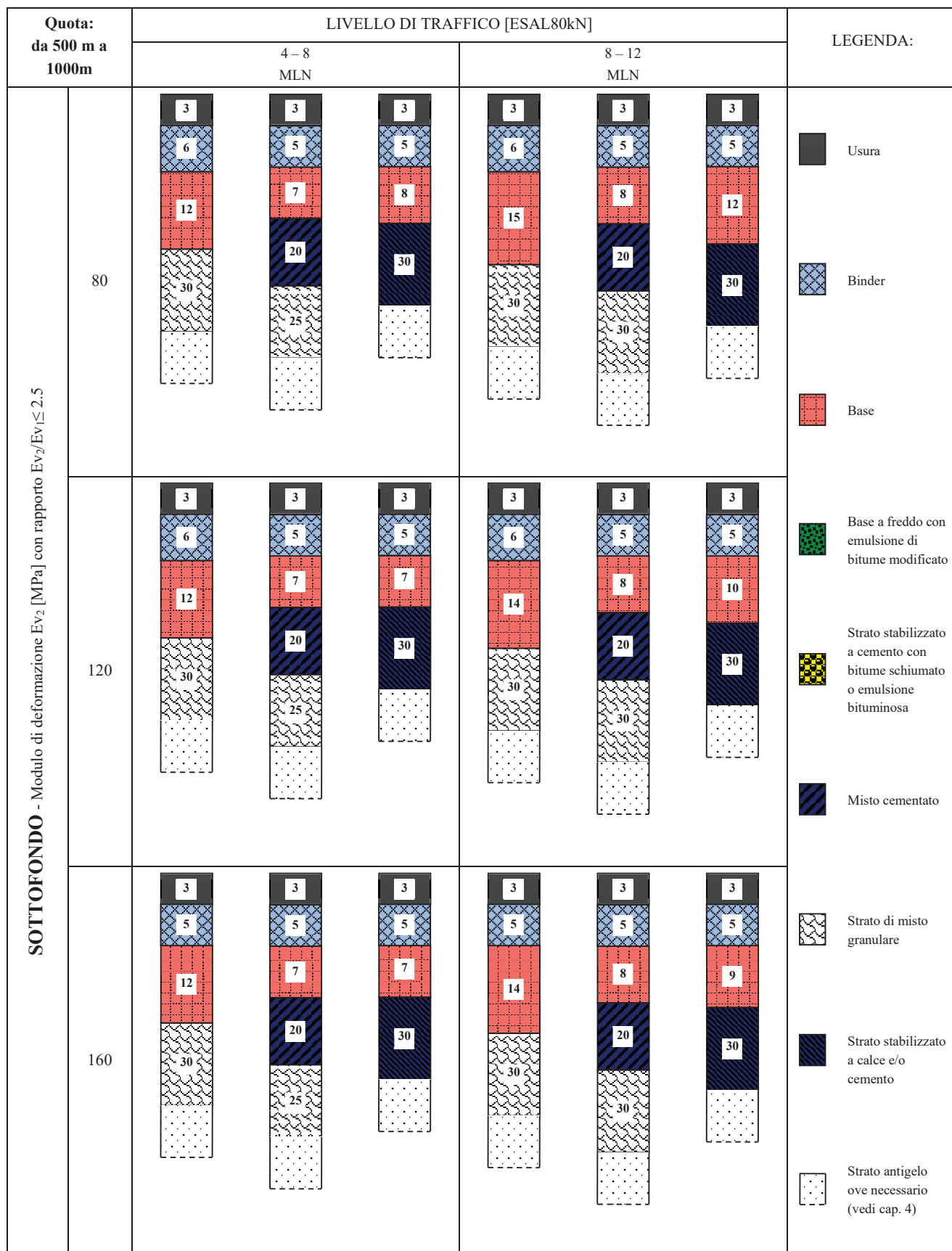
Schema 3: Quota < 500 m, livelli di traffico 8 e 9

Quota: fino a 500 m		LIVELLO DI TRAFFICO [ESAL80kN]	LEGENDA:
		30-36 MLN	
SOTTOFONDO - Modulo di deformazione E_{v2} [MPa] con rapporto $E_{v2}/E_{v1} \leq 2.5$	80	Tipo di sottofondo non ammesso	 Usura  Binder  Base  Base a freddo con emulsione di bitume modificato  Strato stabilizzato a cemento con bitume schiumato o emulsione bituminosa  Misto cementato  Strato di misto granulare  Strato stabilizzato a calce e/o cemento  Strato antigelo ove necessario (vedi cap. 4)
	120	  	
	160	  	

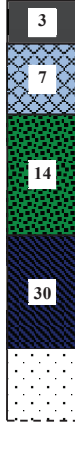
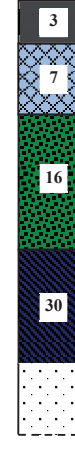
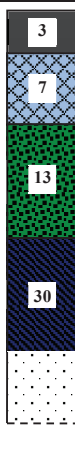
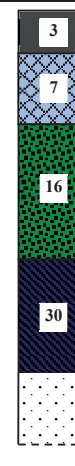
Schema 4: Quota < 500 m, livelli di traffico 10

Quota: da 500 m a 1000m		LIVELLO DI TRAFFICO [ESAL _{80kN}]				LEGENDA:
		< 0,5 MLN	0,5 – 1 MLN	1 – 2 MLN	2 – 4 MLN	
SOTTOFONDO - Modulo di deformazione E_{v2} [MPa] con rapporto $E_{v2}/E_{v1} \leq 2.5$	80					Usura Binder Base Base a freddo con emulsione di bitume modificato Strato stabilizzato a cemento con bitume schiumato o emulsione bituminosa Misto cementato Strato di misto granulare Strato stabilizzato a calce e/o cemento Strato antigelo ove necessario (vedi cap. 4)
	120					
	160					

Schema 5: Quota 500-1000 m, livelli di traffico da 1 a 4



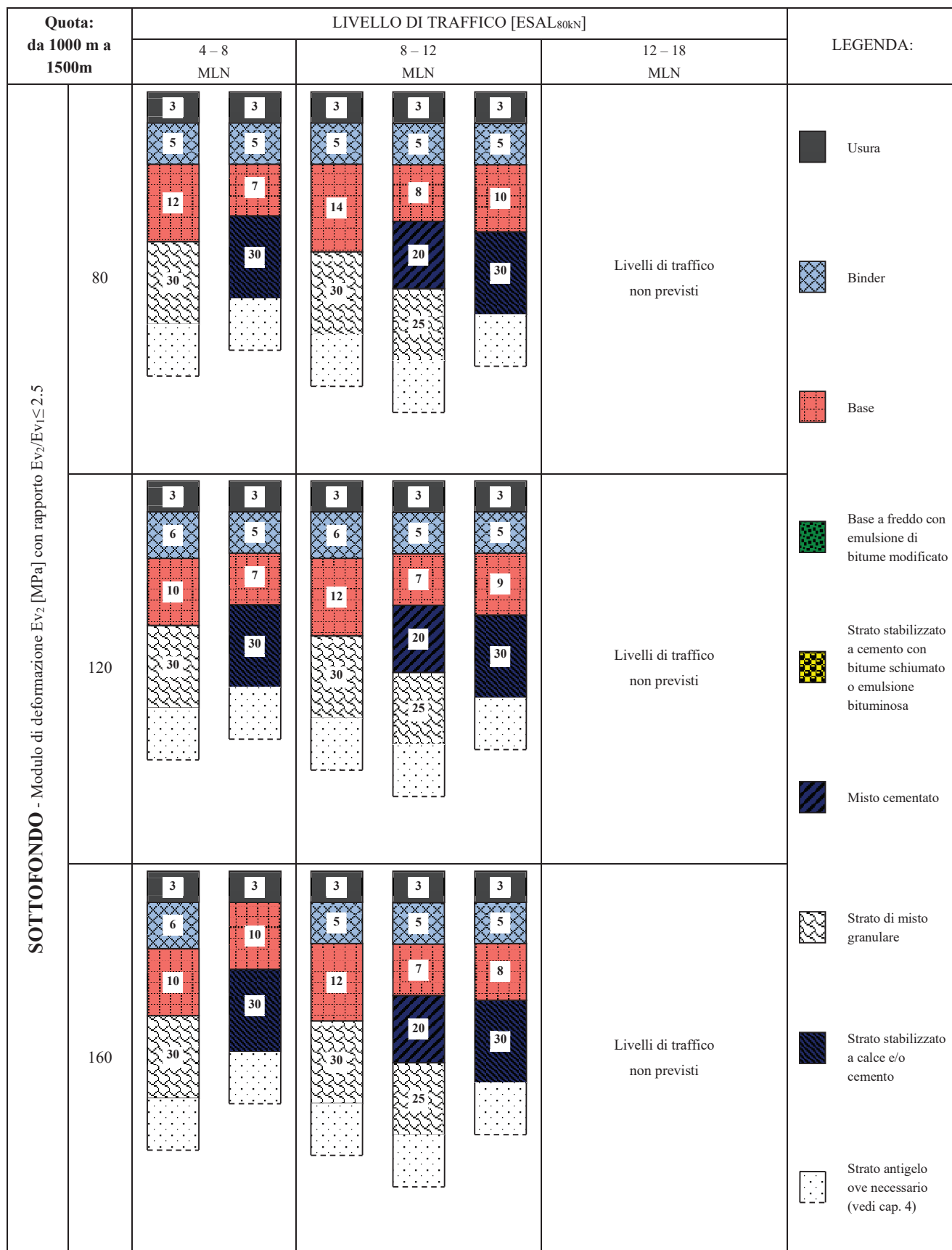
Schema 6: Quota 500-1000 m, livelli di traffico 6 e 7

Quota: da 500 m a 1000m		LIVELLO DI TRAFFICO [ESAL80kN]		LEGENDA:
		12 – 18 MLN	18 – 24 MLN	
SOTTOFONDO - Modulo di deformazione E_{v2} [MPa] con rapporto $E_{v2}/E_{v1} \leq 2.5$	80	Tipo di sottofondo non ammesso		 Usura  Binder  Base  Base a freddo con emulsione di bitume modificato  Strato stabilizzato a cemento con bitume schiumato o emulsione bituminosa  Misto cementato  Strato di misto granulare  Strato stabilizzato a calce e/o cemento  Strato antigelo ove necessario (vedi cap. 4)
	120	  	  	
	160	  	  	

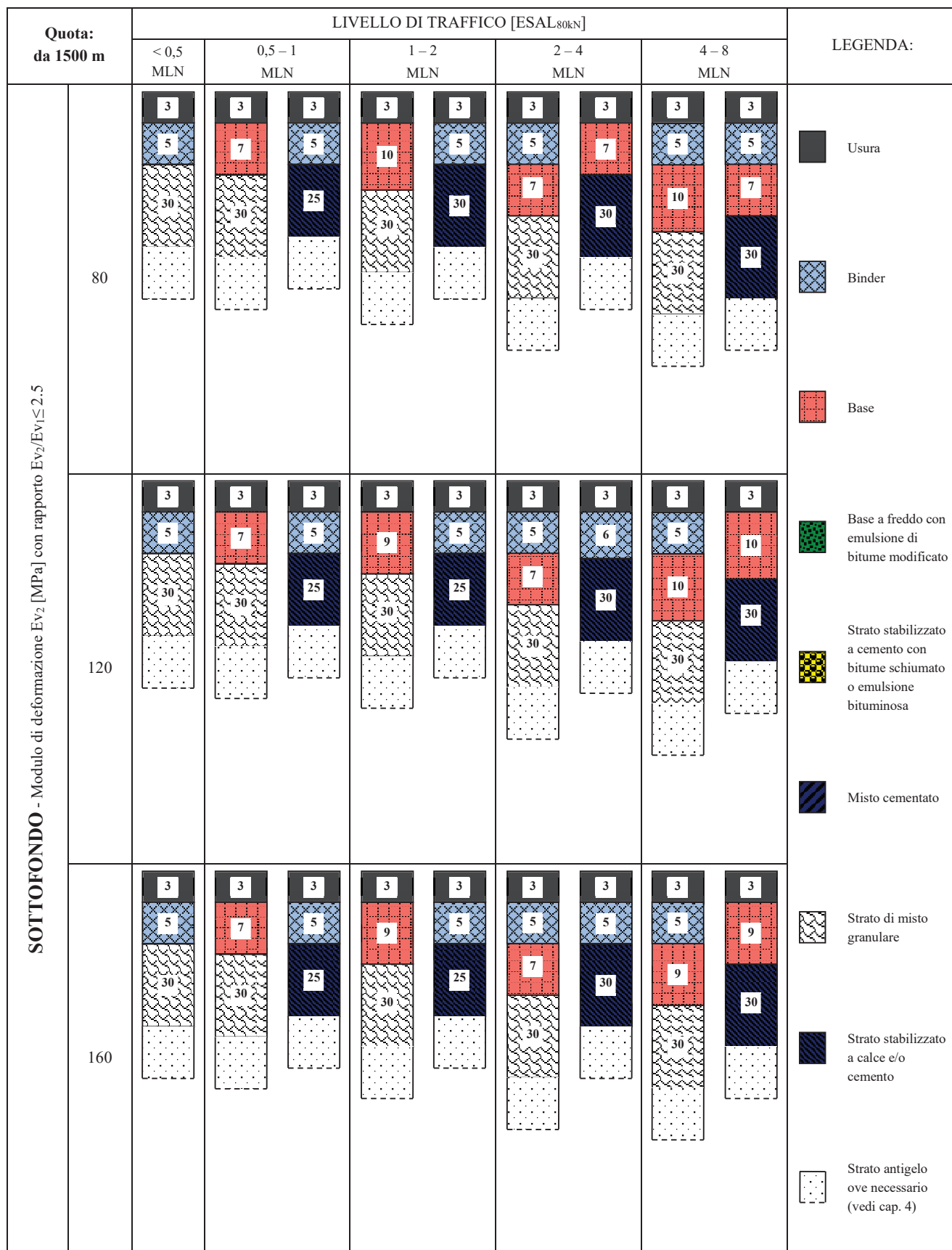
Schema 7: Quota 500-1000 m, livelli di traffico 8 e 9

Quota: da 1000 m a 1500m		LIVELLO DI TRAFFICO [ESAL _{80kN}]				LEGENDA:
		< 0,5 MLN	0,5 – 1 MLN	1 – 2 MLN	2 – 4 MLN	
SOTTOFONDO - Modulo di deformazione E_{v2} [MPa] con rapporto $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,5$	80					Usura Binder Base Base a freddo con emulsione di bitume modificato Strato stabilizzato a cemento con bitume schiumato o emulsione bituminosa Misto cementato Strato di misto granulare Strato stabilizzato a calce e/o cemento Strato antigelo ove necessario (vedi cap. 4)
	120					
	160					

Schema 8: Quota 1000-1500 m, livelli di traffico da 1 a 4



Schema 9: Quota 1000-1500 m, livelli di traffico 5 e 6



Schema 10: Quota > 1500 m, livelli di traffico da 1 a 5

7 – BIBLIOGRAFIA

Airey G. D., “Fundamental binder and practical mixture evaluation of polymer modified bituminous materials”, *International Journal on Pavement Engineering*, vol. 5, pp 137-151, 2004.

Bahia H. U., Hanson D. I., Zeng H., Zhai H., Khatri M. A., Anderson R. M., “Characterization of modified asphalt binders in superpave mix design”, NCHRP report 459, Washington D.C., 2001.

Bocci M., Cardone F., Cerni G., Santagata E., “Rheological characterization of the fatigue resistance of asphalt binders”, ISAP conference, Quebec City, Canada, 2006.

Bonnetti K., Nam K., Bahia H. U., “Measuring and defining fatigue behaviour of asphalt binder”, 8th TRB annual meeting, Washington D.C., 2002.

De Beer M., “Aspects of the design and behaviour of road structures incorporating lightly cementitious layers”, PhD dissertation, Pretoria, 1990.

Finn F., Saraf C., Kulkarni R., Nair K., Smith W. And Abdullah A., “The use of distress prediction subsystems for the design of pavement structures”, 4th International conference on structural design of asphalt pavements, 1977.

Grilli A., Bocci E., Graziani A., “Influence of reclaimed asphalt content on the mechanical behavior of cement-treated mixtures”, *International Journal of Road Materials and Pavement Design*, Vol.14, Issue 3, pp. 666-678, 2013.

Jenkins K. J., Van de Ven M. F. C., de Groot J. L. A., “Characterisation of foamed bitumen”, 7th Conference on Asphalt Pavements for Southern Africa, 1999.

Jenkins K. J., “Mix design considerations for cold and half-warm bituminous mixes with emphasis on foamed bitumen”, PhD Dissertation, University of Stellenbosch, 2000.

Isacsson U. and Lu X., “Properties of bitumens modified with elastomers and plastomers”, 2th Euroasphalt&Eurobitume Congress, Barcellona, Spagna, 2000.

Lesueur D., “The colloidal structure of bitumen: Consequences on the rheology and on the mechanisms of bitumen modification”, *International Journal on Advances in colloid and interface science*, vol. 145, pp 42-82, 2009.

Liebenberg J. J. E., Visser A. T., “Towards a mechanical structural design procedure for emulsion-treated base layers”, *Journal of the South African Institution of Civil Engineering*, 2004.

Liebenberg J. J. E., “A structural design procedure for emulsion treated pavement layers”, PhD dissertation, University of Pretoria, 2003.

Loizos A., Collings D., Jenkins K., “Rehabilitation of a major greek highway by recycling/ stabilising with foamed bitumen”, 8th Conference on Asphalt Pavements for Southern Africa, 2004.

Long F., H. Theyse, “Mechanical-empirical structural design models for foamed and emulsified bitumen treated materials”, 8th Conference on Asphalt Pavements for Southern Africa, 2004.

Raffaelli D., “Foamed asphalt base stabilization”, Institute of Transportation Studies, University of California Berkeley, 2004.

Theyse H. L., de Beer M., Rust F. C., “Overview of South African mechanistic pavement design method”, *Transport Research Record* 1539, 1996.

Theyse H. L., Muthern M. “Pavement analysis and design software (PADS) based on the South African mechanistic-empirical design method”, CSIR, Pretoria, 2000.

Yetkin Y., “Polymer modified asphalt binders”, *International Journal on Construction and building materials*, vol. 21, pp 66-72, 2007.

Sichtvermerke i. S. d. Art. 13 L.G. 17/93 und
L.G. 6/22 über die fachliche, verwaltungsmäßige
und buchhalterische Verantwortung

Visti ai sensi dell'art. 13 L.P. 17/93
e della L.P. 6/22 sulla responsabilità tecnica,
amministrativa e contabile

Der Ressortdirektor / Il Direttore di dipartimento	BEDIN DANIEL	09/04/2025 17:12:45
Der Abteilungsdirektor / Il Direttore di ripartizione	SPRINGHETTI MARCO	09/04/2025 10:35:26
Der Amtsdirektor / Il Direttore d'ufficio	MAIR VOLKMAR	09/04/2025 10:25:38

Laufendes Haushaltsjahr		Esercizio corrente	
La presente delibera non dà luogo a impegno di spesa. Dieser Beschluss beinhaltet keine Zweckbindung	zweckgebunden		impegnato
	als Einnahmen ermittelt		accertato in entrata
	auf Kapitel		sul capitolo
	Vorgang		operazione

Der Direktor des Amtes für Ausgaben	10/04/2025 12:18:05 TACCHINARDI MARTA	Il Direttore dell'Ufficio spese
Der Direktor des Amtes für Finanzaufsicht		Il Direttore dell'Ufficio Vigilanza finanziaria
Der Direktor des Amtes für Einnahmen		Il Direttore dell'Ufficio entrate

Diese Abschrift entspricht dem Original	Per copia conforme all'originale
Datum / Unterschrift	data / firma

Abschrift ausgestellt für Copia rilasciata a



Der Landeshauptmann
Il Presidente

KOMPATSCHER ARNO

15/04/2025

Der Generalsekretär
Il Segretario Generale

MAGNAGO EROS

15/04/2025

Es wird bestätigt, dass diese analoge Ausfertigung, bestehend - ohne diese Seite - aus 64 Seiten, mit dem digitalen Original identisch ist, das die Landesverwaltung nach den geltenden Bestimmungen erstellt, aufbewahrt, und mit digitalen Unterschriften versehen hat, deren Zertifikate auf folgende Personen lauten:

nome e cognome: Arno Kompatscher

Si attesta che la presente copia analogica è conforme in tutte le sue parti al documento informatico originale da cui è tratta, costituito da 64 pagine, esclusa la presente. Il documento originale, predisposto e conservato a norma di legge presso l'Amministrazione provinciale, è stato sottoscritto con firme digitali, i cui certificati sono intestati a:

nome e cognome: Eros Magnago

Die Landesverwaltung hat bei der Entgegennahme des digitalen Dokuments die Gültigkeit der Zertifikate überprüft und sie im Sinne der geltenden Bestimmungen aufbewahrt.

Ausstellungsdatum

15/04/2025

Diese Ausfertigung entspricht dem Original

L'Amministrazione provinciale ha verificato in sede di acquisizione del documento digitale la validità dei certificati qualificati di sottoscrizione e li ha conservati a norma di legge.

Data di emanazione

Per copia conforme all'originale

Datum/Unterschrift

Data/firma