



TAU.MOB Mobilità per le valli di Tures e Aurina

TAU.MOB *Mobility in the Tures and Aurina valleys*

Dott. Ing. Roberto LODOLA^(*)

1. Introduzione

Il presente studio sulla mobilità nelle valli di Tures e Aurina trae spunto dalla favorevole situazione storica-politica-culturale-geografica che fa dell'integrazione tra diverse modalità di trasporto il suo cavallo di battaglia.

Infatti, dopo decenni di politiche di trasporto a "compartimenti stagni" in cui le scelte di potenziamento infrastrutturale o di servizio erano demandate a strutture completamente isolate tra di loro e appesantite da iter applicativi molto lunghi, oggi si vive un periodo di profonda trasformazione nell'ambito dei trasporti e della pianificazione degli stessi.

Le strutture amministrative pubbliche sono state via via coinvolte in processi di condivisione delle strategie nell'ottica dapprima di piani nazionali e poi di piani europei, complici anche le direttive europee relative all'ottimizzazione delle infrastrutture di trasporto e la loro integrazione, pervenendo ad una maggiore offerta e alla semplificazione delle modalità di viaggio a favore della mobilità di persone e merci.

Nell'ambito territoriale della Provincia di Bolzano sono state introdotte numerose migliorie tra cui circonvallazioni stradali, nuove fermate ferroviarie, revisione dei servizi su gomma, nuove funivie.

In particolare, per quanto riguarda il trasporto pubblico, l'amministrazione provinciale ha potenziato i servizi nell'ottica di sfruttare adeguatamente le infrastrutture presenti – ognuna secondo le sue potenzialità – eliminando le sovrapposizioni e quindi le doppie spese.

È stato inoltre introdotto il sistema tariffario integrato che ha semplificato non poco l'accesso alle modalità di trasporto pubblico.

Le ottimizzazioni più evidenti sono:

- potenziamento delle linee ferroviarie vallive (tra cui il

1. Introduction

This study on mobility in the Tures and Aurina valleys takes its cue from the favourable historical-political-cultural-geographical situation that makes integration between different transport modes its strong point.

In fact, after decades of transport policies pursued in an "insular manner" in which the choices of upgrading infrastructures or services were entrusted to structures completely isolated from each other and weighted with very long application processes, today we live in a period of profound transformation in the field of transport and planning of the same.

Public administrative structures have been gradually involved in the processes of sharing strategies in view of national plans first and then of European plans, accomplices also the European directives relating to the optimisation of transport infrastructures and their integration, obtaining greater offer and the simplification of travel arrangements in favour of mobility of people and goods.

Numerous improvements have been introduced within the territory of the Province of Bolzano including road bypasses, new railway stops, revision of road-based services, new cable systems.

In particular, with regard to public transport, the provincial administration has developed services in order to properly take advantage of the existing facilities - each according to its potential - eliminating overlapping and therefore double expenses.

The integrated tariff system that has greatly simplified access to public transportation modes was also introduced.

The most obvious optimisations are:

- *expansion of the valley railways (including the reactivation of the Merano-Malles railway, in operation since 2005), including the purchase of new rolling stock, the*

^(*) Collaboratore della Pasquali Rausa Engineering S.r.l. di Bolzano.

^(*) Collaborator of the company Pasquali Rausa Engineering S.r.l. of Bolzano.

OSSERVATORIO

ripristino della ferrovia Merano-Malles, in esercizio dal 2005), compresi l'acquisto di nuovo materiale rotabile, la creazione di nuove fermate, la definizione di un cadenzamento appetibile;

- eliminazione dei servizi autobus in sovrapposizione alla ferrovia, loro attestamento alle stazioni ferroviarie;
- introduzione del servizio citybus nelle località medio-piccole o intracomunale, sempre in coincidenza con il trasporto ferroviario;
- aggiunta delle funivie principali alla rete di trasporto.

A partire quindi dalle considerazioni sopra evidenziate è stato effettuato uno studio conoscitivo delle valli di Tures e Aurina che, a prima vista, presentano delle caratteristiche favorevoli ad un ulteriore potenziamento del trasporto pubblico: notevole lunghezza del bacino d'utenza, elevato numero di studenti pendolari, nutrita presenza turistica sia invernale che estiva, conformazione territoriale convergente nei centri urbani principali, disposizione non eccessivamente dispersa degli abitati principali.

Lo studio conoscitivo ha portato a valutare l'opportunità di una infrastruttura ferroviaria valliva tra Brunico e la valle Aurina, opportunamente connessa con i servizi su gomma per le valli laterali e le funivie esistenti. Tale ipotesi vuole essere uno spunto di riflessione per il miglioramento dei collegamenti tra le valli di Tures e Aurina ed il capoluogo comprensoriale Brunico, sia nell'ottica del servizio locale, sia di quello turistico.

Nonostante l'attuale sfavorevole situazione economica, si ritiene che questo studio possa offrire delle idee utili alla gestione del trasporto pubblico nell'area in esame.

2. Analisi del territorio

2.1. Orografia

Il territorio analizzato è rappresentato dalle valli di Tures ed Aurina, lunghe incisioni vallive localizzate nella parte Nord-Est della Provincia di Bolzano. Esse coincidono con il bacino idrografico del torrente Aurino che le percorre interamente dalla sorgente a quota 2.300 m s.l.m.m. (sotto la Vetta d'Italia) alla foce a quota 835 m s.l.m.m. (fiume Rienza presso Brunico) in direzione Nord-Sud. L'estensione del territorio in esame è di circa 600 km² (fig. 1).

Tali valli fanno parte del comprensorio "Val Pusteria" che fa capo alla città di Brunico da cui dipendono amministrativamente. Esse inoltre rappresentano un sistema vallivo chiuso che ha il suo punto di origine proprio nella città di Brunico.

A partire da Brunico, la valle del torrente Aurino ha una lunghezza di circa 40 km, costellata di numerosi centri abitati di taglia piccola. I Comuni attraversati sono Gais, Campo Tures, Valle Aurina e Predoi. Il centro amministrativo più importante è la borgata di Campo Tures, anche per la conformazione orografica del territorio che

creation of new stops, the definition of an appealing schedule;

- *elimination of bus services overlapping the railway, their abutting at railway stations;*
- *introduction of the citybus service in the small-medium or intra-municipal localities, always coinciding with rail transport;*
- *addition of the leading cable systems to the transport network.*

Starting from the considerations mentioned above, a cognitive study of the Tures and Aurina valleys was carried out that, at first glance, have characteristics favourable to further strengthening public transport: considerable length of the catchment area, large number of commuter students, a substantial presence of tourists both in winter and summer, territorial structure convergent in major urban centres, not overly dispersed placement of the main built-up areas.

The cognitive study has led to consider the suitability of a valley railway infrastructure between Brunico and the Aurina valley, conveniently connected with road-based services for the side valleys and existing funiculars. This hypothesis wants to be food for thought for improving links between the Tures and Aurina valleys and the chief district town of Brunico, both with a view to the local service, and to tourism.

Despite the current unfavourable economic situation, it is believed that this study could offer some useful ideas for the management of public transport in the area under consideration.

2. Analysis of the territory

2.1. Orography

The analysed territory is represented by the valleys of Tures and Aurina, long valley indentations located in the northeastern part of the Province of Bolzano. They coincide with the catchment area of the Aurino stream that runs entirely from the source at an altitude of 2.300 m a.m.s.l. (under the Summit of Italy) to the mouth at an altitude of 835 m a.m.s.l. (Rienza river at Brunico) in the North-South direction. The extent of the study area is approximately 600 square kilometres (fig. 1).

These valleys are part of the "Val Pusteria" district that belongs to the town of Brunico from which they depend administratively. They also represent a closed valley system that has its own point of origin right in the town of Brunico.

From Brunico, the valley of the Aurino stream has a length of about 40 km, dotted with many small sized built-up areas. The municipalities crossed are Gais, Campo Tures, Aurina Valley and Predoi. The most important administrative centre is the village of Campo Tures, also for the orography of the territory that brings together the val-

OSSERVATORIO

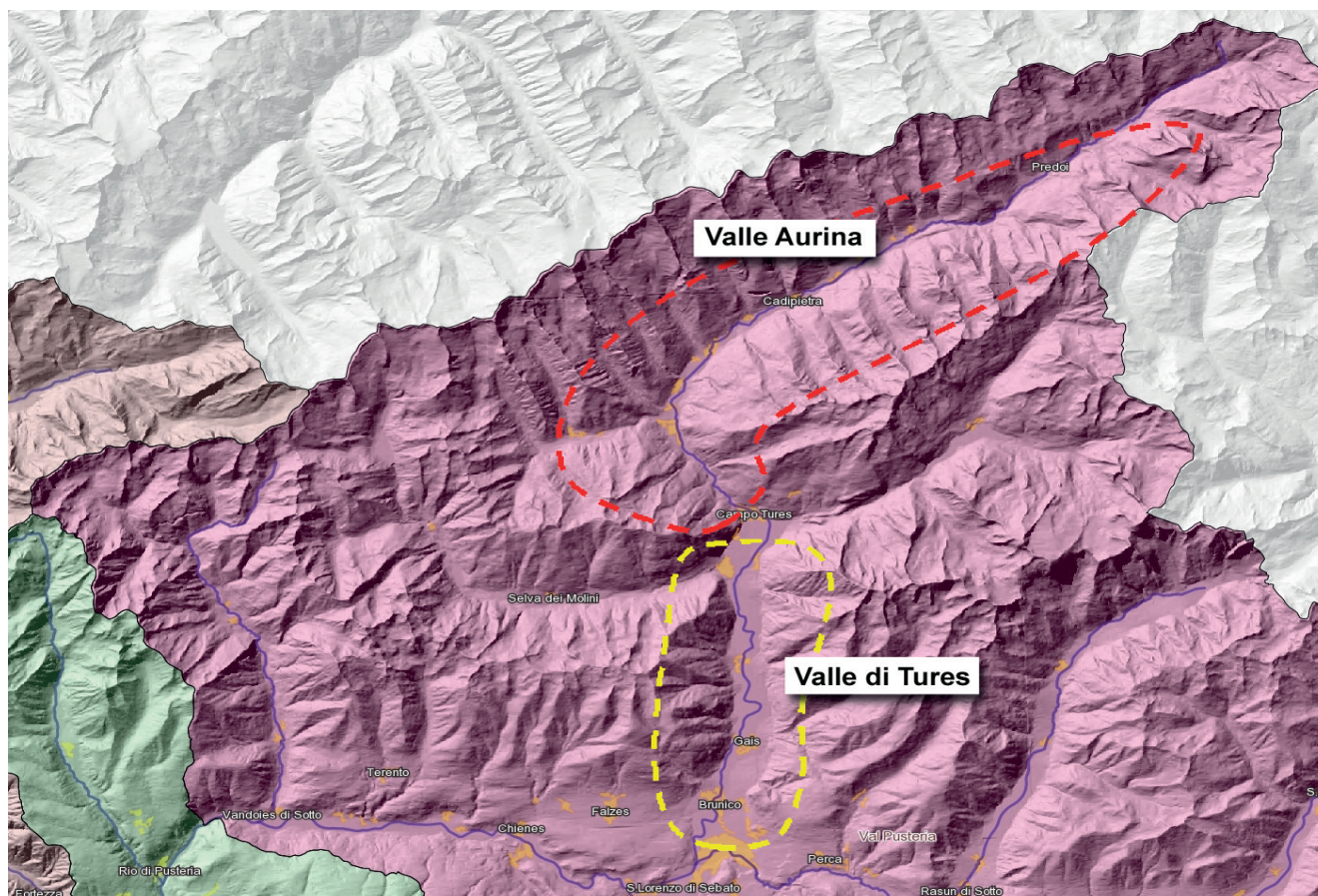


Fig. 1 – Localizzazione del territorio oggetto di analisi.
Fig. 1 – Localisation of the territory under analysis.

li fa confluire le valli dei Molini e di Riva. La piccola valle di Rio Bianco confluisce nel paese di Lutago.

La valle di Tures è caratterizzata da pochi insediamenti sparsi lungo l'asta fluviale che presenta numerose anse. Essa è larga mediamente 500 m ed è coltivata o destinata a prato. La valle termina nell'amana piana di Campo Tures, a quota 865 m s.l.m.m.. Il dislivello tra gli estremi è di soli 30 m, la lunghezza circa 13 km.

La valle Aurina invece è caratterizzata da un fondovalle ristretto (100 m di larghezza) inciso dal torrente Aurino che presenta in tale tratto un andamento meno sinuoso. Dal punto di vista orografico e idrografico il passaggio tra le due valli avviene alle spalle di Campo Tures, dove le pendici si fanno più vicine e il fondovalle più scosceso. Il dislivello tra gli estremi è di 1.100 m, la lunghezza circa 30 km.

La sede del Comune di Valle Aurina è presso il paese di Cadipietra, mentre la valle è costellata da numerose frazioni distanti tra di loro 1-2 km. L'ultimo luogo abitato è Casere, nel Comune di Predoi, a quota 1.595 m s.l.m.m..

Le valli lambiscono il parco naturale Vedrette di Ries-Aurina [12].

leys of Molini and Riva. The small valley of Rio Bianco flows into the town of Lutago.

The Tures valley is characterised by a few settlements scattered along the river channel that presents numerous meanders. It has an average width of 500 m and is cultivated or grassland. The valley ends in the pleasant plain of Campo Tures, at an altitude of 865 m a.m.s.l.. The height difference between the extremities is only 30 m with a length of about 13 km.

The Aurina valley is instead characterised by a narrow valley floor (100 m wide) etched by the Aurino stream with a less sinuous profile in this section. From the orographic and hydrographical point of view the crossing between the two valleys is behind Campo Tures, where the slopes are nearer and the valley floor steeper. The height difference between the extremities is 1.100 m with a length of about 30 km.

The seat of the municipality of the Aurina Valley is near the village of Cadipietra, while numerous villages 1-2 km far from each other are scattered along the valley. The last inhabited place is Casere, in the municipality of Predoi, at an altitude of 1.595 m a.m.s.l..

The valleys stroke the natural Vedrette park of Ries-Aurina [12].

OSSERVATORIO

2.2. Vie di comunicazione

La viabilità principale è rappresentata dalla Strada Statale n. 621 che da Brunico sale verso la fine della valle Aurina. La viabilità secondaria è costituita dalle strade provinciali delle valli laterali (SS.PP. 42, 48, 81, 154, 155, 156) (fig. 2).

I centri abitati sono dislocati lungo tali arterie stradali che convergono principalmente sulla borgata di Campo Tures.

La distanza tra Brunico e Campo Tures è pari a 15 km, mentre tra Campo Tures e Casere è pari a 26 km, per un totale tra gli estremi di 41 km.

2.2. Communication routes

The main road network is represented by the State Highway n° 621 that from Brunico rises up towards the end of the Aurina valley. The secondary road network consists of the provincial roads of the side valleys (SS.PP. 42, 48, 81, 154, 155, 156) (fig. 2).

The built-up areas are located along these arterial roads that converge primarily on the village of Campo Tures.

The distance between Brunico and Campo Tures is 15 km while between Campo Tures and Casere it is equal to 26 km, for a total of 41 km between the extremities.

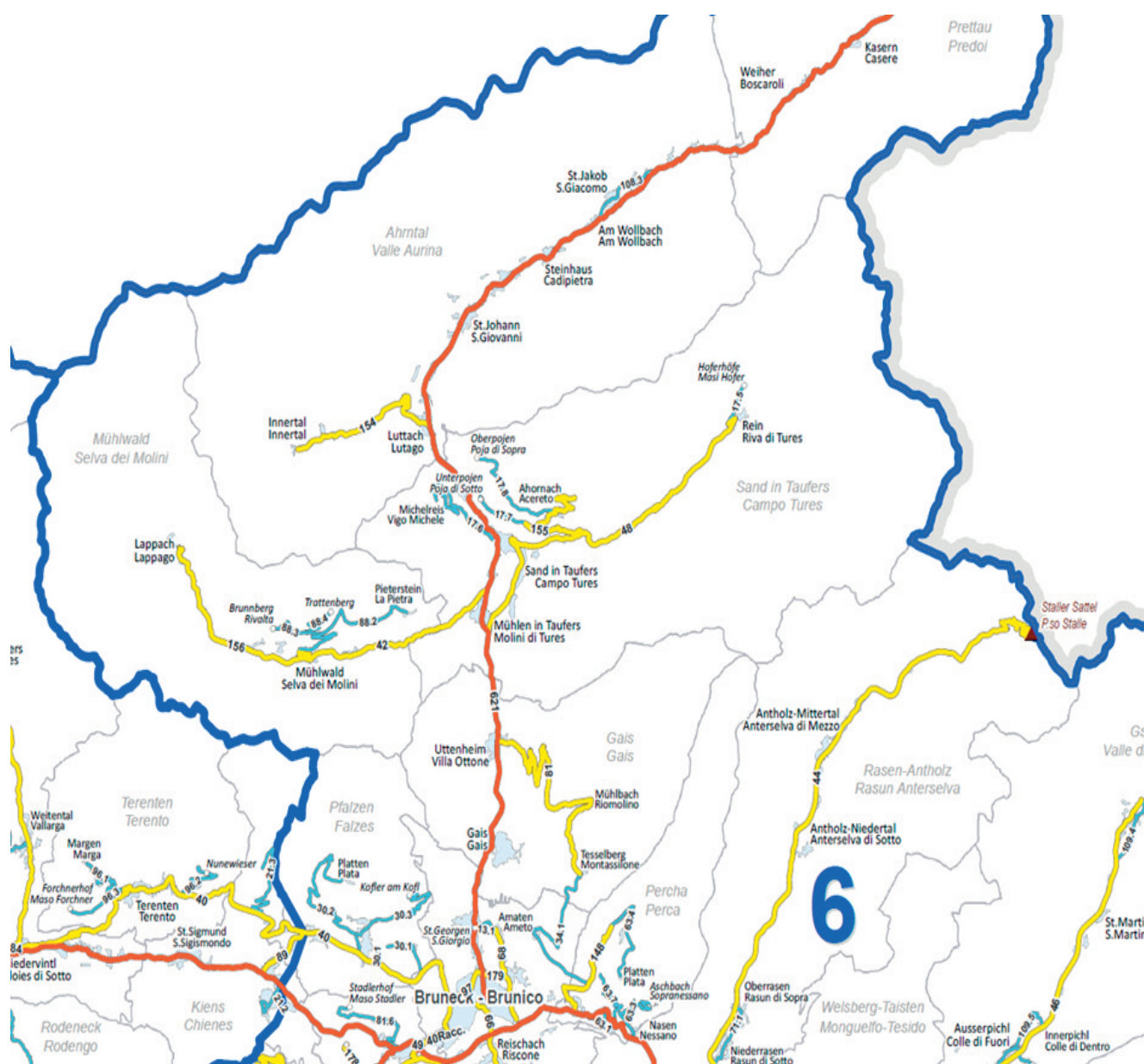


Fig. 2 – Le vie di comunicazione.
Fig. 2 – Communication routes.

OSSERVATORIO

Alla stazione di rilevamento n. 48 lungo la S.S. 621 (località San Giorgio), quindi alla sezione di chiusura del bacino viabilistico, nel 2013 è stato rilevato un Traffico Giornaliero Medio (TGM) pari a circa 16.000 v/g [15].

A titolo di confronto, il flusso veicolare tra l'Oltradige (Comuni di Caldaro e Appiano) e Bolzano nel 2012 è stato di circa 20.300 v/g (stazione di rilevamento n. 20 sulla S.S. 42 in località ponte Adige). Tale confronto viene proposto in quanto l'area dell'Oltradige è un altro bacino di utenza caratterizzato da notevole flusso veicolare verso la città capoluogo, sia di tipo pendolare che turistico, e per il quale sono stati effettuati studi per il potenziamento del trasporto pubblico, poi conclusi con la scelta di un sistema tipo Metrobus.

Si riporta anche l'interessante esempio della val Venosta, dove la ferrovia è stata riattivata nel 2005. Il flusso veicolare alla stazione di rilevamento n. 14 sulla S.S. 38 in località Tel nel 2012 è stato di circa 16.000 v/g. La valle però non è caratterizzata solo da traffico locale in quanto è collegata sia con l'Austria che con la Svizzera.

2.3. Popolazione e insediamenti

Le valli di Tures e Aurina sono suddivise in quattro Comuni (Gais, Campo Tures, valle Aurina, Predoi). Per tenere conto della popolazione che gravita su tali valli è da considerare anche il Comune di Selva dei Molini (valle laterale). La parte del Comune di Brunico che include il paese di San Giorgio non viene presa in considerazione diretta in quanto ricadente nell'area urbana del capoluogo comprensoriale.

Nella valle di Tures i centri abitati di fondovalle sono situati ad un'altitudine compresa tra gli 835 m s.l.m.m. di Brunico e gli 865 m s.l.m.m. di Campo Tures. Nella valle Aurina le località abitate sono collocate ad altitudini crescenti dai 970 m s.l.m.m. di Lutago ai 1.595 m s.l.m.m. di Casere.

I centri abitati sede di scuole medie sono San Giovanni e Tures, mentre le scuole elementari e materne sono presenti in quasi tutte le località. Gli istituti superiori, così come l'ospedale, sono collocati nel capoluogo Brunico.

Si riportano in tabella 1 la popolazione residente al 1° gennaio 2011 [14] e la superficie dei Comuni.

A titolo di confronto, la popolazione residente in Oltradige (Comuni di Caldaro e Appiano) è di circa 21.000 abitanti, mentre nel comprensorio Val Venosta abitano circa 35.000 persone.

2.4. Pendolarismo

Il territorio delle valli di Tures e Aurina dipende amministrativamente dal capoluogo di comprensorio Brunico, presso il quale sono presenti anche gli istituti scolastici superiori e l'ospedale. Data la conformazione orografico-urbanistica del territorio, alcuni servizi sono presenti

At monitoring station n° 48 along the S.S. 621 (San Giorgio locality), hence at the closing section of the roadway basin, an Average Daily Traffic (ADT) of about 16.000 t/d was surveyed in 2013 [15].

By comparison, the traffic flow between Oltradige (Municipalities of Caldaro and Appiano) and Bolzano was about 20.300 t/d in 2012 (monitoring station n° 20 on the S.S. 42 in the Adige bridge area). This comparison is proposed since the Oltradige area is another catchment area characterised by considerable traffic flow towards the chief town, both commuter and tourist type, and for which studies have been performed for the development of public transport, then ended with the choice of a Metrobus system type.

An interesting example of the Val Venosta is also reported, where the railroad was reactivated in 2005. The traffic flow at monitoring station n° 14 on the S.S. 38 in the Tel area in 2012 was about 16.000 t/d. The valley, however, is not characterised only by local traffic as it is connected with both Austria and Switzerland.

2.3. Population and settlements

The Tures and Aurina valleys are divided into four Municipalities (Gais, Campo Tures, Aurina valley, Predoi). To take account of the population that gravitates on these valleys, the Municipality of Selva dei Molini (side valley) must also be considered. The part of the municipality of Brunico that includes the village of San Giorgio is not taken into direct account as it falls in the urban area of the chief district town.

In the valley of Tures the inhabited towns of the valley floor are located at an altitude between 835 m a.m.s.l. of Brunico and 865 m a.m.s.l. of Campo Tures. In the Aurina valley the inhabited centres are located at altitudes increasing from 970 m a.m.s.l. of Lutago to 1.595 m a.m.s.l. of Casere.

The inhabited towns home to middle schools are San Giovanni and Tures, while primary schools and kindergartens are present in almost all locations. High Schools, as well as the hospital, are located in the chief town of Brunico.

The table 1 sets forth the resident population at January 1, 2011 [14] the area of the Municipalities.

By comparison, the population living in Oltradige (Municipalities of Caldaro and Appiano) is of about 21.000 inhabitants, while there are about 35.000 people living in the Val Venosta district.

2.4. Commuting

The territory of the Tures and Aurina valleys depends administratively from the chief district town of Brunico, where there are also higher education institutions and the hospital. Given the orographic-urban land conformation, some services are also present in the village of Campo Tures, in a barycentric position compared to the catchment area.

OSSERVATORIO

anche nella borgata di Campo Tures, in posizione baricentrale rispetto al bacino d'utenza.

Il territorio è abbastanza ricco in quanto offre spazi per l'agricoltura e aree per attività industriali o artigianali. Inoltre le bellezze naturali circostanti hanno consentito lo sviluppo del settore turistico-ricettivo sia estivo che invernale.

Date le premesse, si può notare il pendolarismo verso Brunico per gli studenti, per i lavoratori del settore terziario, per alcuni lavoratori impiegati nel settore industriale e per i cittadini che devono usufruire dei servizi sociali, sanitari e amministrativi. La loro quota però non è così elevata come in altre realtà "orograficamente chiuse" in quanto il territorio offre possibilità di impiego al suo interno.

Si riportano in tabella 2 le quote di pendolarismo interno ed esterno al Comune [15].

Riassumendo, la propensione (o la necessità) allo spostamento degli abitanti delle valli di Tures e Aurina è elevata, attorno al 49% della popolazione. La quota relativa agli spostamenti interni al Comune assume rilevanza soprattutto per i Comuni di Valle Aurina e di Campo Tures che hanno numerose frazioni o centri abitati sparsi.

A titolo di confronto, il pendolarismo dell'Oltradige (Comuni di Caldaro e Appiano) coinvolge circa 11.100 abitanti, per una quota pari al 53%. Per quanto riguarda la val Venosta, il fenomeno è meno generalizzabile in quanto lungo la valle vi sono dei centri abitati che fungono da poli attrattori.

2.5. Presenza turistica

Il consorzio turistico Valli di Tures e Aurina dichiara una buona presenza turistica sia in estate che in inverno, data la particolare bellezza dei luoghi e alle attrattive disponibili [17].

Da citare la presenza del Museo Provinciale delle Miniere sia a Cadipietra (esposizione) che a Predoi (gallerie e centro climatico) che funge da polo attrattore.

Le valli lambiscono il parco naturale Vedrette di Ries-Aurina, meta di escursioni e passeggiate a varie quote. Sono presenti due centri visite, uno presso Campo Tures e l'altro a Casere, al termine del tratto percorribile della SS 621.

Sono presenti inoltre due grandi impianti di risalita, uno presso Campo Tures ("Monte Spico – Speikboden") e uno presso Cadipietra ("Klausberg"), che d'estate permettono l'avvicinamento alle zone escursionistiche di alta

TABELLA 1 - TABLE 1

POPOLAZIONE RESIDENTE RESIDENT POPULATION

Comune <i>Municipality</i>	Abitanti (n.) <i>Inhabitants (n°)</i>	Superficie (km ²) <i>Area (km²)</i>
Predoi	596	86
Valle Aurina <i>Aurina Valley</i>	5.876	188
TOTALE VALLE AURINA <i>TOTAL FOR AURINA VALLEY</i>	6.472	274
Campo Tures	5.230	164
Selva dei Molini	1.482	105
Gais	3.146	61
TOTALE VALLE DI TURES <i>TOTAL FOR TURES VALLEY</i>	9.858	330
TOTALE VALLI DI TURES E AURINA <i>TOTAL FOR TURES AND AURINA VALLEY</i>	16.330	604

The territory is rich enough as it offers space for agriculture and areas for industrial activities or craft. Moreover the surrounding natural beauty has enabled the development of both the summer and winter tourist accommodation sector.

Given the preconditions, commuting to Brunico can be observed for students, for workers in the tertiary sector, for some workers employed in industry and for citizens that must avail themselves of the social, health and administrative services. Their share, however, is not as high as in other "orographically closed" realities as the area offers work possibilities within it.

The table 2 shows the commuting shares inside and outside of the Municipality [15].

In summary, the propensity (or need) for transfer of the inhabitants of the valleys of Tures and Aurina is high, around 49% of the population. The share of transfers within the Municipality becomes important especially for the municipalities of the Aurina Valley and Campo Tures that have numerous scattered villages or towns.

By comparison, commuting of Oltradige (Municipalities of Caldaro and Appiano) involves about 11.100 inhabitants, for a share of 53%. As regards the Val Venosta, the phenomenon can be less generalised as there are towns that serve as attraction poles along the valley.

2.5. Tourist presence

The tourist consortium of the Tures and Aurina valleys states that there is a good number of tourists both in summer and winter, given the particular beauty of the area and the attractions available [17].

OSSERVATORIO

TABELLA 2 - TABLE 2

PENDOLARISMO
COMMUTING

Comune <i>Municipality</i>	Pendolari all'interno del Comune <i>Commuters within the Municipality</i>	Pendolari all'esterno del Comune <i>Commuters outside the Municipality</i>	Pendolari totali <i>Total commuters</i>	% pendolari sulla popolazione <i>% commuter population</i>
Predoi	120	171	291	49%
Valle Aurina <i>Aurina Valley</i>	1.633	1.208	2.841	48%
TOTALE VALLE AURINA <i>TOTAL FOR AURINA VALLEY</i>	1.753	1.379	3.132	48%
Campo Tures	1.806	802	2.608	50%
Selva dei Molini	193	481	674	45%
Gais	630	1.006	1.636	52%
TOTALE VALLE DI TURES <i>TOTAL FOR TURES VALLEY</i>	2.629	2.289	4.918	50%
TOTALE VALLI DI TURES E AURINA <i>TOTAL FOR TURES AND AURINA VALLEY</i>	4.382	3.668	8.050	49%

quota e d'inverno consentono di utilizzare le ampie zone sciistiche omonime.

Non da ultime, le cascate di Riva di Tures sono una meta turistica molto frequentata. Ad esse si accede tramite il sentiero di San Francesco nella parte Est di Campo Tures.

Completano il panorama culturale anche numerosi castelli, tra cui quello più noto e importante a Campo Tures.

Dai dati ASTAT della stagione 2011/2012 [15] si evince che gli arrivi turistici nel distretto in esame sono circa 230.000 con circa 1.300.000 presenze totali. La ripartizione estate/inverno è circa 50%-50%.

I turisti che affollano le valli raggiungono la destinazione con i mezzi privati; durante il soggiorno hanno la possibilità di sfruttare i mezzi pubblici grazie anche a convenzioni locali.

Anche in questo caso, data la dislocazione delle principali attrattività e dei punti di partenza per le escursioni nel fondovalle e lungo la viabilità principale, si intravede la possibilità di rendere più interessante il trasporto pubblico.

A titolo di confronto, nello stesso periodo in Oltradige (Comuni di Caldaro e Appiano) vi sono stati circa 200.000 arrivi con circa 1.000.000 presenze totali, quasi tutte nel periodo estivo. In val Venosta gli arrivi sono stati 480.000 e le presenze totali 2.200.000.

The Provincial Museum of Mines both in Cadipietra (exhibition) and in Predoi (galleries and climate centre) that act as a pole of attraction must be mentioned.

The valleys stroke the natural Vedrette park of Ries-Aurina, a destination for hiking and walks at various altitudes. There are two visit centres, one at Campo Tures and another at Casere, at the end of the accessible tract of the SS 621.

There are also two large ski-lifts, one at Campo Tures ("Monte Spico-Speikboden") and one at Cadipietra ("Klausberg"), which in summer allow approaching hiking areas at high altitude and in winter allow using the large ski areas bearing the same name.

Last but not least, the Riva di Tures waterfalls are a popular tourist destination. They are accessed through the St. Francis trail on the East side of Campo Tures.

Numerous castles complete the cultural panorama, including the best-known and important Campo Tures.

The ASTAT data of the 2011/2012 season [15] show that tourist arrivals in the district concerned are about 230.000 with a total of approximately 1.300.000 presences. Summer/winter distribution is approximately 50%-50%.

Tourists that crowd the valleys reach the destination with private transportation; during their stay guests have the opportunity to take advantage of public transportation also thanks to local agreements.

OSSERVATORIO

2.6. Trasporto pubblico

Come già evidenziato nei capitoli precedenti, la mobilità nell'area di studio è garantita dal trasporto pubblico e privato che si avvale della rete stradale esistente. Dal 1957, anno di chiusura della ferrovia Brunico-Campo Tures, il trasporto pubblico viene garantito esclusivamente da autoservizi. Data la particolare orografia delle valli di Tures e Aurina, non vi sono percorsi stradali alternativi.

I collegamenti intervallivi con i mezzi su gomma del trasporto pubblico sono ben organizzati; il servizio principale collega la valle Aurina a Brunico mentre le valli laterali sono servite da linee di autobus che confluiscono nel servizio principale. Nella piana di Campo Tures, data la presenza di centri abitati sparsi, è stato aggiunto un servizio Citybus.

Il servizio è gestito dalla SAD su 6 linee [18] (fig. 3):

- 450: Brunico – Campo Tures – Casere;
- 451: Campo Tures – Molini di Tures – Lappago;
- 452: Campo Tures – Riva di Tures;
- 453: Campo Tures – Acereto;
- 454: Campo Tures – Rio Bianco;
- 455: Citybus Campo Tures.

Come si vede anche dalla fig. 3, il servizio principale a lunga percorrenza è la linea n. 450 che collega Brunico con Casere e sulla quale si innestano le altre linee verso le valli secondarie.

La relazione valle Aurina-Brunico è più frequentata per la presenza di studenti, di lavoratori del settore terziario e di cittadini che devono usufruire dei servizi sociali, sanitari e amministrativi.

Il principale nodo di interscambio è a Campo Tures. Il termine corsa a Brunico è presso la stazione ferroviaria, oppure il polo scolastico per le corse dedicate. Il servizio è cadenzato ed è in coincidenza con i treni della linea n. 400 della val Pusteria, che permette il collegamento con San Candido (e Austria) e Fortezza (e Bolzano/Inn-

Even in this case, given the dislocation of the main attractions and of the starting points for excursions in the valley floor and along the main road, there is the opportunity to make public transport more interesting.

By comparison, in the same period in Oltradige (Municipalities of Caldaro and Appiano) there were about 200.000 arrivals with approximately 1.000.000 total presences, nearly all in the summer. Arrivals in Val Venosta were 480.000 and total presences 2.200.000.

2.6. Public transport

As already underlined in the previous chapters, mobility in the study area is guaranteed by public and private transport making use of the existing road network. Since 1957, the year of closure of the Brunico-Campo Tures railway, public transport is guaranteed exclusively by bus services. Given the particular orography of the Tures and Aurina valleys, there are no alternative road routes.

The inter valley links with road-based transport of public transport are well organised; the main service connects the Aurina valley with Brunico while the side valleys are served by bus lines that converge in the main service. Given the presence of scattered settlements, a Citybus service was added in the Campo Tures plane.

SAD runs the service on 6 lines [18](fig. 3):

- 450: Brunico-Campo Tures-Casere;
- 451: Campo Tures-Molini di Tures-Lappago;
- 452: Campo Tures-Riva di Tures;
- 453: Campo Tures-Acereto;
- 454: Campo Tures-Rio Bianco;
- 455: Campo Tures Citybus.

As can be seen from the figure, the main long-distance service is the n. 450 line connecting Brunico with Casere and on which other lines to the secondary valleys are inserted.

The Aurina-Brunico valley connection is the most popular due to the presence of students, workers in the tertiary sector and citizens that must avail themselves of social, health and administrative services.

The main hub is in Campo Tures. The route end stop is in Brunico at the train station, or the school campus for dedicated routes. The service is scheduled and coincides with trains of line n. 400 of the Val Pusteria, which in turn connects to San Candido (and Austria) and Fortezza (and Bolzano/Innsbruck). School routes or at peak hours have dedicated buses, departing directly from the facilities themselves and with timetable related to the end of lessons.

In holiday seasons there may be special services also related to special offers (excursions, museums, etc.).

As for the main service, the nominal frequency of journeys in weekdays is equal to 30 minutes, beginning at

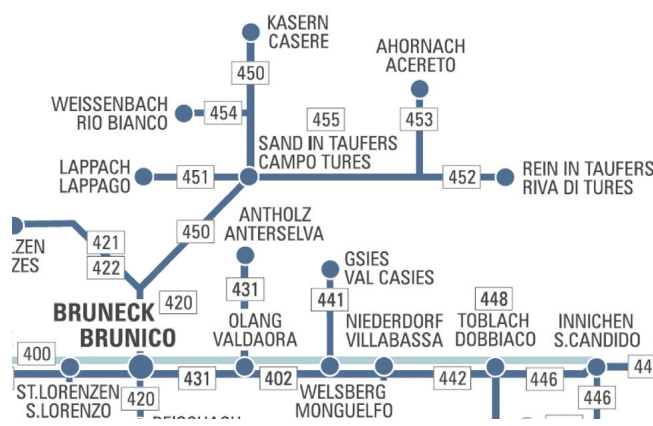


Fig. 3 – Linee di trasporto pubblico su gomma.
Fig. 3 – Road-based public transport lines.

OSSERVATORIO

sbruck). Le corse scolastiche o negli orari di punta dispongono di autobus dedicati, con partenza direttamente presso le strutture stesse e con orario legato al termine delle lezioni.

Nelle stagioni turistiche possono essere presenti servizi speciali legati anche ad offerte particolari (escursioni, musei, ecc.).

Per quanto riguarda il servizio principale, nei giorni feriali la frequenza nominale delle corse è pari a 30 minuti, con inizio circa alle ore 5:00 e termine alle ore 22:00 per un totale di circa 30 corse bidirezionali. Nei giorni festivi, la frequenza passa a 60 minuti con circa 13 corse giornaliere.

Per quanto riguarda i servizi sulle valli secondarie, la frequenza feriale varia da 30-60 (Lappago) a 120 minuti (Riva di Tures), per un massimo di circa 13 corse giornaliere su un orario più ristretto.

Nonostante un'orografia e una matrice insediativa che consentono un'ottimizzazione dei collegamenti con mezzi pubblici senza inopportune rotture di carico, gli spostamenti intervallivi avvengono per buona parte con il mezzo privato, data anche la quota di persone che lavorano all'interno del territorio in esame.

Dalle rilevazioni ASTAT del 2011 per il trasporto pubblico, per la zona in esame si hanno i seguenti dati [15]:

- rapporto spostamenti intrazonali/extra-zonali: circa 60/100;
- oblitterazioni annuali servizi turistici: Comune Campo Tures 44.850, Comune valle Aurina 55.922, totale 100.772;
- oblitterazioni annuali sull'itinerario Brunico-Valle Aurina: 659.629, per un complessivo in oblitterazioni*km pari a 8.228.692.

Sono necessarie alcune precisazioni. I dati sono relativi al solo trasporto con autobus, in quanto gli impianti funiviari presenti nella valle non rientrano nel sistema di trasporto integrato provinciale. I dati non rappresentano il reale flusso passeggeri in quanto non contemplano gli abbonamenti per studenti e anziani che, essendo a vista, non comportano oblitterazione e quindi conteggio delle corse; inoltre, su un biglietto possono essere effettuate più oblitterazioni, quindi per più persone.

I servizi turistici non danno esatta indicazione dei reali flussi sia perché sono effettuati con biglietti che non hanno obbligo di oblitterazione, sia perché non è possibile risalire all'origine e destinazione del viaggio in quanto il dato è riferito al Comune che ha offerto il servizio.

Sull'itinerario principale, dividendo il traffico in oblitterazioni*km per il totale di oblitterazioni e considerando in prima approssimazione che ogni oblitterazione corrisponda ad un passeggero, si ottiene una percorrenza media per passeggero di circa 12 km.

Nell'ambito dei servizi di trasporto pubblico è d'obbligo

about 5:00 am and ending at 22:00 for a total of approximately 30 bidirectional rides. On public holidays, the frequency is 60 minutes with about 13 trips a day.

As for services on the secondary valleys, the weekday headway varies from 30-60 (Lappago) to 120 minutes (Riva di Tures), for a maximum of about 13 trips a day on a more limited schedule.

Despite an orography and matrix of settlements that allow optimisation of public transport links without inappropriate load breakings, inter-valley transfers occur mostly with a private transport, due to the share of people working within the territory under consideration.

From the 2011 ASTAT surveys for public transport, the following is the data available for the area under study [15]:

- *ratio of intra-zone/extra-zone transfers: about 60/100;*
- *tourist services annual obliterations: Municipality of Campo Tures 44.850, Municipality of Aurina valley 55.922, total 100.772;*
- *annual obliterations on the Brunico-Aurina valley itinerary: 659.629, for overall obliterations* km equal to 8.228.692.*

A few explanations are necessary. The data relates only to bus transport, as the cable-car systems in the valley do not fall within the integrated transport system of the province. The data do not represent the real passenger flow as they do not contemplate season tickets for students and the elderly that, being visual, do not involve obliteration and hence trips count; furthermore, several obliterations can be made on a ticket, hence for more people.

Tourist services do not give exact indication of the actual flows both because they are carried out with tickets that have no obliteration obligation, and because it is not possible to trace the origin and destination of the trip because the data refers to the Municipality that offered the service.

*On the main route, dividing the traffic in obliterations*km by the total number of obliterations and considering as a first approximation that each obliteration corresponds to a passenger, an average trip of about 12 km per passenger is obtained.*

In the public transport services area the particular social significance of the former Brunico-Campo Tures (1908-1957) electric railway must be mentioned that, founded on a local initiative, gave considerable drive to tourism and production activities in the valley besides freeing the same from isolation due to inadequate communication routes [6] and [16].

2.7. Private transport

As regards private transport, as already mentioned the communication routes are represented by the only roads that cross the narrow valleys, including the S.S. 621 that represents the main line.

OSSERVATORIO

citare la particolare rilevanza sociale dell'ex ferrovia elettrica Brunico-Campo Tures (1908-1957) che, nata su iniziativa locale, diede notevole impulso al turismo e alle attività produttive della valle oltre a liberare la stessa dall'isolamento dovuto a vie di comunicazione inadeguate [6] e [16].

2.7. Trasporto privato

Per quanto riguarda il trasporto privato, come già accennato le vie di comunicazione sono rappresentate dalle uniche strade che percorrono le strette valli, tra le quali la S.S. 621 rappresenta l'asse principale.

La quota assorbita dal trasporto privato è importante, data la particolare orografia dei luoghi che presenta anche abitazioni sparse e dai numerosi punti di interesse dislocati in varie località. Gli spostamenti non sistematici sono quindi sbilanciati verso il trasporto privato.

Il traffico di tipo turistico, invece, si compone di due tipologie:

- turisti giornalieri/occasionali: privilegiano gli spostamenti con mezzo privato, anche per poter raggiungere o visitare velocemente più località data la ridotta permanenza in loco;
- turisti stagionali: data la permanenza di più giorni, sono invogliati a conoscere le potenzialità del trasporto pubblico.

Alla stazione di rilevamento n. 48 lungo la S.S. 621 (località San Giorgio), quindi alla sezione di chiusura del bacino viabilistico, nel 2013 è stato rilevato un TGM pari a 16.266 v/g, composto dalle seguenti tipologie [15]:

- traffico leggero/pesante: 15.307 / 959 v/g, pari a 94 / 6%;
- autovetture e piccoli furgoni: 14.157 v/g, pari al 87% del totale;
- pullman: 103 v/g, pari a meno del 1%;
- traffico diurno / notturno: 13.971 / 2.335 v/g;
- traffico estivo / invernale: 16.691 / 15.869 v/g, pertanto senza squilibrio tra le stagioni turistiche.

2.8. Tempi di percorrenza

Viene di seguito riportato il confronto dei tempi di percorrenza attuali tra il trasporto privato e quello pubblico, per la percorrenza principale da Brunico stazione FS a Casere. I dati del trasporto pubblico sono desunti dall'orario 2014 della SAD [18], quelli del trasporto privato da simulazioni con navigatori. La percorrenza con mezzo pubblico risente ovviamente dei tempi di fermata obbligatori.

Dalla lettura della tabella 3 si nota subito che la percorrenza del trasporto pubblico appare non competitiva rispetto a quello privato, in quanto, complice anche la notevole dispersione dei centri abitati, il servizio presenta

The share absorbed by private transport is important, given the particular topography of the places which also has scattered houses and the many points of interest located in various locations. Unsystematic transfers are therefore imbalanced toward private transport.

Tourist type traffic, however, consists of two types:

- *daily/occasional tourists: they prefer travelling using private transport, in order to be able to reach or visit more locations quickly given the limited stay on site;*
- *seasonal tourists: given the stay of several days, they are encouraged to learn about the capacity of public transport.*

At monitoring station n° 48 along the S.S. 621 (San Giorgio locality), hence at the closing section of the roadway basin, an Average Daily Traffic (ADT) of 16.266 t/d was surveyed in 2013, consisting of the following types [15]:

- *light/heavy traffic: 15.307/959 t/d, equal to 94 / 6%;*
- *motor vehicles and small vans: 14.157 t/d, corresponding to 87% of the total;*
- *coaches: 103 t/d, corresponding to less than 1%;*
- *day / night traffic: 13.971 / 2,335 t/d.*
- *summer / winter traffic: 16.691 / 15.869 t/d, therefore no imbalance between the tourist seasons.*

2.8. Travel times

The following is the comparison of the current travel times between private and public transport, for the main journey from Brunico railway station to Casere. Public transport data are derived from the SAD 2014 timetable [18], that of private transport from simulations with navigation systems. Travel with public transport obviously suffers regular stop times.

By reading the table 3 we can immediately note that the public transportation route appears to be non-competitive compared to the private sector, as, favoured also by the notable dispersion of population centres, the service has a very low average speed (34 km/h) and a travel time exceeding one hour.

Compared to public transport, in terms of time a private vehicle takes 25 minutes less (about 35% of the maximum time) to travel the entire route whereas in terms of speed it is 50% faster.

However two clarifications must be made:

- *the car journey is underestimated because it does not include parking times;*
- *the journey with public transport is always constant, regardless of the source and destination of the journey, because the schedule is fixed; therefore the user travelling up to Brunico and heading to Casere suffers most the intermediate stops compared to those making a shorter trip. Hence, those living at the endpoints of the route are enticed to prefer the car;*

OSSERVATORIO

una velocità media molto bassa (34 km/h) e un tempo di percorrenza superiore all'ora.

Rispetto al mezzo pubblico, in termini di tempo il mezzo privato impiega 25 minuti in meno (circa il 35% del tempo massimo) per percorrere l'intero itinerario mentre in termini di velocità risulta più veloce del 50%.

Tuttavia è necessario fare due precisazioni:

- la percorrenza dell'autovettura è sottostimata in quanto non comprende i tempi di parcheggio;
- la percorrenza del mezzo pubblico è sempre costante, indipendentemente dall'origine e dalla destinazione del viaggio, in quanto l'orario è fisso; pertanto l'utente che sale a Brunico ed è diretto a Casere ha una percorrenza che risente maggiormente delle fermate intermedie rispetto a chi fa un viaggio più corto. Quindi, chi abita agli estremi del percorso è invogliato a preferire l'autovettura;
- i perditempo dovuti al traffico dovrebbero essere applicati a entrambe le modalità di trasporto, in quanto gli itinerari stradali utilizzati sono gli stessi.

Per stimare meglio la percorrenza del mezzo privato è quindi necessario aggiornare la tabella precedente con un perditempo dovuto alla ricerca di parcheggio che, date le caratteristiche dei centri abitati, viene stimato in circa 5 minuti. Tale perditempo trova fondamento nel fatto che, nei centri abitati in esame, non vi sono aree di parcheggio lungo tutte le strade; come esempio si prenda il caso dell'ospedale di Brunico, dove la fermata del mezzo pubblico è a pochi passi dall'ingresso della struttura mentre l'autovettura deve essere parcheggiata nell'autorimessa interrata. Ovviamente per la percorrenza totale il perditempo è applicato sul totale del percorso e non come somma delle singole tratte (tab. 4).

Riassumendo, rispetto al mezzo pubblico, in termini di tempo il mezzo privato impiega 20 minuti in meno (circa il 30% del tempo massimo) per percorrere l'intero itinerario mentre in termini di velocità risulta più veloce del 40%.

3. Proposta di un servizio ferroviario

Dopo aver effettuato lo studio conoscitivo delle valli di Tures e Aurina viene ora presentata una proposta di infrastruttura ferroviaria valliva tra Brunico e la valle Aurina, opportunamente connessa con i servizi su gomma per le valli laterali e le funivie esistenti.

TABELLA 3 - TABLE 3

TEMPI DI PERCORRENZA ATTUALI CURRENT TRAVEL TIMES

Percorso Route	Distanza Distance	Trasporto privato Private transport	Trasporto pubblico Public transport
Brunico-Campo Tures	15 km	20'	30'
Campo Tures-Casere	26 km	27'	42'
TOTALE PERCORSO ROUTE TOTAL	41 km	47'	72'
Velocità media Average Speed		52 km/h	34 km/h

- *timewasting due to traffic should be applied to both transportation modes, as roadways used are the same.*

To better estimate the travel time of private transport it is therefore necessary to update the previous table with time wasted to look for parking that, given the characteristics of built-up areas, is estimated in approximately 5 minutes. This time waste finds basis in the fact that, in built-up areas under consideration, there are no parking areas along all roads; take as an example the case of the hospital in Brunico, where the public transport stop is just a few steps away from the entrance to the facility while the car must be parked in the underground garage. Obviously for the total distance timewasting is applied on the total journey and not as the sum of individual stretches (tab. 4).

In summary, compared to public transport, in terms of time the private vehicle takes 20 minutes less (about 30% of the maximum time) to travel the entire route whereas in terms of speed it is 40% faster.

3. Train service proposal

After carrying out the cognitive study of the Tures and Aurina valleys, a valley railway infrastructure between Brunico and the Aurina valley, conveniently connected

TABELLA 4 - TABLE 4

TEMPI DI PERCORRENZA RICALIBRATI RECALIBRATED TRAVEL TIMES

Percorso Route	Distanza Distance	Trasporto privato Private transport	Trasporto pubblico Public transport
Brunico-Campo Tures	15 km	20'+5'=25'	30'
Campo Tures-Casere	26 km	27'+5'=32'	42'
TOTALE PERCORSO ROUTE TOTAL	41 km	47'+5'=52'	72'
Velocità media Average Speed		47 km/h	34 km/h

OSSERVATORIO

Tale proposta è fondata sulle caratteristiche favorevoli ad un tale potenziamento del trasporto pubblico: notevole lunghezza del bacino d'utenza, elevato numero di studenti pendolari, nutrita presenza turistica sia invernale che estiva, conformazione territoriale convergente nei centri urbani principali.

L'ipotesi progettuale vuole essere uno spunto di riflessione per il miglioramento dei collegamenti tra le valli di Tures e Aurina ed il capoluogo comprensoriale Brunico, sia nell'ottica del servizio locale, sia di quello turistico.

Dal punto di vista del trasporto locale, la concentrazione dei servizi pubblici principali in alcune località poste in posizione raggiungibile e orograficamente favorevole, consentirebbe alla ferrovia di collegare le strutture pubbliche in modo diretto e senza indesiderate rotture di carico. Anche il trasporto pubblico su gomma serve attualmente le medesime località, seguendo il percorso della S.S. 621, ma, come si è visto nel capitolo precedente, con tempi molto più lunghi rispetto al trasporto privato.

Disponendo invece di una dorsale ferroviaria che consente la gestione dei flussi a lunga percorrenza ed il collegamento intervallivo, sarebbe possibile destinare i mezzi su gomma ad altri servizi, tra cui ad esempio il collegamento degli abitati sparsi e delle valli laterali, aumentando anche l'offerta in termini di corse.

Ma è dal punto di vista turistico che la ferrovia potrebbe rivoluzionare il trasporto di persone nelle valli di Tures e Aurina. Infatti, come analizzato nel capitolo precedente, la presenza turistica estiva e invernale è molto numerosa e i centri di interesse nelle valli sono presenti in varie località, distribuite equamente lungo l'asta principale.

Come già sta avvenendo per altre realtà in val Pusteria, sarebbe inoltre possibile il comodo collegamento della rete ferroviaria con i due impianti sciistici e con le sedi museali presenti nell'area di studio, offrendo quindi una buona capillarità e attrattività.

Infine, data la particolare situazione finanziaria, un intervento di tale portata potrebbe essere difficilmente pianificabile, pertanto la proposta progettuale viene suddivisa in tre lotti funzionali.

3.1. Parametri di base

Lo studio della proposta ferroviaria è stato basato sia su requisiti di tipo infrastrutturale, legati all'orografia e alle infrastrutture di trasporto esistenti, sia su requisiti di tipo funzionale, legati alle aspettative degli utenti del trasporto pubblico [5].

Una linea ferroviaria, però, va necessariamente tarata anche sul tipo di convoglio che vi deve circolare, in modo da non richiedere una fornitura con requisiti troppo fuori dallo standard.

Non da ultimi sono stati considerati gli aspetti ambientali e sociali associati alla soluzione ferroviaria.

with road-based services for the side valleys and existing funiculars is now proposed.

This proposal is based on characteristics favourable to such strengthening of public transport: considerable length of the catchment area, large number of commuter students, a substantial presence of tourists both in winter and summer, territorial structure convergent in major urban centres.

The design hypothesis wants to be food for thought for improving links between the Tures and Aurina valleys and the chief district town of Brunico, both with a view to the local service, and to tourism.

From the point of view of local transport, the concentration of key public services in some locations placed in a reachable position and topographically favourable, would allow the railway to connect public facilities directly and without unwanted load breakings. Even road-based public transport currently serves the same localities, following the route of the S.S. 621, but, as seen in the previous chapter, with much longer times compared to private transport.

With a railway backbone available that allows the management of long-distance flows and an inter-valley link, it would be possible to allocate road-based transport to other services, including for example the connection of scattered villages and side valleys, also increasing the offer in terms of journeys.

But it is from the tourist point of view that the railroad could revolutionise passenger transport in the Tures and Aurina valleys. In fact, as discussed in the previous chapter, the summer and winter tourist presence is quite numerous and nearby centres of interest in the valleys are found in various places, spread evenly along the main line.

As is already happening to other realities in the Pusteria Valley, the convenient railway network with two ski resorts and the museums in the study area would be possible, hence offering good capillary action and attractiveness.

Finally, given the particular financial situation, an operation of such magnitude would be difficult to plan, hence the planning proposal is divided into three functional lots.

3.1. Basic parameters

Study of the railway proposal was based both on infrastructure requirements, related to topography and existing transport infrastructures, and on functional requirements, linked to the expectations of public transport users [5].

However, a railway line must also be necessarily calibrated on the type of convoy that must circulate on it, so as not to request a supply with requirements far too much outside the standard.

Last but not least social and environmental aspects associated with the railway solution were considered.

With regard to infrastructure requirements, the proposal considers [2]:

- *line type: single track, with doubling of the track at intersection stations;*

OSSERVATORIO

Per quanto riguarda i requisiti di tipo infrastrutturale, la proposta prevede di considerare [2]:

- tipologia di linea: a binario unico, con raddoppio del binario nelle stazioni di incrocio;
- velocità di tracciato: 60-90 km/h;
- raggio di curvatura: minimo 250 m;
- pendenza: massimo 35‰;
- scartamento: 1.435 mm (normale);
- alimentazione elettrica: 3.000 V c.c.;
- sistema di sicurezza e segnalamento: tipo Sistema Comando e Controllo (SCC) / Blocco Conta Assi (BCA).

La scelta di un tracciato a binario unico è quasi ovvia, perché in relazione all'attrattività della linea e al traffico previsto. Inoltre, la linea ferroviaria ha rottura di carico presso la stazione di Brunico, posta sulla linea ferroviaria della val Pusteria, anch'essa a binario unico e a scartamento normale.

La velocità di tracciato desiderata è frutto di un compromesso: da una parte essa è legata all'attuale prestazione della strada statale (alla quale si fa "concorrenza"), dall'altra è limitata dal ridotto spazio a disposizione e quindi dai raggi di curvatura eseguibili. Si è ritenuto ragionevole non imporre velocità massime superiori a 90 km/h anche perché, data la natura del territorio e la presenza di numerose fermate, non sarebbe stato possibile sfruttare adeguatamente l'infrastruttura ferroviaria. La velocità di tracciato ipotizzata trova riscontro in altre realtà ferroviarie in contesti simili.

La pendenza massima della linea ferroviaria è vincolata all'orografia del territorio, che per fortuna non è estremamente accidentata. Tuttavia, per i ristretti spazi a disposizione nel fondovalle sono necessarie alcune gallerie che consentono anche di superare gradualmente dislivelli localizzati.

L'adozione dello scartamento normale, oltre che per ragioni tecniche di connessione alla rete RFI, consente l'utilizzo dei medesimi convogli operanti sia sulla rete del trasporto regionale.

Stesso discorso vale per l'alimentazione elettrica e il sistema di segnalamento. Per la trazione dei convogli si può fare una riflessione a parte: la Provincia di Bolzano ha in previsione di elettrificare nel breve-medio periodo la ferrovia della val Venosta, pertanto si renderebbero disponibili alcuni convogli diesel a due casse (accoppiabili) che potrebbero essere impiegati sulla linea Brunico-Casere, ottenendo un significativo risparmio economico sull'acquisto dei treni e sulla costruzione degli impianti di alimentazione elettrica lungo linea.

Per quanto riguarda i requisiti di tipo funzionale, sono stati previsti:

- tempi di percorrenza competitivi rispetto all'offerta di trasporto pubblico attuale;

- route speed: 60-90 km/h;
- radius of curvature: minimum 250 m;
- maximum slope: 35‰;
- track gauge: 1.435 mm (normal);
- power supply: 3.000 V DC;
- safety and signalling system: Command and Control type System (CCS) / Axle Count Lock (ACL).

The choice of a single-track route is almost obvious, because it is in relation to the attractiveness of the line and the expected traffic. Moreover, the railway line has a load breaking at the station of Brunico, located on the railway line of the Pusteria Valley, also a single track and with standard track gauge.

The desired track speed is the result of a compromise: on the one hand, it is linked to the actual performance of the main road (which is in "competition"), on the other hand it is limited by the reduced space available and hence by the executable radii of curvature. It was considered reasonable not to impose maximum speeds in excess of 90 km/h also because, given the nature of the territory and the presence of numerous stops, it would not have been possible to take advantage of the rail infrastructure adequately. The hypothesised route speed is reflected in other railway realities in similar contexts.

The maximum slope of the railway line is constrained to the topography of the territory, which fortunately is not extremely uneven. However, for the limited spaces available in the valley floor, some galleries that also allow to gradually overcome localised gradients are necessary.

The adoption of the standard track gauge, besides for technical connections reasons to the RFI network, allows using the same convoys operating on the regional transportation network.

The same goes for the power supply and the signalling system. For convoy traction a separate consideration can be made: the Province of Bolzano plans to electrify the Venosta valley railway in the short to medium term, therefore some diesel trains with two carriages (that can be coupled) would become available that could be used on the Brunico-Casere line, resulting in significant cost savings on the purchase of trains and the construction of power supply plants along the line.

With regard to functional requirements, the following have been planned:

- competitive travel times with respect to the existing public transport offer;
- appealing and scheduled train headway: up to 1 train every 30 minutes, with transits at the same minute to easily remember;
- stops at all built-up areas;
- stops at the valley stations of ski-lifts;
- maximum accessibility to railway stations and trains;

OSSERVATORIO

- frequenza dei convogli appetibile e cadenzata: fino a 1 treno ogni 30 minuti, con passaggi allo stesso minuto per facile memorizzazione;
- fermate presso tutti i centri abitati;
- fermate presso le stazioni di valle degli impianti di risalita;
- massima accessibilità alle fermate ferroviarie e ai convogli;
- interconnessione tra servizi su gomma e su ferro, con nodi di scambio tra autobus/autovettura e treno.

Come già anticipato, i convogli circolanti sulla linea potrebbero essere quelli in uso alla SAD, e cioè, in entrambe le ipotesi di alimentazione [19]:

- elettrotreno tipo Flirt della Stadler (treno val Pusteria), a quattro-sei casse, accoppiamento multiplo, lunghezza 80-100 m, accelerazione/decelerazione max 1,2/1,0 m/s², potenza 2 MW, velocità massima 160 km/h;
- automotrice diesel tipo ATR 100 della Stadler, a due casse, accoppiamento multiplo, lunghezza 40 m, accelerazione/decelerazione max 1,05/1,5 m/s², potenza 0,6 MW, velocità massima 140 km/h.

Per la trazione diesel dovrebbero essere valutati i problemi di emissione di gas di scarico all'interno delle gallerie in cui sono ubicate le stazioni o fermate. La prestazione delle automotrici andrebbe valutata sul plano-altimetrico della linea, ma, in prima approssimazione si può ipotizzarne una compatibilità in virtù delle analogie che presenta la linea della val Venosta.

Per quanto riguarda gli aspetti sociali e ambientali, è stata ipotizzata l'adozione di accorgimenti o strutture per limitare l'impatto delle opere o del traffico ferroviario, come barriere antirumore, gallerie artificiali o naturali, sistemazioni viarie e parcheggi di interscambio.

Le fermate ferroviarie, pur adattandosi alla specificità dei singoli luoghi, dovrebbero essere organizzate secondo un modello comune, cioè dovrebbero presentare un'architettura con gli stessi elementi base (eventualmente combinati in modo differente) e le stesse dotazioni, come ad esempio le seguenti:

- marciapiedi di lunghezza 100-150 m, per poter ospitare anche treni di composizione elevata, soprattutto in occasione di notevole presenza turistica; altezza del marciapiede 55 cm per favorire l'incarozzamento di persone con disabilità e biciclette;
- copertura con pensiline "leggere" per almeno la metà della lunghezza del marciapiede ove l'affluenza ne giustifica la costruzione;
- attraversamento a raso dei binari, con regolazione del passaggio pedonale mediante impianto semaforico ed acustico; un attraversamento con sottopassi o sovrappassi (e connesse rampe o ascensori) è al momento non considerato, visti i costi di realizzazione e/o gestione, ma non escluso in base alla configurazione della fermata ferroviaria;

- *interconnection between rail and road services, with transfer hubs between bus/car and train.*

As mentioned earlier, trains circulating on the line could be those in use at SAD, and that is, in both power supply hypothesis [19]:

- *the Stadler Flirt type electric train (Pusteria valley train), with four to six car bodies, multiple coupling, 80-100 m length, max acceleration/deceleration 1.2/1.0 m/s², 2 MW power, maximum speed 160 km/h;*
- *Stadler ATR 100 type diesel railcar, two car bodies, multiple coupling, 40 m length, max acceleration/deceleration 1.05/1.5 m/s², 0.6 MW power, maximum speed 140 km/h.*

For diesel traction exhaust gas emission problems should be evaluated inside the galleries where the stations or stops are located. The performance of railcars should be evaluated on the plano-altimetric layout of the line, but in a first approximation we can assume compatibility due to the similarities of the Venosta valley line.

As regards social and environmental aspects, the adoption of devices or facilities to limit the impact of the works or of rail traffic has been suggested, such as noise barriers, natural or artificial tunnels, road and hub parking accommodations.

Railway stations, while adapting to the specificity of individual places, should be organised according to a common pattern, i.e. they should have an architecture with the same basic elements (possibly combined differently) and the same equipment, such as the following:

- *100-150 m long sidewalks, to also accommodate high composition trains, especially in case of significant tourist presence; sidewalk height of 55 cm to facilitate the boarding of disabled persons and bicycles;*
- *roofing with "light" shelters for at least half the length of the sidewalk where the turnout justifies the construction;*
- *ground-level crossing of the tracks, with control of the pedestrian crossing by means of a traffic light and sound system; a crossing with underpasses or flyovers (and associated ramps or elevators) is currently not considered, given the building and/or management costs, but not excluded based on the configuration of the train station;*
- *for the most important stops, small heated waiting rooms, preferably connected to local tourist agency services;*
- *bicycle spaces (and possible rental at strategic stops), car and motorcycle parking spaces, road-based public transportation stops.*

In the two stops next to the ski-lifts, it would be appropriate to examine convenient links between the train station and the valley station of the system itself to maximise the usefulness of the hub (e.g. tapis-roulant, escalators, lifts, short ramps or, where considered necessary, with the integration of two stations in a single structure – see example of the Perca stop on the Pusteria Valley line).

OSSERVATORIO

- per le fermate più importanti, piccole sale d'aspetto riscaldate, meglio se connesse ai servizi di un'agenzia turistica locale;
- posti biciclette (ed eventuale noleggio alle fermate strategiche), posti auto e moto, fermate dei mezzi pubblici su gomma.

Nelle due fermate prossime agli impianti di risalita, sarebbe opportuno studiare dei comodi collegamenti tra la stazione ferroviaria e la stazione a valle dell'impianto stesso per rendere massima l'utilità dell'interconnessione (ad esempio con tappeti mobili, scale mobili, ascensori, brevi rampe oppure, ove valutato necessario, con l'integrazione delle due stazioni in un'unica struttura – vedasi esempio della fermata di Perca sulla linea della val Pusteria).

Per quanto riguarda la sicurezza dei viaggiatori al passaggio dei treni, essa viene garantita realizzando, ove possibile, il marciapiede al centro dei binari in modo da disporre di un binario di corretto tracciato senza attraversamenti a raso dei binari, e dotando l'altro binario di attraversamento a raso protetto come sopra descritto. Esso consente quindi, oltre alla maggiore sicurezza, anche il passaggio di treni "express" anche se per la tipologia di linea non sarebbero usuali.

Al fine quindi di disporre di un'alternativa da esaminare, si considerano due casi di studio:

- ferrovia con trazione elettrica e nuovi elettrotreni;
- ferrovia con trazione termica e recupero automotrici della linea della val Venosta.

3.2. Tracciato

Viene ora presentata l'ipotesi di tracciato ferroviario anticipata nelle premesse.

Il tracciato ha origine "virtuale" alla stazione di Brunico, in quanto il servizio ferroviario ha in tale stazione la rottura di carico. La sede ferroviaria di nuova realizzazione è prevista staccarsi dalla linea della Pusteria soltanto una volta usciti dalla zona urbanizzata.

Da Brunico a Casere, la linea ferroviaria ha una lunghezza di circa 43,4 km, con la presenza di opere d'arte importanti quali ponti sul torrente Aurino e gallerie naturali o artificiali di varia lunghezza. Tra l'origine del tracciato a Brunico (828 m s.l.m.m.) e il capolinea a Casere (1.603 m s.l.m.m.) il dislivello è pari a 775 m. Da evidenziare che la notevole altitudine del capolinea comporta un aggravio per gli oneri di manutenzione sia dell'infrastruttura ferroviaria che del parco rotabile a causa delle condizioni climatiche tipiche dell'ambiente montano. Il tracciato si può suddividere in due tratti orograficamente omogenei e cioè:

- Brunico-Campo Tures: lunghezza 15,1 km, dislivello 44 m, territorio pianeggiante, fondovalle largo;
- Campo Tures-Casere: lunghezza 28,3 km, dislivello 731 m, territorio montuoso, fondovalle stretto.

Regarding the safety of travellers upon transit of trains, where possible, it is guaranteed through the sidewalk in the middle of tracks so as to have a correct route track without ground level rail crossings, and by equipping the other track with ground-level crossing protected as described above. It thus allows, in addition to added security, it also allows the transit of "express" trains even if not customary for the line type.

In order to have an alternative to examine, two case studies are considered:

- *railway with electric traction and new electric trains;*
- *railway with thermal traction and reclamation of the Venosta valley line railcars.*

3.2. Track

The railway track proposal mentioned earlier in the introduction is now presented.

The track has a "virtual" origin at the Brunico station, because the rail service has the load breaking in this station. The newly built railway site is planned to separate from the Pusteria line only once outside the urbanised area.

From Brunico to Casere, the railway line has a length of about 43.4 km, with important artwork such as bridges over the Aurino stream and natural or artificial tunnels of varying lengths. Between the origin of the track in Brunico (828 m a.m.s.l.) and the last station in Casere (1.603 m a.m.s.l.) the difference in height is equal to 775 m. The considerable altitude of the last station must be highlighted involving increasing maintenance charges both of the railway infrastructure and of the rolling stock fleet due to the climatic conditions typical of the mountain. The layout can be divided into two orographically homogeneous sections and that is:

- *Brunico-Campo Tures: 15.1 km length, 44 m altitude, flat, wide valley floor;*
- *Campo Tures-Casere: 28.3 km length, 731 m altitude, mountainous, narrow valley floor.*

In the first section, the average slope is about 3‰, while in the second section it rises to 26‰.

The altimetric trend of the line has been respectful of the existing ground level, as far as possible, so as not to contemplate civil works above ground certainly impacting the area. Many galleries have been planned to overcome significant differences in height of the second section, while in the first section tunnels were planned to cross the inhabited areas. As regards the second section, the slope of the line can be optimised in the subsequent project phases also depending on the most suitable location of railway stops with respect to the position of settlements, watercourses and roads.

There will be 13 new service locations (stops or stations) in the most important localities of the Tures and Aurina valleys; the stations are equipped with track doubling for the crossing of trains and increased line capacity.

By comparison, the railway line of the Val Venosta is 60 km long (the track goes from Merano to Malles), it has a

OSSERVATORIO

Nel primo tratto, la pendenza media è circa del 3‰, mentre nel secondo tratto essa sale al 26‰.

L'andamento altimetrico della linea è stato rispettoso, nei limiti del possibile, del piano campagna esistente in modo da non prevedere opere civili fuori terra di sicuro impatto sul territorio. Sono state previste numerose gallerie per superare i notevoli dislivelli del secondo tratto, mentre nel primo tratto le gallerie sono state previste per attraversare le zone abitate. Per quanto riguarda il secondo tratto, nelle successive fasi progettuali sarà possibile ottimizzare la pendenza della linea anche in funzione della localizzazione più idonea delle fermate ferroviarie rispetto alla posizione degli abitati, dei corsi d'acqua e delle strade.

Sono previsti 13 nuovi posti di servizio (fermate o stazioni) nelle località più importanti delle valli di Tures e Aurina; le stazioni sono dotate di raddoppio di binario per l'incrocio dei treni e l'aumento della capacità della linea.

A titolo di confronto, la linea ferroviaria della val Venosta è lunga 60 km (il tracciato va da Merano a Malles), ha un dislivello di 690 m, ha pendenza massima è del 29‰, è dotata di 18 posti di servizio, ha velocità massima di 100 km/h e un raggio minimo delle curve di 184 m [10].

Il tracciato si può infine suddividere in tre lotti funzionali dipendenti dalla finanziabilità dell'opera ma anche dai punti di interesse collegabili:

Lotto 1: Brunico-Campo Tures, lunghezza 15,1 km, poche opere d'arte necessarie; consente di collegare il nodo di scambio modale di Campo Tures con il capoluogo comprensoriale e l'ospedale locale, nonché di unire i poli scolastici alle estremità del percorso e di offrire una prima destinazione turistica;

Lotto 2: Campo Tures-Cadipietra, lunghezza 11,9 km, alcuni tratti in galleria naturale; consente di raggiungere il capoluogo comunale della valle Aurina, nonché di servire i due impianti di risalita e le sedi museali e scolastiche intermedie;

Lotto 3: Cadipietra-Casere, lunghezza 16,4 km, molti tratti in galleria naturale; consente di collegare anche gli altri centri abitati lungo la valle e terminare al centro visite del parco naturale da dove partono numerosi itinerari escursionistici, tra cui uno diretto al sito museale delle miniere di Predoi.

Di seguito una tabella con il percorso della ferrovia (tab. 5).

vertical drop of 690 m, a maximum gradient of 29 ‰, 18 service locations, a maximum speed of 100 km/h and a minimum radius of curves of 184 m [10].

The track can finally be divided into three functional lots depending on the possible funding of the work but also on the points of interest that can be connected:

- **Lot 1:** Brunico-Campo Tures, 15.1 km length, few works of art necessary; it allows connecting the modal hub of Campo Tures with the chief district town and the local hospital, as well as linking the school campuses at the ends of the route and offering a first tourist destination;
- **Lot 2:** Campo Tures-Cadipietra, 11.9 km length, some sections in a natural tunnel; it allows reaching the chief city of the Aurina valley, as well as serving the two ski-lifts and the museums and intermediate schools;
- **Lot 3:** Cadipietra-Casere, 16.4 km length, many sections in a natural tunnel; it allows connecting the other towns also along the valley and arriving at the visitor centre of the natural park from where many hiking trails start, including one towards the museums of the mines of Predoi.

Below is a table with the railway route (tab. 5).

TABELLA 5 - TABLE 5

CARATTERISTICHE PLANO-ALTIMETRICHE DELLA LINEA FERROVIARIA PLANO-ALTIMETRIC FEATURES OF THE RAILWAY LINE

Posto di servizio Service location	Distanza parziale Partial distance [km]	Distanza progressiva Progressive distance [km]	Quota piano binari Rail surface altitude [m]
Brunico (esistente) Brunico (existing)	-	0,0	828
Brunico nord (esistente) North Brunico (existing)	0,8	0,8	831
San Giorgio	2,4	3,2	822
Gais	2,6	5,8	820
Villa Ottone	3,7	9,5	828
Molini	4,1	13,6	852
Campo Tures	1,5	15,1	872
Costa di Tures	2,5	17,6	940
Lutago	2,7	20,3	970
San Giovanni	3,7	24,0	1.023
Cadipietra	3,0	27,0	1.058
San Giacomo	2,3	29,3	1.124
Marche	2,7	32,0	1.190
Predoi	7,8	39,8	1.476
Casere	3,6	43,4	1.603

OSSERVATORIO

3.2.1. Descrizione plano-altimetrica

Si riportano gli stralci plano-altimetrici dei tre lotti funzionali, tra Brunico e Casere (figg. 5-11). Qui sotto la legenda (fig. 4) per la corretta interpretazione delle planimetrie.

Il tracciato ferroviario ha origine nel nodo di Brunico (828 m s.l.m.m.), in corrispondenza della stazione principale a cui fanno capo anche le autolinee pubbliche. Esso prosegue per un tratto di circa 1,2 km sulla sede della linea della val Pusteria, in direzione di San Candido. In questo modo è possibile servire anche la recentissima fermata dell'ospedale di Brunico, aumentando l'appetibilità del collegamento e massimizzandone l'utilità generata [3].

Poco dopo quest'ultima fermata, il tracciato si stacca dal binario della linea della val Pusteria e devia in sede propria verso la valle di Tures con una stretta curva, sovrappassando la circonvallazione di Brunico. L'attraversamento della frazione di San Giorgio è previsto in tangenza all'abitato, più o meno in corrispondenza del vecchio tracciato, in modo da servire la località con una fermata in posizione facilmente raggiungibile e abbastanza bari-centrale.

Successivamente, il tracciato prosegue lungo la sponda sinistra del torrente Aurino fino a Gais (820 m s.l.m.m.), dove, per attraversare il paese, è previsto un tratto di galleria artificiale che ospita anche la nuova fermata. Tale soluzione è dettata dalla presenza, accanto al vecchio tracciato, di recenti insediamenti residenziali o produttivi che rendono poco realistico un passaggio in superficie.

3.2.1. Plano-altimetric description

The plano-altimetric excerpts of the three functional lots, between Brunico and Casere are reported (figg. 5-11). The legend for the correct interpretation of the plans is shown below (fig. 4).















The railway route originates in the Brunico node (828 m a.m.s.l.), at the main station from which the public lines also originates. It continues for a stretch of about 1.2 km on the Val Pusteria line location, towards San Candido. This way the recent stop of the hospital of Brunico can also be served, increasing the attractiveness of the link and maximising the benefit generated [3].

Shortly after this stop, the layout comes off the track of the Val Pusteria line and deviates in its own location towards the valley of Tures with a tight curve, passing over the Brunico ring road. The crossing of the village of San Giorgio is expected tangent to the village, more or less at the old route, so as to serve the town with an easily accessible and fairly barycentric stop.

Subsequently, the route continues along the left bank of the Aurino stream until Gais (820 m a.m.s.l.) where a stretch of artificial tunnel that also houses the new stop is planned to cross the town. This solution is imposed by the presence of recent housing or production settlements, next to the old route, that make above ground transit unrealistic.

After Gais (820 m a.m.s.l.), the route goes back to ground level and keeps going in the orographic left towards

LEGENDA LEGENDE

	Confine comunale Gemeindegrenze
	Museo minerario Bergbaumuseum
	Ferrovia della val Pusteria Pustertaler Bahnstrecke
	Ex ferrovia Brunico-Campo Tures Ehem. Bahnstrecke Bruneck-Sand in Taufers
	Ipotesi di nuovo tracciato ferroviario (all'aperto / in galleria) Hypothese neuer Bahnstrecke (im Freien / im Tunnel)
	Stazione/fermata ferroviaria Bahnhof/Bahnhaltestelle
	Strada principale Hauptstrasse
	Impianti di risalita Seilbahnanlagen
	Corso d'acqua principale Hauptfließgewässer
	Centro visite del parco naturale Naturparkhaus
	Cascate Wasserfälle
	Castelli Burgen
	Scuole medie, scuole superiori e istituti professionali Mittelschulen, Oberschulen und Lehranstalten
	Ospedale Krankenhaus

Ortofotografia digitale 2008
Fonte: "Provincia Autonoma di Bolzano", Geobrowser
Digitales Orthofoto 2008
Quelle: "Autonome Provinz Bozen", Geobrowser

Fig. 4 – Legenda delle planimetrie.
Fig. 4 – Legend of the plans.

OSSERVATORIO

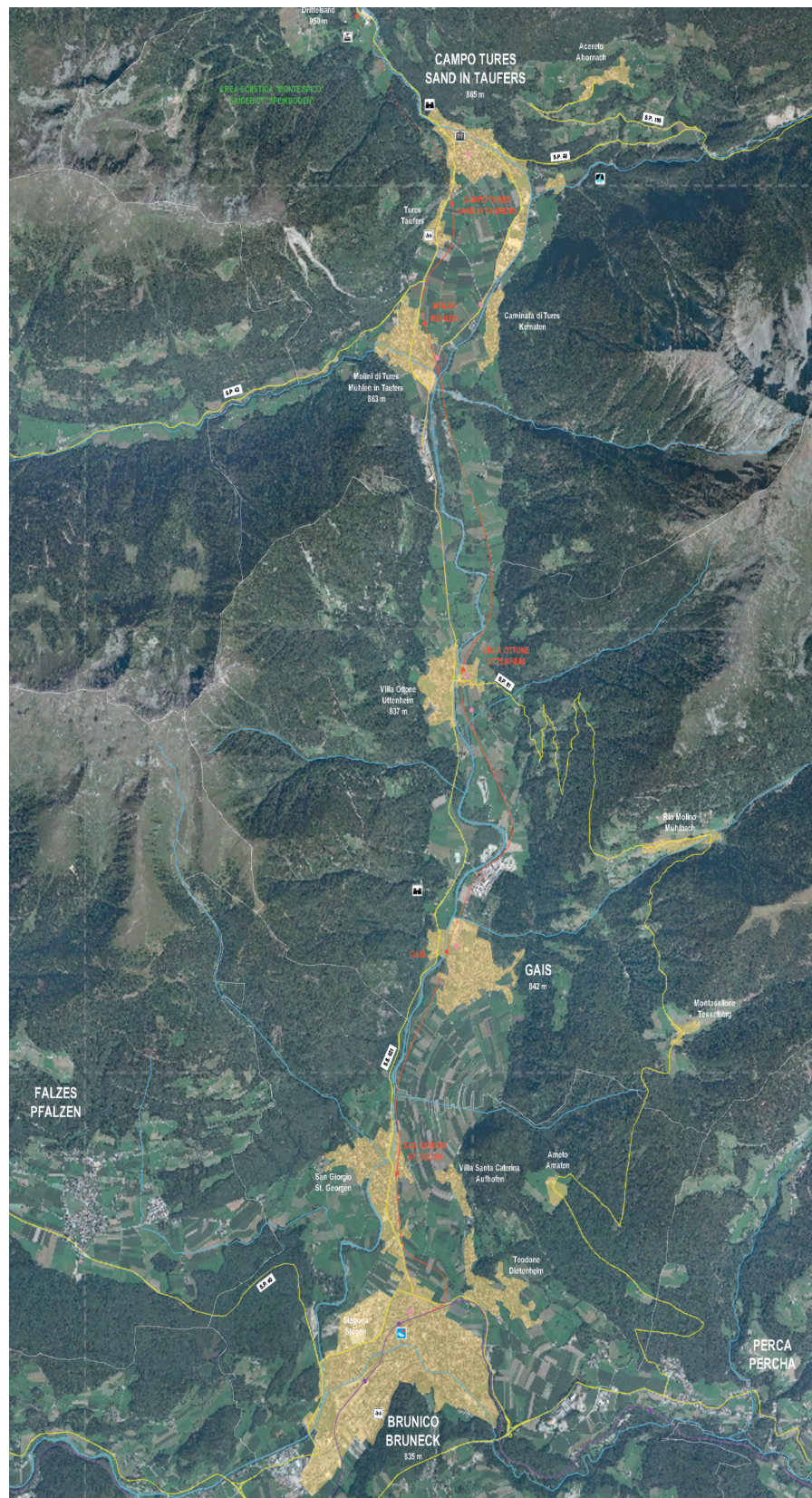


Fig. 5 – Andamento planimetrico lotto 1, Brunico-Campo Tures.
 Fig. 5 – Planimetric trend of lot 1, Brunico-Campo Tures.

OSSERVATORIO

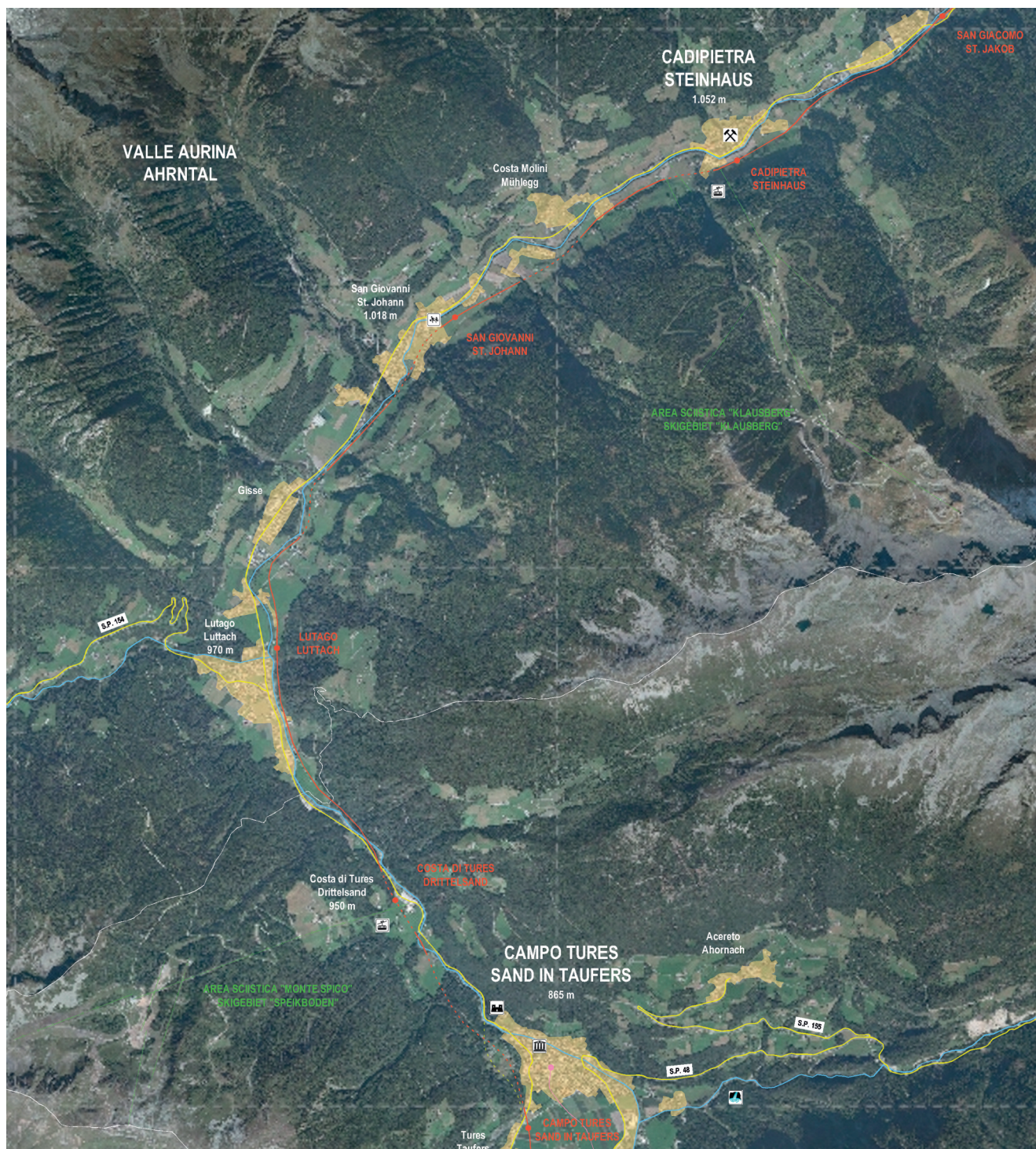


Fig. 6 – Andamento planimetrico lotto 2, Campo Tures-Cadi Pietra.
Fig. 6 – Planimetric trend of lot 2, Campo Tures-Cadi Pietra.

Dopo Gais (820 m s.l.m.m.), il tracciato si riporta sul piano campagna e prosegue sempre in orografica sinistra verso Villa Ottone (828 m s.l.m.m.) dove, per attraversare il paese, è previsto un breve tratto di galleria artificiale che ospita anche la nuova fermata. Tale soluzione è detta-

Villa Ottone (828 m a.m.s.l.) where a stretch of artificial tunnel which also houses the new stop is planned to cross the town. This solution is imposed by the presence of recent housing settlements, next to the old route, that make above ground transit unrealistic.

OSSERVATORIO

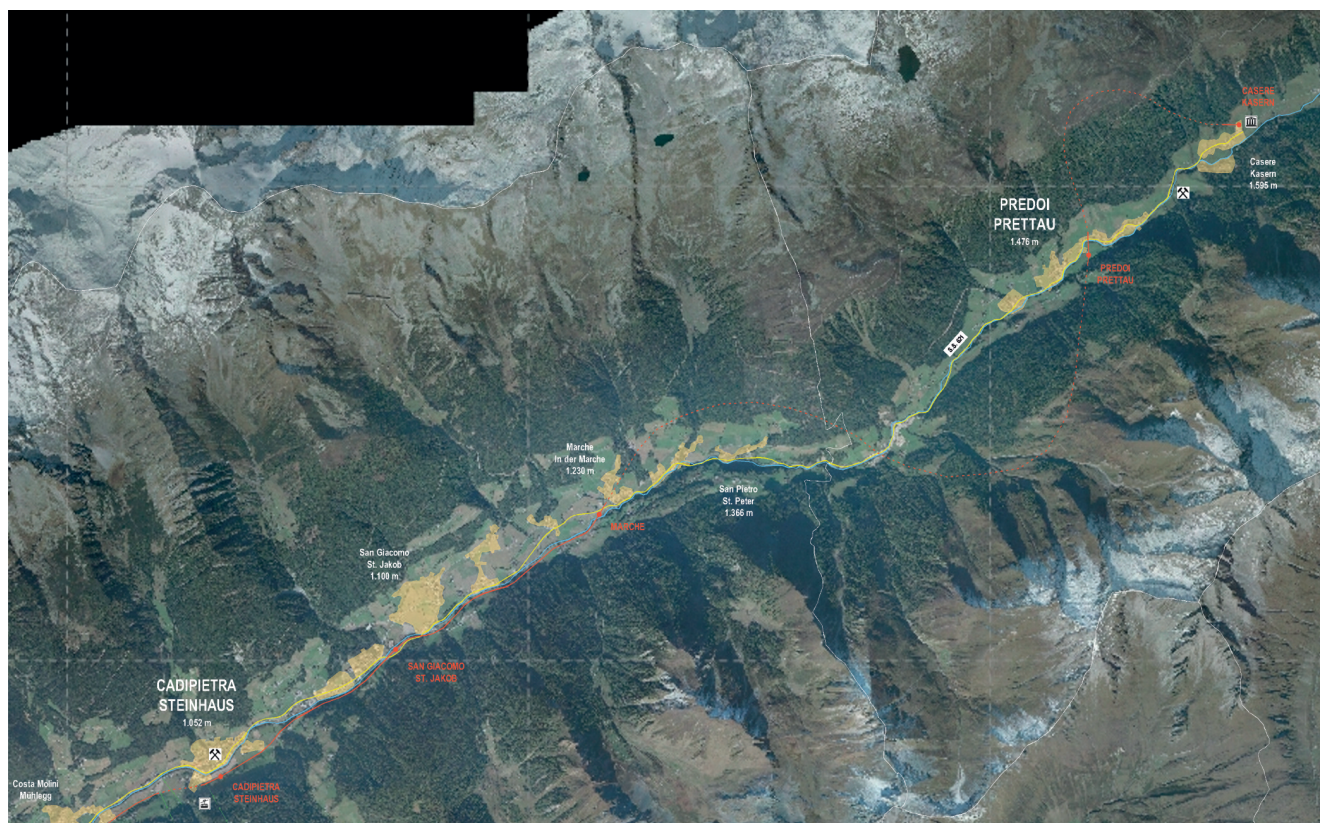


Fig. 7 – Andamento planimetrico lotto 3, Cadipietra-Casere.
Fig. 7 – Planimetric trend of lot 3, Cadipietra-Casere.



Fig. 8 – Andamento altimetrico lotto 1, Brunico-Campo Tures.
Fig. 8 – Elevation trend of Lot 1, Brunico-Campo Tures.

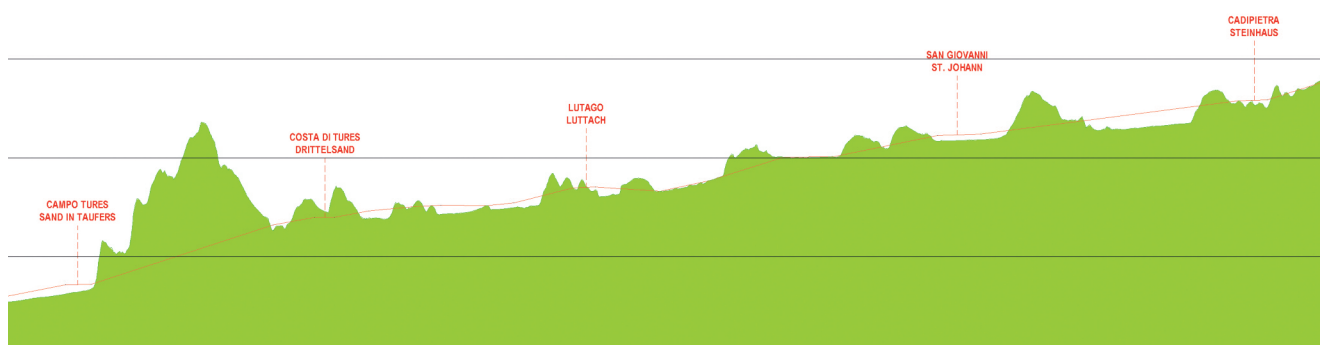


Fig. 9 – Andamento altimetrico lotto 2, Campo Tures-Cadipietra.
Fig. 9 – Elevation trend of Lot 2, Campo Tures-Cadipietra.

OSSERVATORIO

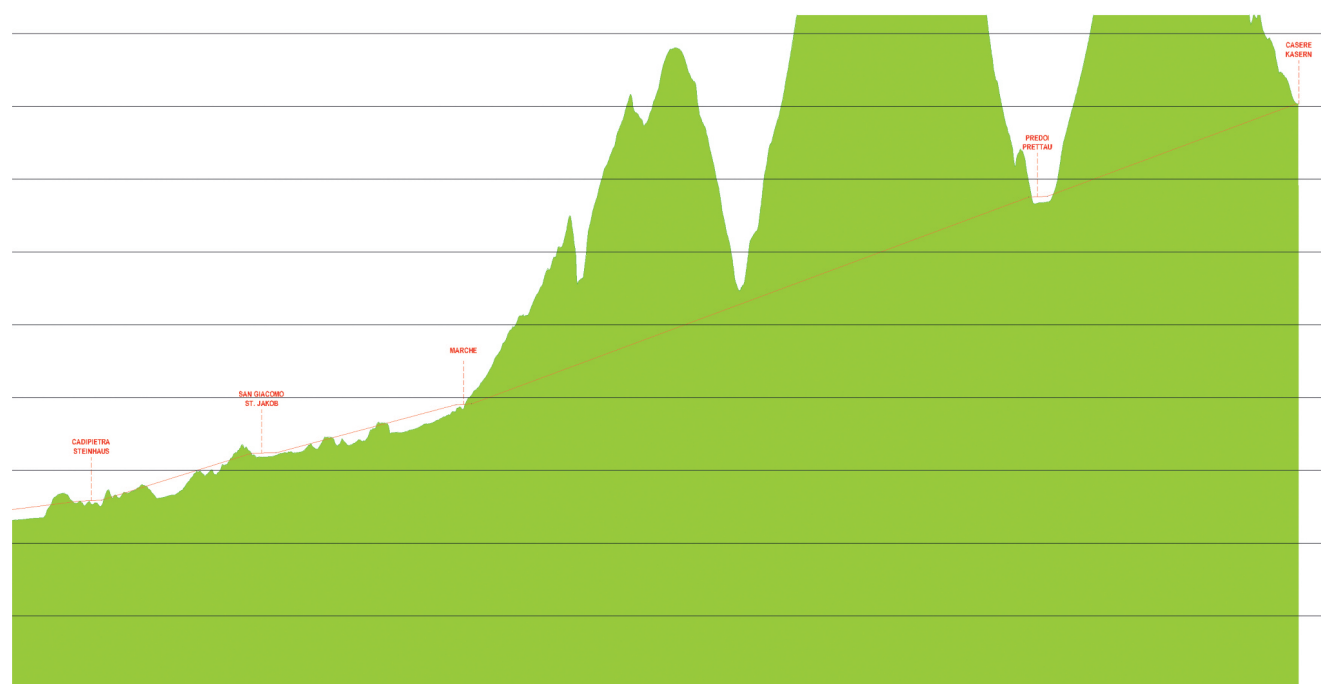


Fig. 10 – Andamento altimetrico lotto 3, Cadipietra-Casere.
Fig. 10 – Elevation trend of Lot 3, Cadipietra-Casere.

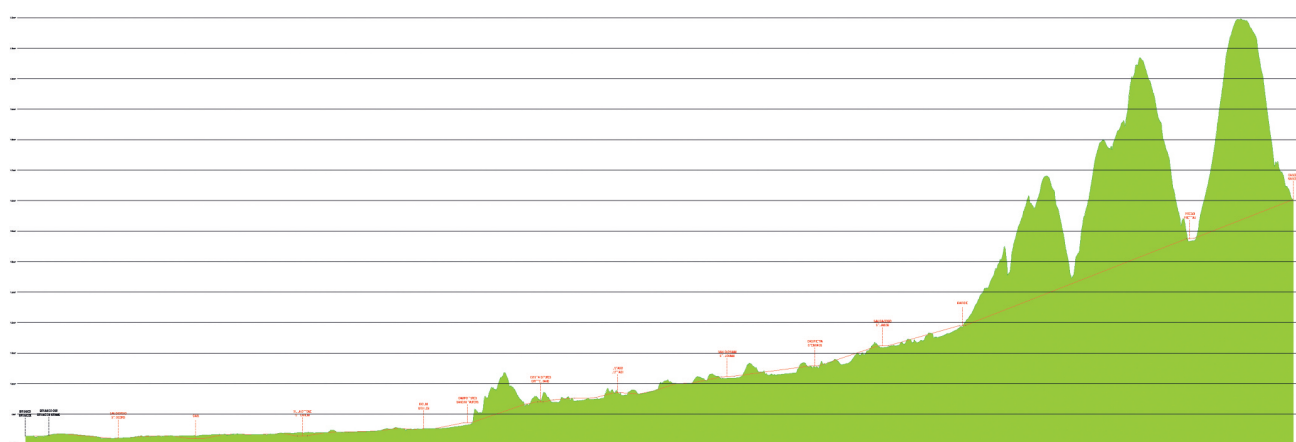


Fig. 11 – Andamento altimetrico complessivo.
Fig. 11 – Overall elevation trend.

ta dalla presenza, accanto al vecchio tracciato, di recenti insediamenti residenziali che rendono poco realistico un passaggio in superficie.

Dopo Villa Ottone, il tracciato prosegue in direzione di Molini di Tures (852 m s.l.m.m.), passando al margine dell'abitato per portarsi in posizione idonea alla creazione di una fermata.

Da Molini di Tures (852 m s.l.m.m.) il tracciato supera l'abitato di Tures, sede scolastica e parrocchiale, passando con una curva dietro al cimitero e portandosi al margine sud della borgata di Campo Tures. La parte edificata

After Villa Ottone, the route continues towards Molini di Tures (852 m a.m.s.l.) passing the edge of the built-up area to move to a position suitable for the creation of a stop.

From Molini di Tures (852 a.m.s.l.) the route passes the village of Tures, the school and parish centre, going through a curve behind the cemetery and taking the southern edge of the village of Campo Tures. The built area of Campo Tures virtually occupies all the plain at the foot of the castle and the S.S. 621 also gradually enters the stretch towards the Aurina valley. For this reason the only place useful for positioning the train stop is represented by fields near the intersection of via Wiesenhof with the S.S. 621.

OSSERVATORIO

di Campo Tures occupa praticamente tutta la piana ai piedi del castello e inoltre la S.S. 621 imbocca gradualmente la stretta verso la valle Aurina. Per questo l'unico luogo utile per il posizionamento della fermata ferroviaria è rappresentato dai campi presso l'incrocio della via Wiesenhof con la S.S. 621.

Tale posizione risulta comunque favorevole per il fatto che è facilmente raggiungibile dalle autolinee e si trova lungo gli itinerari stradali principali. Inoltre, la raggiungibilità pedonale è comunque garantita, data la distanza di circa 400 m dal centro storico. Eventualmente si può integrare un servizio di Citybus per collegare meglio tutte le zone della borgata.

La posizione della fermata è anche favorevole per il collegamento con la zona scolastica di Tures (distanza circa 400 m), data l'impossibilità di realizzare una fermata dedicata sia per vincoli orografici che per ragioni di esercizio (soli 1,5 km tra le fermate di Molini e Campo Tures).

Dopo aver scavalcato la S.S. 621, il tracciato deve proseguire in galleria per superare lo stretto imbocco della valle Aurina. Due tratti in galleria di lunghezza complessiva circa 2,5 km riportano il tracciato nella zona più aperta di Lutago (970 m s.l.m.m.).

In questo versante è prevista la realizzazione di una galleria per la circonvallazione stradale di Campo Tures; al momento si può solo indicare l'opportunità di integrazione/ottimizzazione delle uscite di emergenza, demandandone l'approfondimento ad una successiva fase progettuale.

Se nella valle di Tures il tracciato presentava pendenze molto basse, nella valle Aurina l'orografia diventa più accidentata e questo comporta un notevole incremento di pendenza. In questo tratto le ascese massime sono dell'ordine del 30%. Tale valore può essere diminuito con l'aumento dello sviluppo del tracciato.

Prima di Lutago è prevista una fermata in località Costa di Tures (940 m s.l.m.m.), a servizio della zona sciistica di "Monte Spico-Speikboden". Tale soluzione consente l'integrazione dell'impianto di risalita nell'offerta turistica valliva e oltre, in analogia al successo già ottenuto con la fermata di Perca collegata all'impianto di risalita di Plan de Corones. La fermata di Costa di Tures potrebbe essere interrata, in modo da non ridurre lo spazio per le piste da sci.

Da Lutago (970 m s.l.m.m.) il tracciato si mantiene in orografica sinistra del torrente Aurino, portandosi gradualmente con pendenze normali a San Giovanni (1.023 m s.l.m.m.). Data la notevole pendenza del versante, che raggiunge il fondovalle quasi senza tratti pianeggianti, sono previste due brevi gallerie di lunghezza complessiva circa 1,7 km. La seconda galleria consente anche di attraversare senza interferenze la parte abitata di San Giovanni. In quest'ultima località, la fermata è in posizione favorevole anche al servizio del polo scolastico.

This position is however favourable since it is easily accessible by bus and is located along the main road routes. In addition, the pedestrian accessibility is guaranteed, given the distance of about 400 m from the historic centre. A Citybus service can be integrated if necessary to better connect all areas of the small village.

The position of the stop is also favourable for the connection with the school area of Tures (at a distance of about 400 m), given the impossibility of creating a dedicated stop for both orographic constraints and for operational reasons (only 1.5 km between the Molini and Campo Tures stops).

After passing over the S.S. 621, the route must continue in the tunnel to overcome the narrow entrance of the Aurina valley. Two tunnel sections of a total length of 2.5 km bring the track back in the more open area of Lutago (970 m a.m.s.l.).

The construction of a tunnel is planned on this side for Campo Tures the ring road; currently the opportunities for integration/optimisation of emergency exits can only be indicated, leaving a close examination to a subsequent project phase.

If in the valley of Tures the track had very low slopes, in the Aurina valley the topography becomes more uneven and this results in a substantial increase in slope. In this stretch maximum ascents are in the order of 30%. This value can be decreased with the increase of the development of the track.

Before Lutago a stop is planned in the Costa di Tures area (940 m a.m.s.l.), serving the ski area of "Monte Spico-Speikboden". This solution enables the integration of the ski -lift in the valley and beyond tourist offer, in analogy to the success already achieved with the stop of Perca connected to the ski-lift of Plan de Corones. The Costa di Tures stop could be underground, so as not to reduce the space for skiing.

From Lutago (970 m a.m.s.l.) the track remains in the orographic left of the Aurino stream, gradually reaching normal gradients in San Giovanni (1.023 m a.m.s.l.). Given the steepness of the slope that reaches the valley floor with almost no flat sections, two short tunnels of a total length of about 1.7 km are planned. The second gallery also allows crossing the inhabited part of San Giovanni without interferences. In the latter location, the stop is in the perfect spot to serve the school campus.

After San Giovanni the route rises with the same features until Cadipetra (1.058 m a.m.s.l.). Here the stop is located very centrally, with the possibility to connect the ski-lift of the "Klausberg" ski area and the mines museum. This solution allows placing the two ski lifts in the valley in the network, with great benefit to users given the convenient transfer and possible integration of tariffs with the rail carrier.

Two short tunnels of a total length of about 1.2 km are planned in this section too.

OSSERVATORIO

Dopo San Giovanni il tracciato sale con le medesime caratteristiche fino a Cadipietra (1.058 m s.l.m.m.). Qui la fermata è collocata in posizione molto centrale, con la possibilità di connettere l'impianto di risalita dell'area sciistica "Klausberg" e il museo delle miniere. Tale soluzione consente di mettere in rete i due impianti di risalita della valle, con grande vantaggio per gli utilizzatori dato il comodo trasferimento e l'eventuale integrazione delle tariffe anche con il vettore ferroviario.

Anche in questo tratto sono previste due brevi gallerie di lunghezza complessiva circa 1,2 km.

Da Cadipietra (1.058 m s.l.m.m.) il tracciato segue sinuosamente il corso del torrente Aurino, sempre al piede del versante sinistro, salendo con pendenze più elevate, dell'ordine del 30‰, fino alla fermata di San Giacomo (1.124 m s.l.m.m.). Successivamente, il tracciato prosegue con le stesse caratteristiche fino alla località Marche (1.190 m s.l.m.m.), dove la valle è caratterizzata una stretta gola che termina nei pressi di Predoi.

Dalla fermata di Marche (1.190 m s.l.m.m.) il tracciato non può più seguire il corso del torrente Aurino, in quanto la valle si fa stretta e con pareti rocciose a picco; inoltre la quota si innalza velocemente. Pertanto, la ferrovia non può che svilupparsi in galleria, con andamento curvilineo molto accentuato per poter guadagnare gradualmente quota, passando da un versante all'altro.

Dopo una galleria di lunghezza circa 7,5 km con una pendenza molto elevata (dell'ordine del 35‰), il tracciato raggiunge la fermata di Predoi (1.476 m s.l.m.m.) posta circa al centro del paese. La copertura massima della galleria è dell'ordine dei 650 m.

Dopo Predoi il tracciato prosegue in galleria nel versante opposto con le medesime caratteristiche per raggiungere il capolinea di Casere (1.603 m s.l.m.m.).

Il capolinea è previsto nei pressi della sede del centro visite del parco naturale Vedrette di Ries-Aurina, dove termina anche la parte percorribile della S.S. 621 ed è presente un grande parcheggio.

Da segnalare inoltre che, causa la particolare orografia, non è possibile collegare direttamente l'ambito museale delle miniere di Predoi che però può essere raggiunto facilmente con un percorso pedonale in discesa dalla fermata di Casere (circa 1 km) e, per il ritorno, risalendo in treno alla fermata di Predoi (circa 1 km).

L'obbligatoria soluzione plano-altimetrica consente tuttavia di evitare un tratto di valle ad elevata pericolosità dovuta a fenomeni valanghivi e alcune aree di rispetto paesaggistico.

3.2.2. Sintesi opere civili e impiantistiche

In base a quanto descritto nei paragrafi precedenti, viene qui riportata una tabella di sintesi delle opere civili e impiantistiche ipotizzate lungo il tracciato ferroviario (tab. 6).

From Cadipietra (1.058 m a.m.s.l.) the trail follows the Aurino stream sinuously, always at the foot of the left side, rising with higher slopes in the order of 30‰, until the stop in San Giacomo (1.124 m a.m.s.l.). Subsequently, the route continues with the same characteristics to the Marche village (1.190 m a.m.s.l.), where the valley is characterised by a narrow gorge that ends near Predoi.

From the stop in Marche (1.190 m a.m.s.l.) the track can no longer follow the course of the Aurino stream, as the valley becomes narrower and with sheer rocky sides; altitude also rises quickly. Therefore, the railway can only develop in the gallery, with a very accentuated curvilinear trend in order to gain altitude gradually, going from one side to the other.

After a tunnel with a length of about 7.5 km and a very high slope (in the order of 35‰), the route reaches the stop in Predoi (1.476 m A.M.S.L.) approximately in the town centre. The gallery covers a maximum of 650 m.

After Predoi the route continues in the gallery on the opposite side with the same characteristics reaching the last stop in Casere (1.603 m a.m.s.l.).

The terminal is planned near the home to the visitor centre of the Vedrette natural park of Ries-Aurina, where the viable part of the S.S. 621 also ends and there is a large parking lot.

It should also be noted that, due to the particular topography, the museum environment of the Predoi mines cannot be connected directly although it can be easily reached by a downhill footpath from the stop in Casere (about 1 km) and, going back up by train at the stop in Predoi (about 1 km) to return.

The required plano-altimetric solution, however allows avoiding a very dangerous stretch of valley due to avalanches and some landscape safety distances.

3.2.2. Summary of civil and plant engineering works

According to what is described in the preceding paragraphs, the following is a summary table of hypothesised civil and plant engineering works along the railway route (tab. 6).

Such list has a preliminary nature, because it is not possible to determine the exact weight of the individual components on the entire system at this stage (especially with regard to plant engineering).

3.3. Operation programme

The capacity of the new railway line is essentially determined by the following parameters:

- distance between the new stations;
- type of turnout;
- availability of train paths on the Val Pusteria line, in the Brunico-Valdaora journey route.

OSSERVATORIO

TABELLA 6 - TABLE 6

OPERE CIVILI E IMPIANTISTICHE DEL TRACCIATO
CIVIL AND PLANT ENGINEERING WORKS OF THE ROUTE

<i>Descrizione</i> <i>Description</i>	<i>u.m.</i> <i>u.m.</i>	<i>Quantità</i> <i>Quantity</i>
Corpo stradale - <i>Track bed</i>		
Rilevato singolo binario H<4,5 m - <i>Single track embankment H <4.5 m</i>	km	26,0
Trincea singolo binario H<6 m - <i>Single track cut H<6 m</i>	km	1,5
Opere d'arte - <i>Artwork</i>		
Ponte in acciaio-cls lunghezza 15 m - <i>Steel bridge - concrete length 15 m</i>	cad	10
Galleria naturale (n. 5) - <i>Natural gallery (n° 5)</i>	km	13,8
Galleria artificiale con opere provvisorie (n. 5) <i>Cut and cover tunnel with temporary works (n° 5)</i>	km	3,2
Cunicolo di sicurezza (n. 1) - <i>Safety culvert (n° 1)</i>	km	7,5
Sottovia scatolare 10x5,5 m L=8 m <i>Box-shaped underpass 10x5.5 m L=8 m</i>	cad	13
Muri di sostegno H<5 m - <i>Retaining walls H <5 m</i>	km	9,2
Armamento - <i>Permanent way</i>		
Rotaie e lavorazioni - <i>Rails and making</i>	km	45,8
Ballast - <i>Ballast</i>	km	45,8
Deviatoi - <i>Turnouts</i>	cad	43
Impianti tecnologici <i>Technological systems</i>		
Linee primarie aeree (da Brunico a Molini) <i>Main overhead power lines (from Brunico to Molini)</i>	km	15,0
Linea di contatto - <i>Contact lines</i>	km	45,8
Sotto Stazione Elettrica (SSE) 20 kV/3 kV <i>Electric Sub-Station (ESS) 20 kV/3 kV</i>	cad	1
Luce e Forza Motrice (LFM) fermata superficiale (n. 10) <i>Light and Motive Power (LMP) at grade stop (n° 10)</i>	m²	9.000
Luce e Forza Motrice (LFM) fermata sotterranea (n. 3) <i>Light and Motive Power (LMP) underground stop (n° 3)</i>	m²	2.700
Riscaldamento Elettrico Deviatoi (RED) <i>Electric Heating of Turnouts (TEH)</i>	cad	43
Segnalamento - Blocco Automatico Banalizzato (BAB) <i>Signalling - Automatic Block System (ABS)</i>	km	45,8
Sistema di Comando e Controllo / Controllo Centralizzato del Traffico (SCC/CTC) <i>Command and Control System / Centralised Traffic Control (CCS / CTC)</i>	km	45,8
Terra-treno - <i>Ground-train</i>	km	45,8
Impianti meccanici stazione sotterranea (n. 3) <i>Underground station mechanical systems (n° 3)</i>	m²	2.700
Impianti di sicurezza galleria singola canna con cunicolo di servizio <i>Gallery safety systems single pipe with service tunnel</i>	km	7,6

OSSERVATORIO

Tale elenco ha carattere preliminare, in quanto in questa fase non è possibile determinare l'esatto peso delle singole componenti sull'intero sistema (soprattutto per la parte impiantistica).

3.3. Programma di esercizio

La capacità della nuova linea ferroviaria è determinata essenzialmente dai seguenti parametri:

- distanza tra le nuove stazioni;
- tipologia di deviatoio;
- disponibilità di tracce orarie sulla linea della val Pusteria, nel tratto Brunico-Valdaora.

Il primo parametro, infatti, è legato alla possibilità di incrocio dei treni circolanti in direzione opposta ed ai tempi di percorrenza, dai quali dipende anche il cadenzamento. Come si può leggere nel capitolo precedente, la distanza media tra le fermate, salvo il tratto terminale, è di circa 3 km. Con tali distanze e modulando opportunamente la posizione dei posti di incrocio è possibile offrire un buon servizio ferroviario.

Il secondo parametro è legato sempre al tempo di percorrenza; è necessario che i deviatoi delle stazioni consentano velocità in deviato di 60 km/h per non condizionare l'esercizio. Inoltre, per consentire anche gli ingressi contemporanei in stazione, sono da prevedere tronchini di indipendenza.

Il terzo parametro è desunto dall'attuale offerta ferroviaria, che prevede un convoglio ogni mezz'ora tra Fortezza e San Candido e viceversa.

L'innesto sulla linea ferroviaria della val Pusteria deve avvenire con tronchino di indipendenza e deviatoio atto alla velocità di 60 km/h; tra l'altro la velocità di quel tratto di linea è proprio 60 km/h e questo consente la massima continuità dell'itinerario.

La composizione tipo del materiale rotabile che potrà circolare sulla nuova linea può essere stimata sulla base dei treni circolanti sulle linee dell'Alto Adige e cioè, nell'ipotesi di servizio affidato alla SAD (L= locomotore, R= rimorchio, C= modulo di trazione termica):

- regionale con elettrotreni bitensione (1L+2R+1L per una lunghezza di 80 m);
- regionale con automotrice diesel (1R+1C+1R per una lunghezza di 40 m).

Le potenzialità offerte dall'infrastruttura devono però essere garantite anche dall'impiantistica di linea; in altre parole, il programma di esercizio ipotizzato può essere attuato nel migliore dei modi soltanto integrando un sistema di segnalamento all'avanguardia che consenta la massima flessibilità e adattabilità. Adottando un sistema tipo Apparato Centrale a Calcolatore (ACC) con segnalamento dotato di Sistema Controllo Marcia Treno (SCMT), opportunamente tarato sulle caratteristiche della linea ma anche delle esigenze in caso di esercizio perturbato, è possibile completare il sistema ferroviario.

The first parameter, in fact, is related to the possibility of intersection of trains operating in the opposite direction and to the travel time, from which scheduling also depends. As can be read in the previous chapter, the average distance between stops is about 3 km, except in the final stretch. A good train service can be offered with these distances and by modulating the location of crossing points appropriately.

The second parameter is always linked to the travel time; the station turnouts must allow a turnout velocity of 60 km/h in order not to affect operation. Moreover, to allow also contemporary accesses in the station, independence tracks are to be planned.

The third parameter is derived from the current railway offer, which plans for a train every half hour between Fortezza and San Candido and vice versa.

Connection on the Val Pusteria railway line must be with independence track and turnout suitable for the speed of 60 km/h; among other things the speed of that section of the line is just 60 km/h and this allows maximum continuity of the route.

The typical composition of rolling stock that can travel on the new line can be estimated based on the trains operating on the lines in South Tyrol, that is, in the assumption of a service entrusted to SAD (L = locomotive, R = trailer, C = Thermal traction module):

- regional with electric trains with dual voltage (1L+2R+1L for a length of 80 m);
- regional with diesel railcar (1R+1C+1R for a length of 40 m).

The capacity offered by the infrastructure must however also be guaranteed by the line plant engineering; in other words, the postulated operation programme can be implemented in the best conditions only by integrating a cutting-edge signalling system that allows maximum flexibility and adaptability. Adopting a Computer Based Interlocking type (ACC) with signalling with Train Running Control System (SCMT), properly calibrated on the characteristics of the line but also on the needs in case of disrupted operation, the rail system can be completed.

The results of the operation simulation on the new railway line are now given, both in a table and diagram. To calculate the distance, in a simplified and absolutely indicative way, the following contributions were added:

- travel time, calculated according to the characteristics of the line;
- waste of time due to stop/start. L'origine riferimento non è stata trovata;
- stop times at stations/stops (generally 30 seconds excluding Campo Tures, where 1 minute is scheduled due to the importance of the node);
- waste of time due to maintenance, estimated in 1.7 minutes every 100 km travelled by the train;
- margin for clearing faults, adverse weather conditions,

OSSERVATORIO

Viene ora riportato l'esito della simulazione di esercizio sulla nuova linea ferroviaria, sia in forma tabellare che grafica. Per calcolare la percorrenza, in forma semplificata e assolutamente indicativa, sono stati sommati i seguenti contributi:

- tempo di percorrenza, calcolato in funzione delle caratteristiche della linea;
- perditempi per arresto/avviamento [1];
- tempi di sosta nelle stazioni/fermate (in generale 30 secondi ad esclusione di Campo Tures, dove è stato previsto 1 minuto per l'importanza del nodo);
- perditempo per lavori di manutenzione, quantificato in 1,7 minuti ogni 100 km percorsi dal treno;
- margine per compensazione guasti, condizioni meteo avverse, perturbazioni nella circolazione, servizio viaggiatori, quantificato in 2 minuti ogni 100 km percorsi dal treno.

Gli ultimi due contributi sono definiti margine di regolarità secondo la fiche UIC h 51.1 e sono introdotti per consentire una sufficiente elasticità all'orario.

Il risultato è riportato nella tabella 7.

Il tempo totale di percorrenza dell'intero itinerario è pari a *circa un'ora*. Se si confronta tale valore con le percorrenze delle autovetture e dell'attuale servizio pubblico su gomma, riportate nel capitolo specifico, si possono fare le seguenti osservazioni:

- il trasporto su ferro risulta più veloce dell'autovettura di 2 minuti sulla percorrenza fino a Campo Tures, mentre la percorrenza fino a Casere risulta di poco superiore (59 minuti contro 52 minuti); la velocità media risulta pari a 44 km/h (a titolo di confronto, sulla linea della val Pusteria la velocità media è pari a 48 km/h);
- il trasporto su ferro risulta molto più veloce dell'attuale servizio su gomma, pur servendo le stesse località, consentendo un risparmio di 7 minuti fino a Campo Tures e di ben 13 minuti fino a Casere (59 minuti contro 72 minuti);
- la ferrovia permette di integrare anche una fermata in più in località Costa di Tures, per servire l'impianto di risalita

disruptions in traffic, passenger service, estimated in 2 minutes per 100 km travelled by the train.

The last two contributions are defined "regularity margin" according to the UIC h 51.1 fiche and are introduced to allow sufficient timetable flexibility.

The result is shown in the following table 7.

The total travel time of the entire route is approximately one hour. If that value is compared with the travel of cars and the current public road-based service, given in the specific chapter, the following observations can be made:

- *rail transport is 2 minutes faster than by car on the journey to Campo Tures, while travel up to Casere is slightly longer (59 minutes against 52 minutes); the average speed is equal to 44 km/h (by way of comparison, on the Val Pusteria line the average speed is 48 km/h);*
- *rail transport is much faster than the current road-based service, while serving the same localities, allowing a saving of 7 minutes up to Campo Tures and a*

TABELLA 7 - TABLE 7

IPOTESI DI ORARIO TABELLARE TIME TABLE HYPOTHESIS

Posto di servizio <i>Service location</i>	Tipologia F= fermata S= stazione <i>Type</i> <i>F = stop</i> <i>S = station</i>	Distanza parziale <i>Partial distance</i> [km]	Distanza progressiva <i>Progressive distance</i> [km]	Tempi di percorrenza progressivi <i>Progressive travel times</i> [min]
Brunico (esistente) <i>Brunico (existing)</i>	S	-	0,0	0
Brunico nord (esistente) <i>North Brunico (existing)</i>	F	0,8	0,8	2
San Giorgio	S	2,4	3,2	6
Gais	S	2,6	5,8	10
Villa Ottone	S	3,7	9,5	15
Molini	F	4,1	13,6	20
Campo Tures	S	1,5	15,1	23
Costa di Tures	F	2,5	17,6	27
Lutago	S	2,7	20,3	31
San Giovanni	S	3,7	24,0	36
Cadipietra	S	3,0	27,0	40
San Giacomo	F	2,3	29,3	44
Marche	S	2,7	32,0	47
Predoi	S	7,8	39,8	55
Casere	S	3,6	43,4	59

OSSERVATORIO

“Monte Spico-Speikboden”, mentre a Cadipietra la stazione è collocata in posizione idonea a permettere l'integrazione con l'impianto di risalita “Klausberg”.

I posti di servizio lungo la linea ferroviaria sono stati studiati in via preliminare per consentire una buona flessibilità dell'esercizio, dotando più località di binario di incrocio, in modo da poter gestire un cadenzamento fino a 30 minuti e assorbire eventuali perturbazioni senza cancellazioni di treni. Nella tabella precedente sono riportate le fermate e le stazioni previste. La loro ubicazione è indicativa e da ottimizzare in funzione degli spazi disponibili e del programma di esercizio definitivo.

Di seguito si riporta invece uno stralcio di possibile orario grafico (fig. 12) in cui si possono notare i punti di incrocio, l'ipotesi di cadenzamento alla mezz'ora per le ore di maggiore traffico e all'ora per il resto della giornata. L'interconnessione con la linea della Pusteria è stata valutata in via preliminare rispetto all'attuale orario.

Non è oggetto di questa fase di studio la risoluzione delle criticità che si possono leggere nell'orario grafico, come ad esempio l'incrocio non perfetto dei treni nei posti di servizio, in quanto successivamente è possibile tarare opportunamente sia gli orari di partenza dei convogli, sia l'interdistanza tra i posti di incrocio al fine di ottenere la soluzione più conveniente.

Preliminarmente, si può considerare che il parco rotabili sia composto da sei treni, di cui 4-5 in servizio nei periodi di punta e 1-2 di riserva o in manutenzione. Non sono da escludere ottimizzazioni successive in base al parco rotabili della SAD operante in Alto Adige.

Per il calcolo della potenzialità della linea si ricorre alla formula di tipo statico proposta dall'UIC. Lo schema di calcolo prevede l'individuazione della tratta critica della linea e la determinazione del distanziamento medio

good 13 minutes up to Casere (59 minutes against 72 minutes);

- the railway allows integrating an extra stop in Costa di Tures, to serve the “Monte Spico-Speikboden” ski lift while in Cadipietra the station is in a suitable position to allow integration with the “Klausberg” ski-lift.

Service points along the railway line were studied at the outset to allow good operation flexibility, equipping multiple places with crossing tracks, so as to manage a schedule of up to 30 minutes and absorb any disturbances without cancellations of trains. Planned stops and stations are shown in the above table. Their location is indicative and must be optimised according to available spaces and to the final operation programme.

Below is an excerpt of possible graph timetable where crossing points (fig. 12), the headway hypothesis to half an hour for the hours of greater traffic and per hour for the rest of the day can be observed. The interconnection with the Pusteria line was assessed at the outset compared to the current timetable.

Resolution of problems. such as imperfect crossing of trains in service points, that can be read in the timetable chart is not the objective of this study phase, as both the departure times of trains, and the spacing between the crossings can be calibrated properly at a later time in order to achieve the most cost-effective solution.

Preliminarily, we can consider that the rolling stock fleet is composed of six trains, of which 4-5 in service during peak periods and 1-2 as reserve or under maintenance. Subsequent optimisations are not to be excluded based on the rolling stock of SAD operating in South Tyrol.

The static formula proposed by UIC is used for the calculation of the capacity of the line. The calculation scheme involves the identification of the line critical section and

LINEA FERROVIARIA BRUNICO - CASERE
IPOTESI DI ORARIO GRAFICO

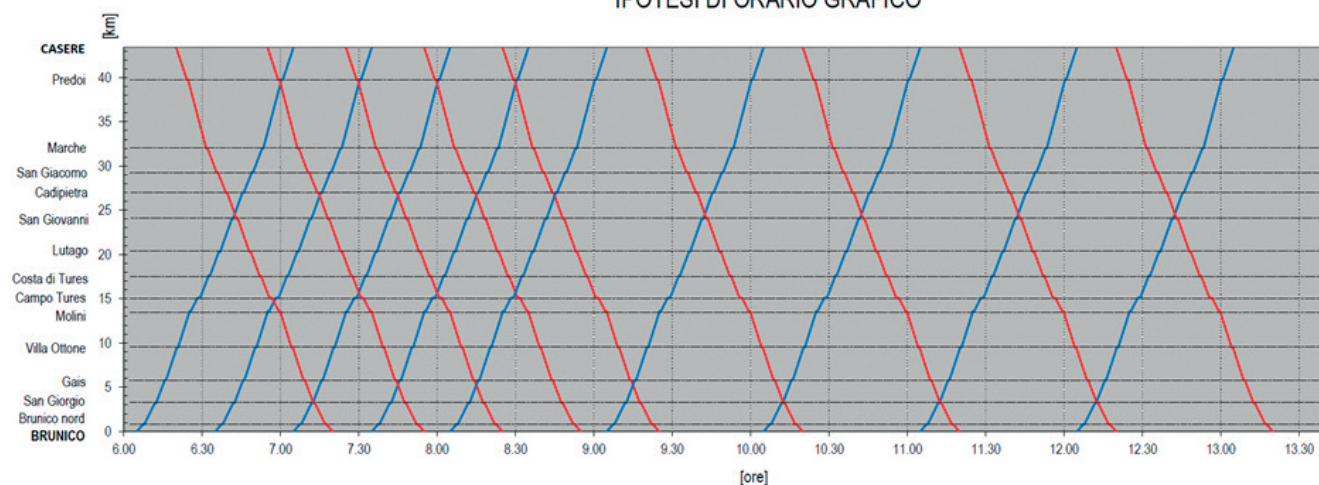


Fig. 12 – Ipotesi di orario grafico.
Fig. 12 – Hypothesis of timetable graph.

OSSERVATORIO

dei convogli. Individuata la tratta critica, la formula per il calcolo della potenzialità è:

$$P = \frac{T}{t_{fm} + t_r + t_{zu}}$$

dove:

- P è la potenzialità della linea, espressa in numero di treni nell'unità di tempo;
- T è il periodo di tempo di riferimento, espresso in minuti;
- t_{fm} è l'intervallo medio di distanziamento dei treni, espresso in minuti; sulle linee a semplice binario, per le quali è ancora utilizzabile la formula sopra riportata, l'elemento determinante per il calcolo della potenzialità è dato dalla distanza dei posti di incrocio; t_{fm} assume quindi il significato del tempo di percorrenza fra due posti di incrocio;
- t_r è il margine di ampliamento, espresso in minuti; esso dipende dal grado di eterotachicità della circolazione, dai criteri di regolazione delle precedenza, dal numero delle sezioni di blocco esistenti sulla tratta considerata e dalla distanza fra i posti di precedenza; come ordine di grandezza, per linee a semplice binario t_r varia da $0,3 \cdot t_{fm}$ a $1,5 \cdot t_{fm}$, mentre per altre linee varia da $0,5 \cdot t_{fm}$ a $3 \cdot t_{fm}$; per evitare la formazione di code, deve essere $t_r \geq 0,67 \cdot t_{fm}$ (per le ore di punta si può accettare $t_r \geq 0,33 \cdot t_{fm}$);
- t_{zu} è il tempo supplementare, espresso in minuti, che tiene conto del numero delle sezioni sul tratto di linea in esame; il valore normalmente attribuito a t_{zu} è di $0,25 \cdot n$ minuti, essendo n il numero delle sezioni di blocco presenti nella tratta critica considerata.

Per l'intervallo medio di distanziamento t_{fm} si considera la massima distanza tra due posti di incrocio; dalla tabella dell'ipotesi di orario tabellare si ottiene che tale intervallo è relativo alla tratta critica Marche-Predoi, peraltro anche in galleria, di lunghezza 7,8 km e con tempo di percorrenza netto (avviamento + viaggio + arresto) pari a 6'42".

Per il margine di ampliamento t_r si adotta il valore minimo di $0,67 \cdot t_{fm}$, ottenendo un tempo pari a 4'30".

Per il tempo supplementare t_{zu} si considera che sulla tratta critica non esistano sezioni di blocco intermedie, pertanto il suo contributo è nullo.

Considerando infine un esercizio giornaliero distribuito su 16 ore e un intervallo di manutenzione di 1,5 ore al giorno, si ottiene una potenzialità virtuale della linea pari a 78 treni al giorno. Tale valore deve però essere sempre inteso come valore ipotetico, determinato in funzione della tratta critica e senza ulteriori vincoli all'esercizio. Come già precedentemente riportato, infatti, l'effettivo impegno della linea ferroviaria dipende anche dal cadenzamento imposto e da altre scelte infrastrutturali.

Con riferimento all'ipotesi di orario relativa alla linea ferroviaria studiata, ipotizzando un cadenzamento ai 60 minuti il traffico previsto risulta pari a 28 treni al giorno (14 per direzione). Con l'introduzione del cadenzamento ai 30 minuti nelle fasce orarie di maggiore traffico pendolare e

the determination of the average distance between trains. Once the critical section is identified, the formula for calculating the capacity is:

$$P = \frac{T}{t_{fm} + t_r + t_{zu}}$$

where:

- P is the capacity of the line, expressed in number of trains in the time unit;
- T is the period of reference time, expressed in minutes;
- t_{fm} is the average train headway, in minutes; for lines on a single track, for which the above formula is still usable, the decisive factor for the calculation of the capacity is given by the distance of the crossing points; t_{fm} hence assumes the meaning of the journey time between two crossing points;
- t_r is the extension margin, expressed in minutes; it depends on the degree of heterogeneity of train running, by the overtaking control criteria, the number of existing block sections on the section considered and the distance between overtaking points; as an order of magnitude, for simple track lines t_r varies from $0.3 \cdot t_{fm}$ to $1.5 \cdot t_{fm}$, while for other lines it varies from $0.5 \cdot t_{fm}$ to $3 \cdot t_{fm}$; to avoid queues, it must be $t_r \geq 0.67 \cdot t_{fm}$ (for peak hours $t_r \geq 0.33 \cdot t_{fm}$ can be accepted);
- t_{zu} is extra time, in minutes, that takes into account the number of sections on the stretch of line in question; the value normally attributed to t_{zu} is $0.25 \cdot n$ minutes, being n the number of block sections in the critical route considered.

For the average t_{fm} train headway the maximum distance between two crossing points is considered; from the table of the timetable hypothesis the result is that this range is relative to the Marche-Predoi critical route, also in a 7.8 km long gallery, and with a net travel time (start + trip + stop) equal to 6'42".

For the expansion margin t_r the minimum value of $0.67 \cdot t_{fm}$ is adopted, achieving a time of 4'30".

For the t_{zu} extra time we consider that there are no intermediate block sections in the critical route, hence its contribution is zero.

Finally, considering daily operation distributed over 16 hours and a maintenance interval of 1.5 hours per day, a virtual line capacity equal to 78 trains per day is obtained. This value must however always be understood as hypothetical value, determined on the basis of the critical route and without additional operational constraints. As previously reported, in fact, the actual engagement of the railway line also depends on the headway imposed and on other infrastructural choices.

With reference to the hypothesis of the railway timetable studied, assuming a headway of 60 minutes the expected traffic is equal to 28 trains per day (14 per direction). With the introduction of the 30-minute scheduling in major commuter traffic and school timeslots (morn-

OSSERVATORIO

scolastico (mattino, mezzogiorno, fine pomeriggio) si prevede il passaggio di 40 treni al giorno (20 per direzione).

Dai conteggi riportati sono esclusi i periodi di elevata affluenza turistica, per i quali potrebbe essere necessario incrementare o ricalibrare l'offerta sia in funzione dei collegamenti extra vallivi (es. "treni della neve" da rendere compatibili con l'analoga offerta sulla linea della val Pusteria) sia in funzione dei tempi di salita/discesa (es. presenza di molti sciatori con attrezzatura al seguito).

È necessario precisare che tutte queste considerazioni valgono in via preliminare e sono state studiate con riferimento all'attuale orario della linea della val Pusteria; in futuro sarà necessario approfondire le interferenze con l'esercizio su tale linea ferroviaria e la compatibilità con la potenzialità della stazione di Brunico.

Pertanto le ipotesi di programma di esercizio possono ritenersi compatibili con la potenzialità della linea ferroviaria, ottenendosi un impegno giornaliero teorico massimo pari a circa il 50%.

3.4. Domanda di trasporto

Sulla base delle informazioni raccolte nei primi capitoli, è possibile fare alcune ipotesi sulla domanda di trasporto collegata al tracciato ferroviario studiato.

La prima considerazione riguarda l'attuale servizio di trasporto pubblico, effettuato con autobus: introducendo la ferrovia lungo l'itinerario principale Brunico – Casere verrebbero assorbite tutte le corse stradali lungo la valle, mentre rimarrebbero attive le corse di collegamento con le valli laterali.

Si ipotizza in prima istanza di attrarre il 90% dell'utenza attuale sull'itinerario principale, lasciando un margine del 10% di utenti che potrebbero non gradire il nuovo servizio per via della posizione delle stazioni rispetto a quella delle fermate autobus o per altri motivi (margine fisiologico). Il traffico passeggeri sarebbe quindi pari a minimo $8.228.692 \text{ p*km/anno} * 0,90 = 7.405.823 \text{ p*km/anno}$. Per considerare anche gli studenti e gli anziani che, come riportato nel capitolo specifico non sono stimabili per insufficienza di dati, si aggiunge un 15% del traffico appena stimato, pari a $1.110.873 \text{ p*km/anno}$.

Inoltre, la possibilità di collegare gli impianti funiviari e le principali installazioni museali consentirebbe di attrarre per una buona parte il flusso turistico associato ai servizi turistici speciali attualmente previsti e di attivare nuovi servizi per gli escursionisti e per gli sciatori. Si ipotizza di partire dal flusso dei servizi turistici attuali, pari a $100.000 \text{ passeggeri/anno}$, e di considerare una percorrenza media pari a 10 km, ottenendo un totale di $1.000.000 \text{ p*km/anno}$.

La seconda considerazione riguarda il trasporto privato: dai dati disponibili non è possibile estrarre un quadro definito sulle motivazioni degli spostamenti, pertanto si ipotizza che circa il 20% del numero di autovetture che transitano giornalmente alla chiusura del bacino d'utenza siano da associare a viaggi sistematici per lavoro e altro con destina-

ing, noon, late afternoon) the transit of 40 trains per day is expected (20 per direction).

From the calculations shown, periods of high tourist flow are excluded, for which it may be necessary to increase or recalibrate the offer both depending on extra valley connections (e.g. "snow trains" to make compatible with the similar offer on the Val Pusteria line) and depending on the ascent/descent time (e.g. presence of many skiers with equipment).

It must be specified that all these considerations apply at the outset and have been studied in relation to the current timetable of the val Pusteria line; in the future it will be necessary to investigate interferences with operation on this railway line and compatibility with the capacity of the station of Brunico.

Therefore, the operation programme hypothesis can be regarded as compatible with the capacity of the railway line, achieving a theoretical maximum daily commitment of approximately 50%.

3.4. Transport demand

On the basis of the information collected in the early chapters, some assumptions about the transport demand related to the railway route studied can be made.

The first consideration is the current public transport service with buses: introducing the railway along the main Brunico-Casere route all road trips along the valley would be absorbed while the connection trips with the side valleys would remain operational.

*In the first instance it is assumed to attract 90% of users on the main route, leaving a margin of 10% of users that may not appreciate the new service due to the location of the stations compared to that of bus stops or for other reasons (physiological margin). Passenger traffic would then be equal to a minimum of $8.228.692 \text{ p*km/year} * 0.90 = 7.405.823 \text{ p*km/year}$. To consider students and the elderly that, as reported in the specific chapter cannot be estimated due to insufficient data, 15% of traffic just estimated is added, equal to $1.110.873 \text{ p*km/year}$.*

*Furthermore, the possibility of connecting the cableway systems and the main museums would attract a good part of the tourist flow associated with the special tourist services currently provided and launch new services for hikers and skiers. It is suggested to start with the current tourist services flow, amounting to $100.000 \text{ passengers/year}$, and to consider an average distance of 10 km, resulting in a total of $1.000.000 \text{ p*km/year}$.*

The second consideration is private transport: from the available data it is not possible to extract a clear framework on the motivations of transfers, therefore it is assumed that about 20% of the number of cars that pass daily at the close of the catchment area are to be associated with systematic travel for work and other, with destinations in places easily reached also by train, hence related to traversable transfers on train.

OSSERVATORIO

zioni in luoghi facilmente raggiungibili anche con la ferrovia, quindi relativi a spostamenti traslabili sul treno.

Si ipotizza un coefficiente di occupazione dei veicoli pari a 1,5, ottenendo un flusso passeggeri pari a $14.157 \text{ v/g} * 0,20 * 1,5 \text{ p/v} * 365 \text{ g/anno} = 1.550.192 \text{ persone/anno}$; considerando una percorrenza media pari a 15 km (in analogia ai numeri del trasporto pubblico attuale), si ottiene un traffico pari a 23.252.880 p*km/anno.

La percorrenza media è stimata sulla base della situazione attuale; tale valore è quasi sicuramente in difetto in quanto un nuovo servizio di trasporto, ben integrato con la rete esistente, induce, grazie alle ottimizzazioni introdotte e se supportato da adeguate misure di tipo tariffario, un suo incremento.

Riassumendo in forma tabellare, si ha (tab. 8).

Semplificando molto, l'affluenza media giornaliera si aggira sulle 6.300 persone, cioè, considerando l'esercizio su 16 ore ma senza tenere conto del rinforzo del servizio nelle ore di punta, circa 390 ogni ora.

Considerando i treni ipotizzati come composizione standard:

- elettrotreno con capienza di circa 390 persone (160 sedute, 230 in piedi);
- automotrice con capienza di circa 214 persone (104 sedute, 110 in piedi).

e che le corse giornaliere sono 20 per le due direzioni, si ritiene che il materiale rotabile possa essere adeguato al servizio, eventualmente raddoppiando la composizione delle automotrici in alcuni momenti della giornata.

Merita un approfondimento successivo, invece, l'organizzazione del servizio invernale tra le piste da sci, perché il materiale rotabile deve essere adeguato internamente per offrire spazi di deposito per sci e scarponi, e il servizio estivo in presenza di biciclette, per i medesimi motivi di spazio.

Il servizio con "treni della neve" potrebbe essere studiato in accordo con i comprensori sciistici della val Pusteria interessati alla creazione di una rete di piste collegate dal treno, con integrazione tra i biglietti delle varie modalità di trasporto. Ad esempio, il servizio potrebbe unire le stazioni di Cadipietra e Costa di Tures con gli impianti di risalita che si attestano alle stazioni di Perca (esistente, comprensorio Plan de Corones di cui gli impianti di Monte Spico-Speikboden e Klausberg fanno già parte) e Versciaco (in costruzione, comprensorio Monte Elmo).

Questa stima assume ovviamente carattere ipotetico, in quanto per comprendere bene la composizione del traffico passeggeri sono necessari studi più approfonditi, basati sui dati reali del

*An occupation factor of vehicles of 1.5 is assumed, resulting in a passenger flow of $14.157 \text{ t/d} * 0.20 * 1.5 \text{ p/v} * 365 \text{ d/year} = 1.550.192 \text{ people/year}$; considering an average distance of 15 km (in analogy to the numbers of current public transport), results in traffic equal to 23.252.880 p*km/year.*

The average distance is estimated on the basis of the current situation; this value almost certainly falls short as a new transport service, well-integrated with the existing network, induces its increase, thanks to optimisations introduced and if supported by adequate tariff type measures.

To summarise in a table we have (tab. 8).

Simplifying a lot, the average daily flow is around 6.300 people, that is, considering operation over 16 hours without taking into account service intensification during peak hours, about 390 per hour.

Considering trains hypothesised as standard composition:

- *electric train with a capacity of about 390 people (160 seated, 230 standing);*
- *railcar with capacity of about 214 people (104 seated, 110 standing).*

and that the daily trips are 20 for the two directions, it is believed that the rolling stock may be suitable for the service, possibly doubling the composition of railcars at certain times of the day.

The organisation of the winter service between the ski slopes however deserves attention later because the rolling stock must be adjusted internally to provide storage space for skis and boots, and the summer service in the presence of bicycles, for the same reasons of space.

Service with "snow trains" could be studied according to the Val Pusteria ski resorts interested in creating a net-

TABELLA 8 - TABLE 8

STIMA DELLA DOMANDA DI TRASPORTO ESTIMATED DEMAND FOR TRANSPORT

Tipologia Type	Presenze [p/anno] Presences [p/year]	Percorrenza media Average distance [km]	Flusso [p*km/anno] Flow [p*km/year]
90% del trasporto pubblico attuale 90% of current public transport	593.666	12,5	7.405.823
Studenti e anziani Students and the elderly	89.050	12,5	1.110.873
Servizi turistici Tourist services	100.000	10,0	1.000.000
20% del trasporto privato attuale 20% of current private transport	1.550.192	15,0	23.252.880
TOTALI TOTAL	2.332.908	14,0	32.769.576

OSSERVATORIO

trasporto pubblico e su opportune indagini dirette relative alle destinazioni e ai motivi degli spostamenti di tipo privato.

A titolo di confronto, la linea ferroviaria della val Venosta, con un servizio di due treni all'ora per direzione, nell'anno 2008 ha trasportato 2.200.000 persone [10].

3.5. Costi di costruzione

Nei capitoli precedenti è stato possibile analizzare la soluzione dal punto di vista tecnico; per giungere però ad una valutazione globale dell'intervento proposto è necessario effettuare un'analisi economica.

A tale scopo ci si deve affidare a stime sui costi unitari di costruzione dell'infrastruttura ferroviaria ottenute dall'elaborazione degli investimenti per la realizzazione di linee ora in esercizio.

Nella tabella specifica per il calcolo dei costi di costruzione si fa riferimento a costi unitari medi attualizzati desunti dalla letteratura e/o dall'analisi di progetti analoghi già realizzati. Dalla stima dei costi sono esclusi, perché al momento non definibili, gli oneri per la risoluzione delle interferenze, per la bonifica dagli ordigni esplosivi, i costi delle eventuali opere di protezione dal rumore, per l'eventuale sistemazione a deposito del materiale di scavo non riutilizzabile, per l'eventuale approvvigionamento idrico sostitutivo, per eventuali infrastrutture legate ai cantieri delle opere, per eventuali opere di compensazione ambientale e per gli oneri della sicurezza.

Nella tabella 9 si riporta il dettaglio della linea con i costi parametrici applicati (rivisti in base a [4], [7] [costi aggiornati al 2005], [8] [9] e [11]).

La rivalutazione dei costi, effettuata per attualizzare l'importo totale delle opere, è stata altresì integrata di un'aliquota a compenso del basso costo parametrico di alcune opere d'arte, per gli oneri di esproprio/occupazione e per tenere conto di un assetto geologico poco favorevole. Infatti, in base all'esperienza alcuni costi unitari parametrici appaiono leggermente sottostimati, anche se per il livello progettuale che si sta considerando, con opportune riflessioni, possono fornire un'indicazione dell'ordine di grandezza dell'investimento.

A titolo di confronto, per la riattivazione della linea ferroviaria della val Venosta il piano finanziario dell'anno 2001 prevedeva un costo relativo all'infrastruttura ferroviaria pari a €72,3 milioni (€1,21 milioni/km) e un costo per il materiale rotabile pari a €15,5 milioni, per un totale di €87,8 milioni. Tuttavia, la sede ferroviaria, gran parte delle opere d'arte nonché i fabbricati di stazione erano già presenti e riutilizzabili anche se con i necessari interventi di adeguamento [11].

3.5.1. Alternativa 1: Ferrovia con trazione elettrica e nuovi elettrotreni

Si considera quindi la realizzazione di una linea ferroviaria dotata di linea di contatto e installazioni elettriche relative, nonché l'acquisto di n. 6 elettrotreni.

work of ski-slopes connected by train, with integration of the various transport modes tickets. For example, the service could link the stations of Cadipietra and Costa di Tures with the ski lifts which terminate at the station of Perca (existing, the Plan de Corones district that the Monte Spico-Speikboden and Klausberg ski-lifts are already part of) and Versciaco (under construction, Monte Elmo district).

This estimate is obviously hypothetical, because in order to understand the composition of passenger traffic further in-depth studies are necessary, based on real public transport data and on appropriate direct investigations relating to destinations and private type transfer reasons.

By way of comparison, the Val Venosta railway line, with a service of two trains per hour per direction, transported 2.200.000 people in 2008 [10].

3.5. Construction costs

In previous chapters, it was possible to analyse the solution from a technical standpoint; but in order to reach an overall assessment of the proposed intervention it is necessary to carry out an economic analysis.

To do so we must rely on railway construction unit costs obtained from processing of the investments for the construction of lines now in operation.

In the specific calculation table of the construction costs reference is made to discounted average unit costs inferred from literature and/or from the analysis of similar projects already completed. The estimated costs exclude charges for the resolution of interferences, as they cannot be defined at the moment, the clearing of explosive devices, the cost of any noise protection works, for any accommodation deposit of not reusable excavated material, for the eventual replacement water supply, for any infrastructures related to the work sites, for any works of environmental compensation and safety expenses.

The table below (tab. 9) show the breakdown of the line with parametric costs applied (revised according to [4], [7] [costs updated to 2005]), [8], [9] and [11].

The revaluation of costs, made to discount the total amount of the works, has been integrated with a rate to compensate the low parametric cost of some works of art, for expropriation/ occupation charges and to account for an unfavourable geological structure. Indeed, based on experience, some unit parametric costs appear slightly underestimated, although for the design level that is being considered, with appropriate reflections, they can provide an indication of the magnitude of the investment.

By comparison, for the reactivation of the Val Venosta railway line the financial plan for the year 2001 included a charge related to the railway infrastructure of 72.3 million € (€1.21 million/km) and a cost for rolling stock of 15.5 million €, for a total of 87.8 million €. However, the railway location, most of the works of art as well as the station buildings were already present and reusable although with the necessary adaptation measures [11].

OSSERVATORIO

TABELLA 9 - TABLE 9

STIMA DEL COSTO DI COSTRUZIONE DELL'ALTERNATIVA 1
ESTIMATED CONSTRUCTION COST OF OPTION 1

ALTERNATIVA 1 - OPTION 1				
Descrizione - Description	u.m. u.m.	Quantità Quantity	Costo unitario Unit cost [€]	Costo totale Total cost [€]
INFRASTRUTTURA FERROVIARIA - RAILWAY INFRASTRUCTURE				
Corpo stradale - Track bed				
Rilevati e trincee - Embankments and cuttings	km	27,5	2.000.000	55.000.000
Parziale - Partial				55.000.000
Opere d'arte - Artwork				
Ponte in acciaio-cla con spalle - Steel-bridge concrete with abutments	m	150	30.000	4.500.000
Gallerie, cunicolo, imbocchi - Galleries, culvert, mouths	km	19,5	15.000.000	292.500.000
Sottovia scatolare - Box-shaped underpass	cad	13	120.000	1.560.000
Muri di sostegno - Retaining walls	km	9,2	1.400.000	12.880.000
Parziale - Partial				311.440.000
Armamento - Permanent way				
Rotaie e lavorazioni - Rails and making	km	45,8	500.000	22.900.000
Ballast - Ballast	km	45,8	80.000	3.664.000
Deviatoi - Turnouts	cad	43	77.000	3.311.000
Parziale - Partial				29.875.000
Impianti tecnologici - Technological systems				
Linee primarie aeree - Main power lines	km	15,0	130.000	1.950.000
Linea di contatto - Contact line	km	45,8	82.500	3.778.500
SSE 20 kV/3 kV - ESS 20 kV/3 kV	cad	1	1.600.000	1.600.000
LFM fermata superficiale - LMP at grade stop	m²	9.000	70	630.000
LFM fermata sotterranea - LMP underground stop	m²	2.700	200	540.000
RED - RED	cad	43	26.000	1.118.000
Segnalamento - BAB - Signalling - ABS	km	45,8	75.000	3.435.000
SCC/CTC - CCS/CTC	km	45,8	40.000	1.832.000
Terra-treno - Ground-train	km	45,8	65.000	2.977.000
Impianti meccanici stazione sotterranea Underground station mechanical systems	m²	2.700	650	1.755.000
Impianti di sicurezza gallerie singola canna Single-hole gallery safety systems	km	7,6	3.000.000	22.800.000
Parziale - Partial				42.415.500
SOMMA - SUM				438.730.500
Rivalutazione 2005-2014 e adeguamento 2005-2014 revaluation and adjustment	%	25		109.682.625
TOTALE - TOTAL				548.413.125
MATERIALE ROTABILE				
Elettrotreni (ipotesi 6 treni a 4 casse tipo Flirt, 2,6 MW) Electric trains (hypothesis 6 trains with 4 carbodies Flirt type, 2,6 MW)	cad	6	7.200.000	43.200.000
TOTALE - TOTAL				43.200.000
IMPORTO COMPLESSIVO - TOTAL AMOUNT				591.613.125

OSSERVATORIO

Complessivamente, l'intervento proposto ha un costo di costruzione di circa € 550 milioni che, con una lunghezza di progetto di 43,4 km, determina un costo medio per chilometro di circa € 13 milioni.

A tale importo si aggiunge quello per l'acquisto degli elettrotreni necessari al servizio, determinato in base alla recente fornitura Stadler per la SAD [13].

Pertanto, l'importo complessivo relativo all'alternativa 1 è pari a circa € 590 milioni.

3.5.2. Alternativa 2: Ferrovia con trazione termica e automotrici della linea della val Venosta

Si considera quindi la realizzazione di una linea ferroviaria senza linea di contatto e installazioni elettriche relative e la messa a disposizione del materiale rotabile a trazione termica della linea della val Venosta.

Complessivamente, l'intervento proposto nell'alternativa 2 ha un costo di costruzione di circa € 540 milioni che, con una lunghezza di progetto di 43,4 km, determina un costo medio per chilometro di circa € 12,5 milioni. Il materiale rotabile sarebbe già disponibile.

Rispetto all'alternativa 1, si riduce l'impegno finanziario del 10% circa, ma con l'aggravio di verifica della ventilazione delle fermate o stazioni sotterranee per la presenza dei fumi di scarico delle automotrici.

3.5.3. Suddivisione in lotti funzionali

Data l'esigua differenza del costo dell'infrastruttura ferroviaria tra le alternative 1 e 2 (che, con le premesse sopra riportate, potrebbe essere comunque maggiore), si esegue la suddivisione in lotti funzionali per la sola alternativa 1. Si omette per brevità il dettaglio tabellare.

Il costo di costruzione dell'infrastruttura ferroviaria dei vari lotti funzionali è proporzionale alle difficoltà orografiche incontrate. In sintesi i costi di costruzione dei vari lotti funzionali:

- *Lotto 1:* Brunico – Campo Tures, lunghezza 15,1 km, costo di costruzione di circa € 80 milioni, costo medio per chilometro di circa € 5 milioni;
- *Lotto 2:* Campo Tures – Cadipietra, lunghezza 11,9 km, costo di costruzione di circa € 145 milioni, costo medio per chilometro di circa € 12 milioni;
- *Lotto 3:* Cadipietra – Casere, lunghezza 16,4 km, costo di costruzione di circa € 325 milioni, costo medio per chilometro di circa € 20 milioni.

Dai numeri estratti si può quindi affermare che la spesa da affrontare è da mettere in relazione anche ai benefici ottenibili che, in prima approssimazione, potrebbero essere molto interessanti per i primi due lotti, essendo l'ultimo caratterizzato da numerose e onerose opere d'arte.

3.5.1. Option 1: Railway with electric traction and new electric trains

The construction of a railway line with a contact line and related electrical installations is therefore considered, as well as the purchase of n° 6 electric trains.

Overall, the proposed project has a construction cost of approximately € 550 million that, with a project length of 43.4 km results in an average cost per kilometre of about € 13 million.

This amount is to be added to that for the purchase of electric trains needed for the service, determined according to the recent Stadler supply for SAD [13].

Therefore, the total amount relating to option 1 is approximately € 590 million.

3.5.2. Option 2: Railway with thermal traction and Val Venosta line railcars

The construction of a railway line without a contact line and related electrical installations and the provision of rolling stock with thermal traction of the Val Venosta line is therefore considered.

Overall, the proposed intervention in option 2 has a construction cost of approximately € 540 million that, with a project length of 43.4 km results in an average cost per kilometre of about € 12.5 million. The rolling stock is already available.

Compared to option 1, the financial commitment is reduced by about 10%, but with the burden of verification of the ventilation of stops or underground stations for the presence of exhaust fumes of railcars.

3.5.3. Partition in functional lots

Given the small difference in the cost of rail infrastructure between options 1 and 2 (which, with the premises above, may still be higher), the partition in functional lots is performed for option 1 only. For brevity the detail table is omitted.

The construction cost of the railway infrastructure of the different functional lots is proportional to the orographic difficulties encountered. Below is the summary of the construction costs of the various functional lots:

- *Lot 1: Brunico-Campo Tures, length 15.1 km, construction cost of approximately € 80 million, average cost per kilometre of about € 5 million;*
- *Lot 2: Campo Tures-Cadipietra, length 11.9 kilometres, construction cost of about € 145 million, average cost per kilometre of around € 12 million;*
- *Lot 3: Cadipietra-Casere, length 16.4 kilometres, construction cost of about € 325 million, average cost per kilometre of around € 20 million.*

From the numbers retrieved it may be concluded that

OSSERVATORIO

Come ulteriore ipotesi, si potrebbe pensare di suddividere il lotto 2 in due parti, in modo da frazionare ulteriormente l'impegno finanziario e ottenere benefici via via crescenti.

Il lotto 2a potrebbe essere il Campo Tures – Lutago, che consentirebbe di collegare l'impianto di risalita "Monte Spico – Speikboden" e il nodo di Lutago alla rete di trasporto valliva. Esso, di lunghezza 5,2 km, avrebbe un costo di costruzione di circa €68 milioni, con un costo medio unitario pari a circa €13 milioni.

Il lotto 2b da Lutago a Cadipietra consentirebbe in un secondo momento di collegare anche l'impianto di risalita "Klausberg" e la sede comunale alla rete ferroviaria. Esso, di lunghezza 6,7 km, avrebbe un costo di costruzione di circa €77 milioni, con un costo medio unitario pari a circa €11 milioni.

Come si nota, la conformazione orografica e abitativa nonché la diffusione delle attrattive turistiche delle valli di Tures e Aurina consentono un frazionamento dell'intervento a seconda dei benefici che si desidera ottenere e alle risorse economiche al momento disponibili, pertanto quanto sopra descritto può essere esteso anche ad altre tratte.

4. Conclusioni

L'analisi del territorio e delle attuali modalità di trasporto ha permesso di contestualizzare una proposta di infrastruttura ferroviaria valliva tra Brunico e la valle Aurina, opportunamente connessa con i servizi su gomma per le valli laterali e le funivie esistenti, in modo da velocizzare le percorrenze e massimizzare i vantaggi conseguibili dall'introduzione di tale nuovo sistema di trasporto.

Le positive esperienze maturate in questi anni in Alto Adige dal trasporto pubblico su ferrovia – sia con riferimento al trasporto pendolare che turistico – hanno fornito poi numerosi spunti per arricchire il progetto della ferrovia delle valli di Tures e Aurina e per renderlo idoneo a far parte della rete provinciale.

Il fatto poi che parte del territorio ospitasse già in passato una linea ferroviaria è un elemento positivo, sia per la presenza di idonee condizioni plano-altimetriche, sia per la presunta accettabilità di un tale servizio pubblico (o almeno la propensione all'accettabilità).

Il progetto della linea ferroviaria Brunico – Casere è stato sviluppato nel dettaglio, sia dal punto di vista della sede ferroviaria che del programma di esercizio, valutando infine la possibile domanda di trasporto e i costi di costruzione.

Si è visto che il bacino di utenza potrebbe essere ampliato grazie ai servizi turistici e alla favorevole dislocazione dei punti di interesse, nonché dalla connessione con la rete della val Pusteria. La riduzione dei tempi di percorrenza rispetto all'autobus andrebbe a vantaggio di tutto ciò, così come la maggior offerta di posti e la ridu-

the expenditure to be addressed is to be related to the benefits that can be obtained that, in a first approximation, could be very interesting for the first two lots, being the last characterised by numerous and expensive works of art.

As a further hypothesis, we would think of subdividing lot 2 in two parts, in order to further divide the financial commitment and obtain gradually increasing benefits.

Lot 2a could be Campo Tures-Lutago, which would allow connecting the "Monte Spico-Speikboden" ski-lift and the Lutago node to the valley transport network.

With a length of 5.2 km, it would have a construction cost of approximately €68 million, with an average cost of around €13 million.

Lot 2b from Lutago to Cadipietra would later also connect the "Klausberg" ski-lift and the municipal seat to the railway network.

With a length of 6.7 km, it would have a construction cost of approximately €77 million, with an average cost of around €11 million.

As can be seen, the orographic and housing conformation, as well as the diffusion of the tourist attractions of the valleys of Tures and Aurina allow splitting the intervention according to the benefits to be obtained and the economic resources currently available, hence the above may also be extended to other routes.

4. Conclusions

The analysis of the territory and of the current transport modes has allowed to contextualise a proposed valley railway infrastructure between Brunico and the Aurina valley, conveniently connected with road-based services for the side valleys and existing cableways, in order to speed up routes and maximise the achievable benefits with the introduction of this new transport system.

The positive experience gained over the years in South Tyrol by public transport by rail – both with reference to commuter and tourist transport – have provided many opportunities to enrich the railway project of the Aurina and Tures valleys and to make it suitable to be part of the provincial network.

The fact that part of the territory already hosted in the past a railway line is a positive element, both for the presence of suitable plano-altimetric conditions, and for the alleged acceptability of such a public service (or at least the propensity for acceptability).

The Brunico-Casere railway line project has been developed in detail, both from the point of view of the railway location and the operation programme, ultimately evaluating the possible transport demand and construction costs.

It was observed that the catchment area could be expanded thanks to tourist services and the favourable loca-

OSSERVATORIO

zione di emissioni di gas di scarico in atmosfera grazie alla trazione elettrica.

Dal punto di vista dei costi, se valutati nella loro interezza, l'investimento infrastrutturale appare sicuramente impegnativo, anche se non fuori luogo data la presenza di numerose gallerie che portano ad un costo parametrico molto elevato, mentre per il materiale rotabile potrebbe essere possibile un risparmio recuperando le automotrici della linea della val Venosta una volta eseguita la sua prevista elettrificazione.

Tuttavia il tracciato si presta anche ad una interessante suddivisione in tre lotti funzionali, legati all'orografia ma anche ai punti di interesse collegabili, che consente di suddividere anche l'impegno finanziario richiesto e di renderlo più compatibile con i bilanci di previsione quinquennali.

Infatti, il tratto da Brunico a Campo Tures (15,1 km) potrebbe essere realizzato in tempi rapidi vista la favorevole situazione orografica e al fatto che già adesso Campo Tures è un nodo di scambio modale. I centri abitati più grandi e situati nella zona suburbana del capoluogo comprensoriale verrebbero così comodamente collegati alla stazione di Brunico (e alla zona scolastica) nonché all'importante ospedale mediante l'esistente nuova fermata. Inoltre, la borgata di Campo Tures fungerebbe da polo di smistamento del flusso passeggeri verso le valli afferenti e beneficerebbe di un'accessibilità turistica sicuramente apprezzabile.

Un secondo lotto potrebbe essere quello tra Campo Tures e Cadipietra (11,9 km). Esso è caratterizzato da svariate opere civili, tra le quali prevalgono le gallerie e una fermata sotterranea, tuttavia consentirebbe di "mettere in rete" il polo scolastico di San Giovanni, il museo minerario di Cadipietra ma soprattutto i due impianti di risalita di "Monte Spico – Speikboden" e "Klausberg", ottenendo un ulteriore elemento di attrazione turistica sia per la stagione invernale che per quella estiva. Il secondo lotto potrebbe essere ulteriormente suddiviso in due parti, per frazionare l'investimento e collegare in tempi diversi i due impianti di risalita.

L'ultimo lotto sarebbe il collegamento tra Cadipietra e Casere (16,4 km) che, con l'impegno di alcune lunghe gallerie e un notevole dislivello, consentirebbe di collegare anche gli altri centri abitati lungo la valle e terminare al centro visite del parco naturale da dove partono numerosi itinerari escursionistici, tra cui uno diretto al sito museale delle miniere di Predoi.

Con il presente studio si è cercato di offrire un'analisi del sistema di trasporto pubblico nelle valli di Tures e Aurina e una possibile alternativa ferroviaria per offrire vantaggi e nuove opportunità sia per i residenti che per i turisti, rendendo omaggio ad una delle più belle zone montane delle Alpi.

tion of points of interest, as well as the connection with the Val Pusteria network. The reduction in travel time with respect to the bus would be to the advantage of this, as well as a broader offer of places and the reduction of exhaust gases emissions in the atmosphere resulting from electric traction.

From the point of view of costs, if evaluated in their entirety, the infrastructure investment definitely appears challenging, though inappropriate due to the presence of numerous tunnels that lead to a very high parametric cost, while for rolling stock there would be a possibility savings recovering railcars of the Val Venosta line once the planned electrification is completed.

However the layout lends itself to an interesting division into three functional lots, related to the orography but also to points of interest that can be connected, which allows splitting the financial commitment required and also making it more compatible with the five-year budget estimate.

In fact, the stretch from Brunico to Campo Tures (15.1 km) could be achieved in a short time given the favourable orographic situation and the fact that Campo Tures is already a modal hub. The largest towns located in the suburban area of the chief district town would be comfortably connected to the station of Brunico (and the school campus area) as well as the important hospital through the existing new stop. Furthermore, the village of Campo Tures would act as a passenger flow switching pole towards the related valleys and would benefit of certainly appreciable tourist accessibility.

A second lot could be between Campo Tures and Cadipietra (11.9 km). It is characterised by various civil works, among which galleries and underground stops prevail, however it would allow "networking" the school campus of San Giovanni, the mine museum of Cadipietra but above all two ski lifts of "Monte Spico-Speikboden" and "Klausberg", gaining a further tourist attraction for both the winter and the summer. The second lot could be further divided into two parts, to divide the investment and connect the two ski-lifts at various times.

The last lot would be the link between Cadipietra and Casere (16.4 km) that, with the involvement of some long tunnels and a considerable difference in height, would allow connecting the other towns also along the valley and end at the visitor centre of the natural park where many hiking trails start, including one heading towards the museum of the mines of Predoi.

With this study we tried to offer an analysis of the public transportation system in the Tures and Aurina valleys and a possible train alternative to offer benefits and new opportunities for both residents and tourists, paying homage to one of the most beautiful mountain regions in the Alps.

OSSERVATORIO

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

Per la redazione del presente studio sono stati consultati alcuni documenti e alcuni siti web specialistici. Il tutto è stato completato da integrazioni dell'autore derivate dall'esperienza maturata fino ad oggi in progettazioni ferroviarie e stradali. L'autore si scusa per eventuali mancanze nell'elenco seguente.

Reference was made to some documents and some specialist websites for the drafting of this study. Everything was completed by additions of the author derived from the experience in rail and road projects gained to date. The author apologises for any omissions in the following list.

Normativa ferroviaria - Railway standards

- [1] RFI, "Prefazione Generale all'Orario di Servizio" (PGOS), 2010.
- [2] RFI, Istruzione Tecnica RFI TCAR IT AR 01 001 A del 25.07.2006 "Norme tecniche per la progettazione dei tracciati ferroviari"
- [3] RFI, "Fascicolo Linea n. 44", aggiornamento luglio 2013.
- [4] RFI, "Manuale di progettazione - Valutazione tecnico-economica dei progetti preliminari", cod. RFI DINIC MA OC 00 003 A edizione dicembre 2003.
- [5] D.P.R. n. 753 del 11 luglio 1980, "Nuove norme in materia di polizia, sicurezza e regolarità dell'esercizio delle ferrovie e di altri servizi di trasporto".

Letteratura - Literature

- [6] "Die fast in Vergessenheit geratene Tauferer Bahn (Lokalbahn Bruneck-Sand)", eine Abschlussarbeit von Manfred Feichter, Klasse 5D Prog., Deutschsprachige Handelsoberschule Bruneck, Schuljahr 2006/07.
- [7] POLICICCHIO Franco, "Lineamenti di infrastrutture ferroviarie", Firenze, Firenze University Press, 2007.
- [8] CIRILLO BRUNO, COMASTRI PAOLO, GUIDA PIER LUIGI, VENTIMIGLIA ANTONIO, "L'alta velocità ferroviaria", Roma, CIFI, 2009.
- [9] LICHTBERGER Bernhard, "Manuale del binario", Hamburg, DVV Media Group Eurail Press, 2010.
- [10] MORODER Helmut, "La ferrovia della val Venosta: un modello di successo del trasporto locale per pendolari e turisti", 2009.
- [11] Provincia Autonoma di Bolzano, Delibera del 08.01.2001, Lavori per il ripristino dell'esercizio sulla ferrovia della val Venosta – Piano finanziario e programma temporale.

Pagine web - Web pages

- [12] Nuovo Geobrowser della Provincia Autonoma di Bolzano, www.provincia.bz.it/geobrowser, settembre 2013.
- [13] Provincia Autonoma di Bolzano, Ufficio Stampa, www.provincia.bz.it/news, agosto 2014.
- [14] Istituto Nazionale di Statistica – ISTAT, www.istat.it, settembre 2011.
- [15] Istituto Provinciale di Statistica della Provincia Autonoma di Bolzano – ASTAT, www.astat.it, agosto 2014.
- [16] www.taufrabahn.com
- [17] www.tures-aurina.com
- [18] SAD Trasporto Locale Alto Adige, www.sad.it, agosto 2014.
- [19] www.stadlerrail.com/it/

ALTA PRESTAZIONE | PRECISIONE | AFFIDABILITÀ

Plasser Italiana

APT 1500 RL

Grazie al software di comando e controllo certificato, l'APT 1500 RL può allineare automaticamente sia il piano di rotolamento, che il bordo di scorrimento della rotaia, fissando nuovi standard qualitativi in accordo con la norma EN14587-2. Ridotti tempi di preparazione al lavoro e saldatura di regolazione integrata garantiscono l'economicità di utilizzo. APT 1500 RL, l'avanguardia sul binario.





CAMPAGNA STRAORDINARIA DI ABBONAMENTO ALLE RIVISTE

INGEGNERIA FERROVIARIA E LA TECNICA PROFESSIONALE

A tutti coloro che sottoscriveranno un nuovo abbonamento che pervenga al CIFI entro il 20 gennaio 2015, verrà praticato un costo per il 2015 (un anno, 11 numeri)

per Ingegneria Ferroviaria	di € 50,00 (cinquanta/00) anziché € 80,00
per La Tecnica Professionale	di € 30,00 (trenta/00) anziché € 35,00

Gli interessati sono pregati, per consentire al CIFI di ricevere tempestivamente la sottoscrizione dell'abbonamento e inserire il nominativo nella lista di distribuzione già per il numero di gennaio, di utilizzare preferibilmente il pagamento on-line (www.cifishop.it), **trasmettendo successivamente al CIFI copia dell'avviso di avvenuto pagamento, bonifico o ricevuta del versamento postale, entro la suddetta data del 20 gennaio 2015, accompagnandolo dai seguenti dati:**

Cognome e Nome

Indirizzo dove si desidera ricevere la Rivista

Rivista per la quale si desidera sottoscrivere l'abbonamento

Telefono (fisso e cellulare)

e-mail

Naturalmente restano valide le condizioni già in atto per i Soci del CIFI e i dipendenti delle Società FS e del Ministero

Coordinate per l'effettuazione dei pagamenti

- pagamento on line collegandosi al sito www.cifishop.it
- c.c.p. n. 31569007 intestato al Cifi – V. Giolitti, 48 – 00185 Roma
- bonifico bancario sul conto intestato al CIFI UNICREDIT BANCA – Ag. ROMA ORLANDO, Via Vittorio Emanuele Orlando, 70 – 00185 Roma IBAN: IT 29 U 02008 05203 000101180047 Codice BIC SWIFT: UNCRITM1704
- tramite CARTA BANCOMAT presso la Sede Centrale del Collegio

Contatti ai quali inviare i dati relativi all'abbonamento sottoscritto

per Ingegneria Ferroviaria: Sig.ra SILVI - redazioneif@cifi.it (tel. 06.4827116 – Fax 06.4742987)

per La Tecnica Professionale: Sig.ra MANNA - redazionetp@cifi.it (tel. 06.4742986 – FS 970.67819 – Fax 06.4742987)