



**CONSULTORÍA EN SEGURIDAD VIAL PARA APOYAR EN LA PREPARACIÓN  
DEL PROYECTO DE LA SEGUNDA ETAPA DE AMPLIACIÓN DE CAPACIDAD  
Y MEJORAS DE SEGURIDAD EN LOS ACCESOS AL PASO CRISTO  
REDENTOR**

**Entregables 1 y 2**

**Consultor: Ing. Juan Emilio Rodríguez Perrotat**

## Contenido

<b>1</b>	<b>Síntesis ejecutiva .....</b>	<b>4</b>
1.1	Objeto de la Consultoría .....	4
1.2	Actividades previstas .....	4
1.3	Avances registrados.....	4
<b>2</b>	<b>Antecedentes.....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Objetivo(s) de la Consultoría .....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Actividades Principales.....</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>Informes / Entregables.....</b>	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>Metodología de trabajo .....</b>	<b>7</b>
<b>7</b>	<b>Parte 1: Información el proyecto .....</b>	<b>8</b>
7.1	Volumen de transito actual .....	8
7.2	Siniestros viales en el corredor.....	9
7.3	Situación actual de los Túneles Cristo Redentor .....	12
7.4	Normas y documento de referencia considerados .....	14
<b>8</b>	<b>Parte 2: Ampliación túnel Caracoles y Cristo Redentor .....</b>	<b>19</b>
8.1	Información técnica de la obra bajo análisis .....	19
8.2	Accesos y portales .....	19
8.3	Ampliación del túnel caracoles.....	22
8.4	Trazado .....	22
8.5	Sección Funcional para el Túnel Caracoles ampliado.....	23
8.6	Galerías de interconexión.....	25
8.7	Trazado de las galerías.....	27
8.8	Sección Funcional de las galerías.....	27
8.9	Equipamientos de Seguridad .....	30
8.10	Análisis del Proyecto.....	31
8.10.1	Cumplimiento de recomendaciones internacionales .....	31
8.10.2	Portales.....	32
8.10.3	Trazado horizontal del portal Argentino del túnel Caracoles ampliado .....	33
8.11	Parámetros para evaluación económica .....	34
8.11.1	Indicadores .....	34
8.11.2	Análisis de mejoras para la seguridad vial desde el punto de vista económico .....	35

<b>9</b>	<b>Parte 3: Análisis del corredor de la Ruta Nacional 7 variante Palmira/Tramo RN 40 – Límite con Chile.....</b>	<b>36</b>
9.1	Situación actual .....	36
9.2	Mejoras propuestas.....	37
9.3	Descripción de las principales obras .....	38
9.3.1	Variante La Soberanía .....	38
9.3.2	Variante Uspallata .....	40
9.3.3	Repavimentación: Tramo Uspallata(km1148.92) – Punta de Vacas(1204.86) .....	40
9.3.4	Construcción de ciclovía y pasarelas peatonales en Pte A° Uspallata .....	41
9.3.5	Problemas aluvionales de Quebrada seca .....	42
9.3.6	Protección caída de rocas .....	42
9.3.7	Muro de contención km 1195 -Cerro amarillo.....	43
9.3.8	Rectificación curva km 1200.5 .....	43
9.3.9	Refuerzo y reconstrucción veredas de puentes Rio Mendoza, Rio Vacas y Rio Horcones .....	43
9.3.10	Dársena para control de Gendarmería e ingreso a báscula DNV– km 1203.....	43
9.3.11	Repavimentación: Tramo Punta de Vacas(km 1204.86) – Las Cuevas(km1235) .....	43
9.3.12	Ensanche Pte A° Santa María km1212.8 .....	44
9.3.13	Prolongación cobertizo Penitentes km 1213.2 .....	44
9.3.14	Reconstrucción y ensanche Pte A° Los Puquios km 1216 .....	44
9.3.15	Acceso seguro a puente del Inca km 1218 .....	44
9.3.16	Acceso a Parque Aconcagua- rectificación de curva km1223.....	45
9.3.17	Iluminación túnel 14.....	45
9.3.18	Mejora de Cobertizo puesto de peaje y control Las Cuevas.....	46
9.3.19	Variante Uspallata .....	47
9.3.20	Repavimentación: Tramo Potrerillo(km1095) – Uspallata (km1148.92 .....	47
9.3.21	Dársenas para puesto de control Gendarmería km 1110.....	48
9.3.22	Rectificación curvas km1119, km 1134.5 y km1135.8 .....	48
9.3.23	Variante de Guido .....	49
9.3.24	Ruta segura Lujan de Cuyo – Potrerillos .....	49
9.4	Impacto de las mejoras y valoración económica .....	50
9.4.1	Valoración de la Vida.....	50
9.4.2	Impacto de las mejoras .....	54
9.4.3	Estimación del impacto de las mejoras en el corredor .....	54
<b>10</b>	<b>Conclusiones y recomendaciones.....</b>	<b>62</b>
<b>11</b>	<b>Respaldo digital .....</b>	<b>63</b>

---

<b>12</b>	<b>Bibliografía y documentación de referencia .....</b>	<b>63</b>
<b>13</b>	<b>Anexo 1 .....</b>	<b>64</b>
<b>14</b>	<b>Anexo 2 .....</b>	<b>70</b>
<b>15</b>	<b>Anexo 3 .....</b>	<b>72</b>

## **1 Síntesis ejecutiva**

### ***1.1 Objeto de la Consultoría***

El objetivo de esta consultoría es apoyar al equipo del Banco en la preparación de la operación de mejoras operativas y de seguridad de los accesos al Paso del Cristo Redentor, mediante la identificación de los beneficios en términos de seguridad vial de las soluciones planteadas en las obras del proyecto, especialmente en la variante en la región de Mendoza y en los túneles Caracoles y Libertadores en la frontera con Chile.

### ***1.2 Actividades previstas***

La consultoría consiste en trabajos profesionales de revisión de la documentación del proyecto, inspección de seguridad vial a la zona de obras, asistencia al equipo de evaluación económica del proyecto, elaboración de una nota técnica sobre el mismo.

### ***1.3 Avances registrados***

En este informe se incluye lo relativo a los Entregables 1 y 2, compuestos de los indicadores de seguridad vial y metodología como insumos para la evaluación económica y la Inspección de Seguridad Vial con descripción de las medidas adoptadas y los costos y efectividad de las intervenciones.

## 2 Antecedentes

Establecido en 1959, el Banco Interamericano de Desarrollo (" BID " o " Banco") es la principal fuente de financiamiento para el desarrollo económico, social e institucional en América Latina y el Caribe. Proporciona préstamos, subvenciones, garantías, asesoramiento sobre políticas y asistencia técnica a los sectores público y privado de sus países prestatarios.

### El Paso Cristo Redentor (PCR)

Es el paso de vinculación entre Argentina y Chile que registra el mayor volumen de tránsito pesado con 40% de camiones (total de 797 camiones por día) y conecta la provincia de Mendoza, Argentina, con la V Región de Valparaíso en Chile. La carga transportada por el PCR alcanza 5,26 millones de toneladas y representa el 77% del total del comercio carretero por paso de frontera con Chile<sup>1</sup>. El 70% del volumen de carga que atraviesa el PCR es de origen argentino, 15% de origen chilena y 15% proviene de otros países del MERCOSUR, destacando el papel clave del PCR en la integración regional e internacional.

### Diagnóstico del problema

La transitabilidad en el Corredor SCR se ve afectada por frecuentes interrupciones causadas por el clima y la alta congestión sobre todo en pasos urbanos y los puestos fronterizos, afectando la eficiencia del transporte de carga y de pasajeros. Adicionalmente, se registra una importante cantidad de siniestros viales, con accidentes fatales y graves. Entre las principales causas que contribuyen a estos problemas se destacan: (i) el incremento de demanda y alta proporción de vehículos pesados; (ii) la excesiva cantidad de curvas peligrosas; (iii) el tráfico del corredor compite con tráfico de áreas urbanas en algunos tramos (iv) la falta de cobertizos para evitar las interrupciones causadas por desprendimiento de rocas y avalanchas; (v) el Túnel Libertadores cuenta con un solo carril por sentido sin galerías y el Túnel Caracoles, paralelo al Túnel Libertadores, data del año 1900 y solo mide cinco metros de ancho y no se encuentra operativo; (v) se presentan ondulaciones y deformaciones en las calzadas de los túneles y de tramos viales y (vi) hay debilidades en los procesos de control fronterizo.

### Intervenciones propuestas en el SCR

Para mitigar los problemas que afectan a la calidad del servicio de transporte en el corredor, las intervenciones planeadas por el lado argentino buscan la mejora de capacidad vial mediante la construcción de variantes, construcción de tercera trocha, diseño con criterio de rutas seguras con banquetas pavimentadas, rectificación de curvas peligrosas, ampliación y rectificación de los túneles.

## **3 Objetivo(s) de la Consultoría**

El objetivo de esta consultoría es apoyar al equipo del Banco en la preparación de la operación de mejoras operativas y de seguridad de los accesos al Paso del Cristo Redentor, mediante la identificación de los beneficios en términos de seguridad vial de las soluciones planteadas en las obras del proyecto, especialmente en la variante en la región de Mendoza y en los túneles Caracoles y Libertadores en la frontera con Chile.

## **4 Actividades Principales**

Para el logro de los objetivos, el consultor desarrollará al menos las siguientes tareas:

1. Revisión documental de los aspectos técnicos del proyecto, incluyendo los anteproyectos, diseños y criterios de ingeniería disponibles;
2. Recopilación y análisis de la información de seguridad vial disponible en fuentes secundarias, incluyendo las estadísticas de siniestros y fatalidades en los sitios de las obras del proyecto, flujos vehiculares y composición del tráfico, etc;
3. Proponer la metodología y generar los insumos técnicos para la evaluación económica e indicadores del programa vinculados con seguridad vial y operativa de las obras. El consultor en seguridad vial deberá coordinar con el consultor que realizará la evaluación económica para definir en conjunto las necesidades de información. Se espera que la metodología contribuya para establecer la atribución/correlación entre las medidas de seguridad vial en las obras y la reducción de accidentes.
4. Realizar una inspección de seguridad vial en los sitios y obras que están incluidos en el proyecto (especialmente la variante en Mendoza y los túneles) y una auditoría a los diseños de ingeniería existentes identificando los aspectos que contribuirán para disminuir la

probabilidad y severidad de siniestros viales, haciendo el vínculo con la metodología propuesta en el punto 3.

5. Apoyar en el desarrollo de un documento en formato de nota técnica sobre seguridad operativa y vial en túneles vehiculares, cuyo enfoque general deberá ser una combinación de investigación teórica sobre las mejores prácticas internacionales en la materia y su aplicación al caso de los túneles Libertadores y Caracoles. El documento deberá ser de una extensión no menor a 20 páginas y deberá ser autocontenido en su información, además de referenciar debidamente las fuentes de información consultadas.
6. Apoyar en la preparación de un documento resumen de la nota técnica, en formato de *blog post* para ser publicado en Moviliblog (<https://blogs.iadb.org/moviliblog/>)

## 5 Informes / Entregables

El producto de esta consultoría será un informe que resuma los resultados de las actividades realizadas, en el que se incluyan al menos los resultados siguientes:

- Entregable 1: Informe de indicadores de seguridad vial y metodología como insumos para la evaluación económica.
- Entregable 2: Informe de la Inspección de Seguridad Vial con descripción de las medidas adoptadas y los costos y efectividad de las intervenciones.
- Entregable 3: Documento técnico sobre seguridad vial y operativa en túneles vehiculares y *blog post* sobre el documento técnico.

## 6 Metodología de trabajo

Para la realización del trabajo encomendado se ha considerado realizar de manera simultánea los entregables 1 y 2 dada la correlación entre ellos.

Por otra parte, dado que se considera que el estudio económico se realizará tomando en cuenta todo el corredor de la Ruta Nacional 7 en el tramo que se inicia en la ciudad de Mendoza hasta el Límite con el vecino país de Chile. Esto se considera pertinente dado que el proyecto trata de mejorar las condiciones de operación y seguridad vial de todo el tramo mencionado, según puede observarse en la documentación aportada por la Dirección Nacional de Vialidad que se adjunta en formato digital como parte de los insumos para el trabajo encomendado.



En esta misma línea se destaca que se ha considerado para el análisis solo al tramo argentino del Corredor bioceánico.

De este modo se incluye una primera parte que presenta toda la información disponible y recabada en la visita técnica del consultor practicada en el mes de marzo pasado, una segunda describe y analiza las características de la situación actual y las obras sobre los túneles del Paso Cristo Redentor, una tercera parte presenta lo relativo al análisis de las mejoras del corredor sobre la Ruta Nacional 7 en el tramo ya mencionado y, finalmente en la parte cuatro se enuncian conclusiones y recomendaciones generales sobre el proyecto.

## **7 Parte 1: Información el proyecto**

Se presenta a continuación información relevante para el análisis del proyecto desde el punto de vista de la movilidad segura y su incidencia económica.

### **7.1 Volumen de transito actual**

El Cuerpo del Proyecto C.8 – Estudio de tránsito informa un tránsito considerado por SERMAN & ASOCIADOS S.A. Consultora y EPYPSA Estudios, Proyectos y Planificación S.A., en octubre de 2016 para el estudio “Sistema de Control de Gestión del Paso de Frontera Sistema Del Cristo Redentor”, la cual proporciona los datos de aforos en el Paso de Frontera provistos por la Aduana de Chile para el periodo 1996-2015, según se transcribe en el siguiente Cuadro:

Valores medios de vehículos/Días correspondientes al año 2015. Fuente: Serman y Epypsa.

SENTIDO DEL TRÁFICO	VEHÍCULOS PESADOS	VEHÍCULOS PARTICULARES	TOTAL
Argentina – Chile	417	577	994
Chile - Argentina	397	572	969
<b>Total</b>	<b>814</b>	<b>1.149</b>	<b>1.963</b>

Por otra parte se ha consultado la página web de la Dirección Nacional de Vialidad de la cual se ha obtenido la siguiente información para todo el Corredor bajo estudio, correspondiente al año 2016:

**Datos de tránsito en el Corredor Ruta Nacional Nro.7 - Paso Cristo Redentor**

Tramo	PK.Ini	PK.Fin	Longitud (km)	TMDA	Adicional	Tipo
GUAYMALLEN - B/N R.N.40 (P.SUP.)	1037.44	1040.31	2.87	91893	ver detalle	Permanente
B/N R.N.40 (P.SUP.) - A/N R.P.4	1040.31	1042.26	1.95	71600		Permanente
A/N R.P.4 - B/N R.P.10	1042.26	1045.16	2.9	74600		Cobertura
B/N R.P.10 - B/N R.P.2 (LUJÁN DE CUYO)	1045.16	1049.86	4.7	56400		Permanente
B/N R.P.2 (LUJÁN DE CUYO) - EMP.R.N.40 (F.SUP.)	1049.86	1054.34	4.48	23587		Permanente
EMP.R.N.40 (F.SUP.) - ACC.A DESTILERIA YPF	1054.34	1063.41	9.07	7650	ver detalle	Cobertura
ACC.A DESTILERIA YPF - ACC.A POTRERILLOS	1063.41	1095.42	32.01	5087	ver detalle	Permanente
ACC.A POTRERILLOS - USPALLATA	1095.42	1141.19	45.77	3400		Cobertura
USPALLATA - ACC.AL PUENTE DEL INCA (I)	1141.19	1218.7	77.51	3061	ver detalle	Permanente
ACC.AL PUENTE DEL INCA (I) - LAS CUEVAS	1218.7	1232.49	13.79	2850		Cobertura
LAS CUEVAS - LTE.C/CHILE (TUNEL INT.CRISTO REDENTOR)	1232.49	1236.86	4.37	2350		Cobertura

Fuente: DNV (<http://transito.vialidad.gob.ar>) con elaboración propia.

Finalmente en Anexo 1 se presenta información adicional obtenida en la mencionada fuente oficial digital.

## 7.2 Siniestros viales en el corredor

A partir de la visita técnica realizada en el mes de marzo de 2018 se pudo obtener el registro de siniestros viales para el corredor de la Ruta Nacional Nro. 7 en el tramo comprendido entre la ciudad de Mendoza y el Paso Cristo Redentor, límite con el vecino país de Chile.

El registro obtenido se adjunta en anexo digital, del cual se ha incorporado una síntesis en el Anexo 2 del presente documento y que puede sintetizarse en el siguiente cuadro:

**Análisis de siniestros viales en el Corredor Ruta Nacional Nro.7 - Paso Cristo Redentor**

Tramo	PK.Ini	PK.Fin	Año 2016					Año 2017				
			Cant. De siniestros	Fallecidos	Lesionados graves	Lesionados leves	Cant. De vehículos involucrados	Cant. De siniestros	Fallecidos	Lesionados graves	Lesionados leves	Cant. De vehículos involucrados
Guaymallén - Intersección R.N.40	1037.44	1054.34	1	1	0	0	1	55	1	0	3	106
Intersección R.N.40 - Potrerillos	1054.34	1095.42	22	1	2	22	35	27	2	0	18	38
Potrerillos - Uspallata	1095.42	1141.19	20	1	1	29	29	29	1	0	42	36
Uspallata - Las Cuevas	1141.19	1232.49	55	2	2	59	71	54	30	2	82	73
Las Cuevas - Lte.C/Chile (Túnel Cristo Redentor)	1232.49	1236.86	1	0	0	0	2	2	0	0	5	4
<b>Totales</b>			<b>98</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>110</b>	<b>137</b>	<b>112</b>	<b>33</b>	<b>2</b>	<b>147</b>	<b>151</b>

Fuente: DNV con elaboración propia










## Normativa argentina de pesos y dimensiones

Se presenta a continuación la normativa Argentina en relación a los pesos y dimensiones permitidas para los vehículos de carga que circulan legalmente en el país.

En este sentido se destaca que luego de mucho tiempo se actualizado recientemente la normativa con el Decreto 32/2018 promovido por el Ministerio d Transporte de la Nación aprobándose las siguientes configuraciones:

## Peso Bruto Total en Argentina

### Nuevas configuraciones - Decreto 32/18

N°	TIPO DE VEHÍCULO	CONFIGURACIÓN N° DE EJES	DIMENSIONES MÁXIMAS			PESO MÁXIMO (t)	Relación POT./PESO (CV/t) mín.
			LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)		
1		S1-D1	13,20	2,60	4,30	16,50	4,25
2		S1-D2	13,20	2,60	4,30	24,00	4,25
3		S1-D3	13,20	2,60	4,30	31,50	4,25
4		S2-D2	13,20	2,60	4,30	28,00	4,25
5		S2-D3	13,20	2,60	4,30	35,50	4,25
6		S1-S1-D2	13,20	2,60	4,30	30,00	4,25
7		S1-S1-D3	13,20	2,60	4,30	37,50	4,25
8		S1-D1-D1	18,60	2,60	4,30	27,00	4,25
9		S1-D1-D2	18,60	2,60	4,30	34,50	4,25
10		S1-D1-D3	18,60	2,60	4,30	42,00	4,25
11		S1-D2-D2	18,60	2,60	4,30	42,00	4,25
12		S1-D2-D1-D1	18,60	2,60	4,30	45,00	4,25
			Distancia entre ejes del acoplado mayor a 2,40 m.				
13		S1-D2-D3	18,60	2,60	4,30	49,50	6,00
14		S1-D1-D1-D2	18,60	2,60	4,30	45,00	4,25
15		S1-D1-D1-D1-D1	18,60	2,60	4,30	45,00	4,25
16		S1-D1-D1-D1	20,00	2,60	4,30	37,50	4,25
17		S1-D1-D1-D2	20,00	2,60	4,30	45,00	4,25
18		S1-D2-D1-D1	20,00	2,60	4,30	45,00	4,25
19		S1-D2-D1-D2	20,00	2,60	4,30	52,50	6,00
20		S1-D1-D1-D2-D2	20,00	2,60	4,30	52,50	6,00
21		S1-D1-D1-D1-D1-D1	20,50	2,60	4,30	45,00	4,25
22		S1-D2-D2	22,40	2,60	4,30	42,00	4,25
23		S1-D2-D1-D1	22,40	2,60	4,30	45,00	4,25
24		S1-D2-D1-D2	18,60	2,60	4,30	52,50	6,00
25		S1-D2-D1-D1-D1	18,60	2,60	4,30	55,50	6,00
26		S1-D2-D2-D2	20,50	2,60	4,30	60,00	6,75
27		S1-D2-D2-D2	22,40	2,60	4,30	60,00	6,75
28		S1-D2-D3-D3	22,40 ≤ L ≤ 25,50	2,60	4,30	75,00	6,75
28		S1-D2-D3-D3	22,40 ≤ L ≤ 25,50	2,60	4,30	75,00	6,75

### 7.3 Situación actual de los Túneles Cristo Redentor

El Túnel Del Cristo Redentor fue inaugurado el 25 de mayo de 1980, tiene una longitud de 3.151 m y un gálibo vertical de 4,1 m; aunque en el p.k. 1+ 600 es de 3,9 m.

Este túnel está completamente revestido con hormigón en masa; pero no tiene ningún tramo con contrabóveda ni con solera de hormigón; tal como se ilustra en la figura adjunta.

Esto ocasiona que en el tramo excavado en la Formación Huitrín, de unos 300 m de longitud, este túnel presenta apreciables levantamientos de la calzada. Estas deformaciones son controladas sin dificultad debido a que en ese tramo el pavimento está construido con adoquines.



Este túnel presenta una vereda muy estrecha para movilidad de eventuales peatones en emergencia.

Por otro lado la iluminación es insuficiente, al igual que la señalización vertical y horizontal.

En cuanto a las prevenciones para caso de emergencia, en la actualidad no cuenta con sistema

de comunicación interna, ni señalización luminosa ni salida de emergencia.

Se destaca que es posible advertir los impactos de las carrocerías sobre el techo del túnel (ver imagen adjunta).

En relación al gálibo actual del túnel Cristo Redentor, cabe destacar en que en la reciente normativa ya citada se ha elevado de 4.10 metros a 4.30 metros la altura permitida para un vehículo de transporte pesado, se han autorizado vehículos biarticulados de hasta 30 metros y hasta 75 toneladas. Esto cambia sustancialmente el escenario del transporte en Argentina (en algunos aspectos se unifica con Brasil) lo cual incide directamente con la operación segura del Túnel bajo estudio.

Más allá del debate acerca de la posibilidad que arriben rápidamente estas unidades al lugar, lo cierto es que marca una tendencia que seguramente se consolidará durante la vida útil de las obras previstas.

Esta primera consideración pone en evidencia las limitaciones actuales del Paso en cuanto a su sección, dado que, como se indicó, ya se registran incidentes entre los vehículos y las instalaciones y techo del túnel, esto agravado por las deformaciones continuas del pavimento de cierto sector del túnel.

En cuanto al ancho operativo del túnel, tomando en cuenta la fuerte presencia de camiones de gran porte y buses de doble piso es necesario indicar que el ancho de calzada, si bien aceptable, es más bien estrecho y podría ser mejorado, situación ya considerada en la ampliación del túnel Caracoles.

Además no cuenta con banquetas en ninguno de sus lados (situación agravada dado que se trata de una calzada bidireccional), y menos aún espacio de vereda peatonal.

Por otro lado la señalización vertical y horizontal es deficiente y no existe señalización luminosa para ordenamiento y advertencia durante la operación del túnel.

El monitoreo del túnel se reduce a cámaras de reciente instalación, aunque son solo eso y no cuenta con posibilidad alguna de comunicación con el usuario.

La inexistencia de sistema de emergencia consistentes en tecnologías modernas de comunicación al usuario y salidas de emergencia indican algunos de los problemas preocupantes de la operación actual.

El portal presenta oportunidades de mejora en relación a la posibilidad de su advertencia adecuada y las consecuencias severas que podrían resultar en caso de impacto de un vehículo contra el mismo.

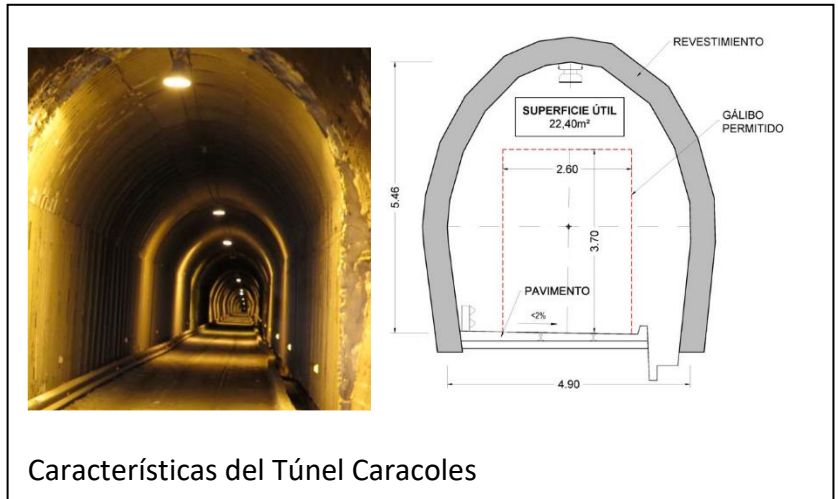
Se espera que el nuevo proyecto puede resolver estos aspectos aquí señalados, según puede advertirse en la documentación facilitada para el análisis del proyecto.

El Túnel Caracoles por su parte, fue inaugurado el 5 de abril de 1910, unos 70 años antes que el Túnel Del Cristo Redentor, tiene una longitud de 3.167 m; se extiende de manera casi paralela al Del Cristo Redentor y hasta 1984 su sección permitía el paso de un solo tren.

En ancho de este Túnel es de 4,90 m y su altura de 5,46 m.

Este túnel tampoco cuenta en la actualidad con previsiones para emergencias ni comunicación interna. Además carece de veredas.

El pavimento es adoquinado en el lado argentino y de hormigón para el caso chileno. El Túnel Caracoles también presenta levantamientos de la solera en el tramo excavado en la Formación Huitrín, con una longitud de unos 280 m.



#### **7.4 Normas y documento de referencia considerados**

Para realizar el análisis del presente proyecto se han tomado en consideración la normativa de la Unión Europea dada en la DIRECTIVA 2004/54/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, el 29 de abril de 2004.

En este sentido se presenta a continuación las tablas síntesis de requerimientos establecidos en la mencionada norma, según fue publicado el 30.4.2004 en la versión en español del Diario Oficial de la Unión Europea, páginas L 167/76:



- obligatorio para todos los túneles
- \* obligatorio con excepciones

- no obligatorio
- ◐ recomendado

#### **RESUMEN INFORMATIVO DE LOS REQUISITOS MÍNIMOS**

			Tráfico ≤ 2000 vehículos por carril		Tráfico > 2000 vehículos por carril			Otras condiciones para que la aplicación sea obligatoria, o comentarios
			500-1.000m	> 1.000m	500-1.000m	1.000-3.000m	> 3.000m	
<b>Medidas estructurales</b>	2 o más tubos	§2.1						Obligatorio si una previsión a 15 años muestra que el tráfico > 10.000 vehículos por carril.
	Pendiente ≤ 5 %	§2.2	*	*	*	*	*	Obligatorio a menos que no sea geográficamente factible.
	Pasarelas de evacuación	§2.3.1 §2.3.2	*	*	*	*	*	Obligatorio si no hay carril de emergencia, salvo que se respete la condición del punto 2.3.1. En los túneles ya existentes que no tengan ni carril de emergencia ni pasarela de evacuación, se tomarán medidas adicionales o más estrictas.
	Salidas de emergencia cada 500 m como mínimo	§2.3.3 - §2.3.9	○	○	*	*	*	La habilitación de las salidas de emergencia en los túneles existentes debe evaluarse según cada caso particular.
	Conexiones transversales para los servicios de emergencia cada 1.500 m como mínimo	§2.4.1	○	○ / ●	○	○ / ●	●	Obligatorio en los túneles de 2 tubos > 1.500 m.
	Cruce de la mediana fuera de cada boca	§2.4.2	●	●	●	●	●	Obligatorio fuera de los túneles de 2 o más tubos siempre que sea geográficamente factible.
	Apartaderos cada 1.000 m como mínimo	§2.5	○	○	○	○ / ●	○ / ●	Obligatorio en los túneles bidireccionales nuevos > 1.500 m sin carril de emergencia. En los túneles bidireccionales existentes > 1.500 m dependerá del análisis. Tanto para los túneles nuevos como para los existentes dependerá de la anchura del túnel suplementaria aprovechable.
	Drenaje de líquidos tóxicos e inflamables	§2.6	*	*	*	*	*	Obligatorio si se permite el transporte de mercancías peligrosas.
	Resistencia de las estructuras al fuego	§2.7	●	●	●	●	●	Obligatorio si un derrumbamiento local puede tener consecuencias catastróficas

#### **RESUMEN INFORMATIVO DE LOS REQUISITOS MÍNIMOS**

			Tráfico ≤ 2.000 vehículos por carril		Tráfico > 2.000 vehículos por carril			Otras condiciones para que la aplicación sea obligatoria, o comentarios
			500-1.000m	> 1.000m	500-1.000m	1.000-3.000m	> 3.000m	
<b>Iluminación</b>	Iluminación normal	§2.8.1	●	●	●	●	●	
	Iluminación de seguridad	§2.8.2	●	●	●	●	●	
	Iluminación de evacuación	§2.8.3	●	●	●	●	●	
<b>Ventilación</b>	Ventilación mecánica	§2.9	○	○	○	●	●	
	Disposiciones especiales respecto de la ventilación transversal o semitransversal	§2.9.5	○	○	○	○	●	Obligatorio en los túneles bidireccionales dotados de un centro de control.
<b>Estaciones de emergencia</b>	Cada 150 m como mínimo	§2.10	*	*	*	*	*	Equipadas con un teléfono y 2 extintores. En los túneles existentes se permite un intervalo máximo de 250 m.
<b>Abastecimiento de agua</b>	Cada 250 m como mínimo	§2.11	●	●	●	●	●	Si no se dispone de suministro, es obligatorio conseguir otro tipo de abastecimiento de agua suficiente.
<b>Señales viales</b>		§2.12	●	●	●	●	●	Para todos los equipos de seguridad que estén a disposición de los usuarios del túnel (véase Anexo III).
<b>Centro de control</b>		§2.13	○	○	○	○	●	La vigilancia de varios túneles podrá estar centralizada en un único centro de control.
<b>Sistemas de vigilancia</b>	Vídeo	§2.14	○	○	○	○	●	Obligatorio si hay un centro de control
	Detección automática de incidentes y/o de incendios	§2.14	●	●	●	●	●	Al menos uno de los dos sistemas es obligatorio en los túneles dotados de un centro de control.
<b>Equipos para el cierre del túnel</b>	Semáforos antes de las entradas	§2.15.1	○	●	○	●	●	
	Semáforos dentro del túnel cada 1.000 m como mínimo	§2.15.2	○	○	○	○	◐	Recomendado si se dispone de un centro de control y la longitud es superior a 3.000 m.



**RESUMEN INFORMATIVO DE LOS  
REQUISITOS MÍNIMOS**

			Tráfico ≤ 2.000 vehículos por carril		Tráfico > 2.000 vehículos por carril			Otras condiciones para que la aplicación sea obligatoria, o comentarios
			500-1.000 m	> 1.000 m	500-1.000 m	1.000-3.000 m	> 3.000 m	
Sistemas de comunicación	Transmisión por radio para los servicios de emergencia	§2.16.1	○	○	○	●	●	
	Mensajes de emergencia por radio para los usuarios del túnel	§2.16.2	●	●	●	●	●	Obligatorio si hay transmisiones por radio destinadas a los usuarios del túnel y se dispone de un centro de control.
	Altavoces en los refugios y las salidas	§2.16.3	●	●	●	●	●	Obligatorio si los usuarios que evacúan el túnel deben esperar antes de poder llegar al exterior.
Suministro de electricidad de emergencia		§2.17	●	●	●	●	●	Para garantizar el funcionamiento del equipo de seguridad indispensable al menos durante la evacuación de los usuarios del túnel.
Resistencia de los equipos al fuego		§2.18	●	●	●	●	●	Tendrá como finalidad mantener las necesarias funciones de seguridad.

También se ha tomado como referencia la normativa de origen español dada por el Real Decreto 635/2006.

Además se han consultado y considerado documentos publicados por la Asociación Mundial de Carreteras elaborados como su comité C.4 dedicado especialmente a Túneles carreteros.

En Anexo digital se adjuntan las normativas y documentos considerados y consultados, aunque a continuación se presenta una síntesis de los aspectos considerados más relevantes para el proyecto bajo estudio.

Especial consideración cabe para los criterios recomendados en Argentina para el diseño horizontal de carreteras por cuanto en el portal argentino se ha contemplado una curva que se acerca a los mínimos recomendados para el diseño.

En este sentido se presenta a continuación las recomendaciones dadas por el Capítulo 3 – Diseño geométrico del Manual NORMAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO GEOMÉTRICO Y SEGURIDAD VIAL, de la Dirección Nacional de Vialidad, en su actualización de 2010:

Tabla Peraltes máximos (emáx)

Peralte máximo	Condiciones en que se desarrolla la ruta
10%	En zonas rurales montañosas, con heladas o nevadas poco frecuentes
8%	En zonas rurales llanas, con heladas o nevadas poco frecuentes

6%	En zonas próximas a las urbanas, con vehículos que operan a bajas velocidades, o en zonas rurales, llanas o montañosas, sujetas a heladas o nevadas frecuentes
----	--

Tabla Radios mínimos deseables y absolutos para peraltes máximos

Velocidad directriz  km/h	Peralte máximo 6%		Peralte máximo 8%		Peralte máximo 10%	
	Radios mínimos		Radios mínimos		Radios mínimos	
	Deseable	Absoluto	Deseable	Absoluto	Deseable	Absoluto
m	m	m	m	m	m	m
25	80	20	60	20	50	20
30	120	30	90	30	70	25
40	210	55	155	50	125	50
50	290	90	220	85	175	75
60	395	135	300	120	240	110
70	515	185	385	170	310	155
80	645	250	480	230	385	210
90	785	340	585	305	470	280
100	935	450	700	405	560	365
110	1095	585	820	520	655	470
120	1270	755	950	665	760	595
130	1450	970	1085	845	870	750
140	1640	1235	1230	1065	985	935

Por otro lado el mismo manual recomienda que luego de una recta superior a los 400 metros no se utilice una primera curva con radio menor a los 400 metros. Estos lineamientos serán considerados a la hora del análisis del trazado sobre el portal argentino de la salida del nuevo túnel Caracoles.

## **8 Parte 2: Ampliación túnel Caracoles y Cristo Redentor**

### **8.1 Información técnica de la obra bajo análisis**

El Estudio de REFUNCIONALIZACIÓN INTEGRAL DEL PASO SISTEMA CRISTO REDENTOR tiene como principal objetivo, mejorar la conectividad de este paso fronterizo entre Chile y Argentina, considerando el diseño de las obras de ampliación de la sección del actual Túnel Caracoles, la construcción de Galerías de Interconexión, el mejoramiento integral del Túnel Del Cristo Redentor, y unificación de la operatividad del Sistema de Túneles, en base a un estándar moderno y de alta seguridad conforme a la Normativa Internacional.

El desarrollo del proyecto se realizará en DOS FASES, priorizando actividades de acuerdo a los plazos y sistemas previstos para el desarrollo de los trabajos de implementación de las obras.

En la FASE 1, OBJETO DE ESTA LICITACIÓN, se prevé realizar la Ampliación de la sección del actual Túnel Caracoles y la Construcción de las Galerías de Interconexión entre dicho túnel y el Túnel Del Cristo Redentor.

En la FASE 2, QUE NO ES OBJETO DE ESTA LICITACIÓN, se desarrollará el proyecto constructivo de las instalaciones, equipamientos y sistemas de gestión para ambos túneles, así como el proyecto de reparación y rehabilitación del Túnel Del Cristo Redentor.

En los siguientes apartados se describen los aspectos más importantes de las obras objeto del presente Proyecto.

### **8.2 Accesos y portales**

Las soluciones en los accesos al túnel están notablemente condicionadas por la situación actual del viario, la necesidad de conexión con los tramos de carretera existentes antes y después del túnel, y la interrelación con el vial del Túnel Del Cristo Redentor, ya que debe garantizarse el tránsito por ambas calzadas, verificando la condición de túneles con carácter bidireccional ante cualquier necesidad que pueda plantearse durante la etapa de servicio de la infraestructura.

En el acceso al portal argentino la solución de trazado del eje Caracoles está notablemente condicionada por la posición del Peaje Las Cuevas, ya que debe entroncarse antes del mismo para hacer operativo el tránsito en ambos sentidos.

En la Figura siguiente puede apreciarse la solución definida para el acceso al portal argentino, la cual mantiene de forma general la plataforma actual que permite el tránsito por el Túnel Caracoles,

con los ajustes oportunos en el perfil para facilitar el drenaje de las aguas captadas por el túnel. Se aprecia el desarrollo de la curva en planta de radio 200 m, con las correspondientes clotoides para cumplir las exigencias impuestas por la normativa. Dicha curva se concentra principalmente en el tramo en túnel falso dispuesto desde la ubicación del cobertizo actual hasta el emboquille que permite la transición con el túnel en mina.

Con estas condiciones, la velocidad de tránsito admitida por la infraestructura en este tramo será de 70 km/h.



**Figura: Solución en el acceso al Portal argentino una vez concluida la ampliación del Túnel Caracoles**

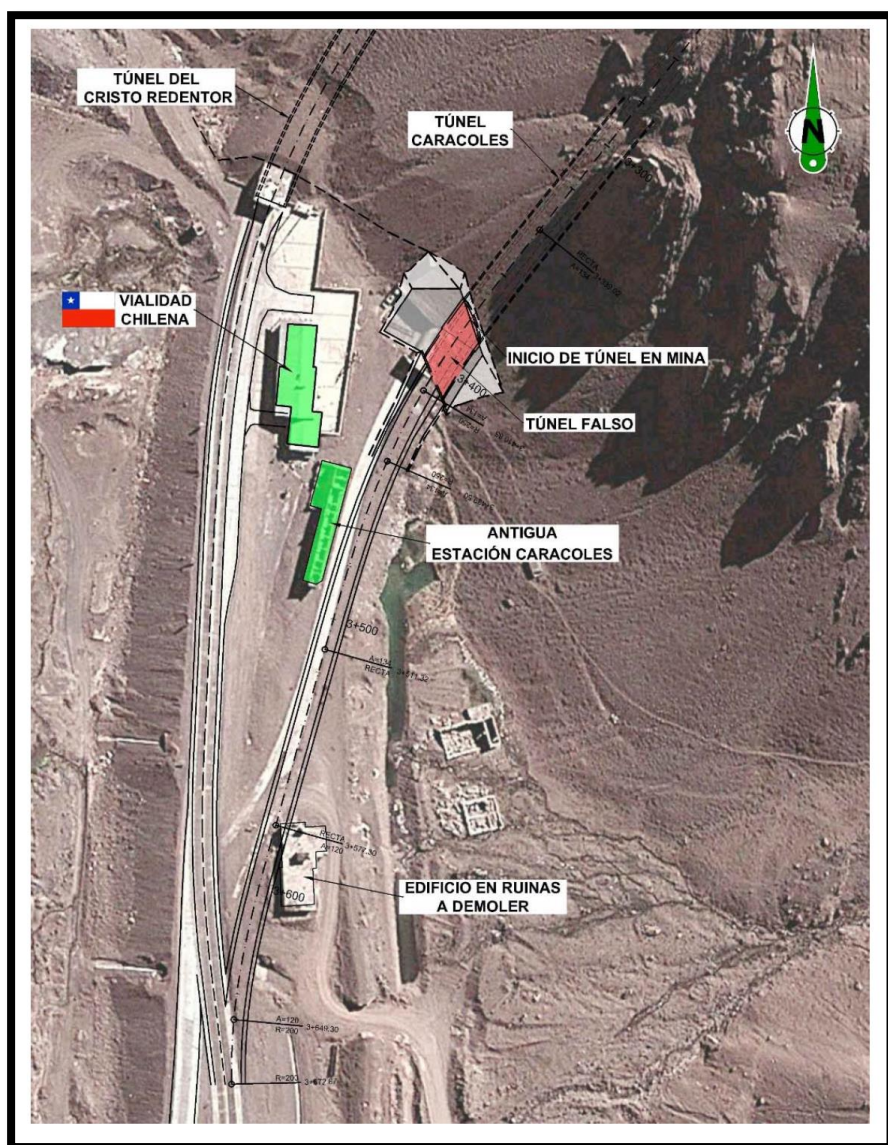
Una vez realizada la conexión con la calzada que actualmente permite el paso por el Túnel Del Cristo Redentor se dispondrá de una única plataforma pavimentada para albergar ambas calzadas y permitir el desvío hacia ambos túneles si las condiciones así lo requieren, algo que sucederá durante los trabajos de reparación y adecuación del Túnel Del Cristo Redentor, una vez finalizada la ampliación del Túnel Caracoles.

El acceso al Portal chileno se ha diseñado ajustando el trazado para evitar radios de curvatura inferiores a 200 m, respetando las zonas ocupadas por la antigua estación ferroviaria de Caracoles



y el edificio de la Vialidad Chilena. De esta forma se logra no penalizar la velocidad de proyecto lograda en el portal argentino (70 km/h). Adicionalmente, los ajustes logrados en el perfil longitudinal permiten llegar a cota con la actual plataforma, brindando la oportunidad de explanar buena parte del espacio existente entre ambas calzadas, lo que favorecerá en los diseños definitivos de la Fase 2 tanto los desvíos de tránsito entre ambos túneles como los usos de las superficies de terreno afectadas (accesos al edificio de Vialidad, zonas de aparcamiento...).

En la Figura siguiente se muestra la solución descrita:



**Figura: Solución en el acceso al Portal chileno una vez concluida la ampliación del Túnel Caracoles**

### **8.3 Ampliación del túnel caracoles**

Tomando en consideración la información del proyecto proporcionada por la Consultora Geocontrol los aspectos más destacables del diseño realizado para la Ampliación del Túnel Caracoles se enumeran en los siguientes apartados.

### **8.4 Trazado**

La solución de trazado definida para la Ampliación del Túnel Caracoles coincide sensiblemente con el del actual túnel ferroviario, ya que se ha procurado mantener la sección del túnel actual dentro de la sección ampliada, facilitando con ello los procesos constructivos.

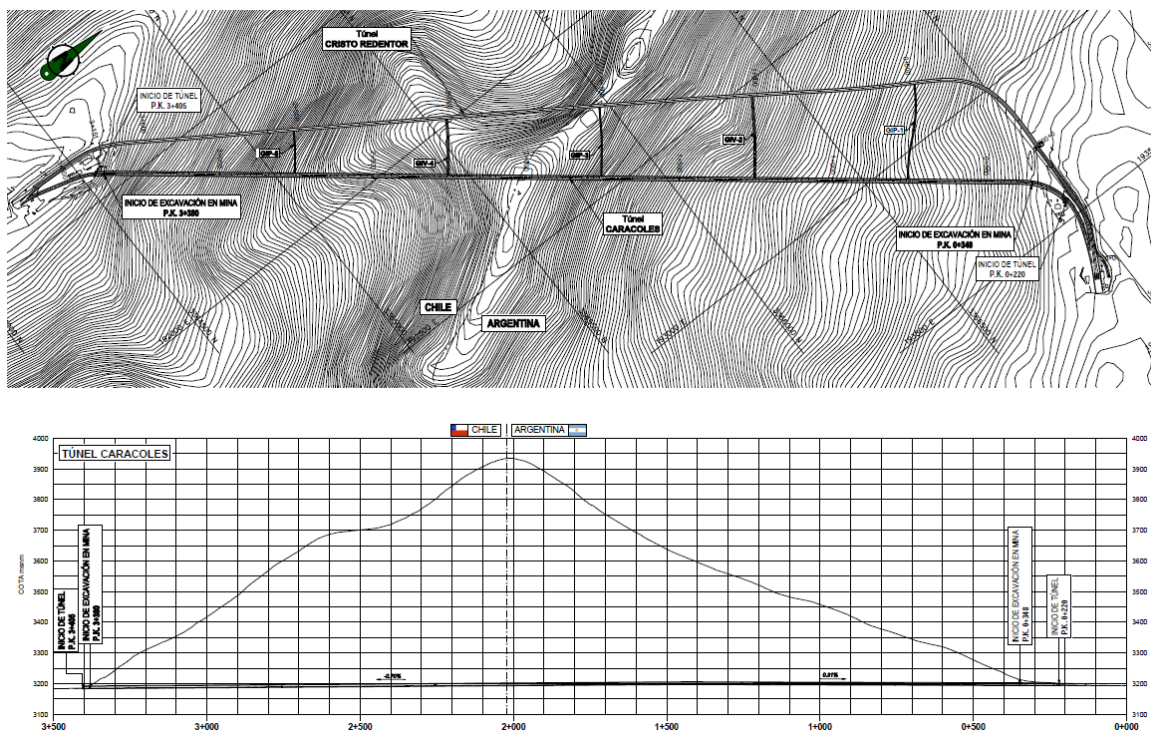
Sin embargo, se han realizado una serie de mejoras, con objeto de adecuar el trazado al contexto normativo actual, introduciendo curvas de transición de suficiente desarrollo en las transiciones entre alineaciones rectas y curvas.

Tal y como se ha indicado anteriormente las velocidades de tránsito en el interior del túnel vienen condicionadas por la existencia de una curva de radio 200 m en el portal argentino. Aunque se ha intentado incrementar dicho radio de curvatura, no ha resultado factible compatibilizar esta mejora con los condicionantes constructivos, ya que la sección actual del túnel no quedaría circunscrita a la sección ampliada en el tramo de túnel excavado en mina, lo que dificultaría notablemente el procedimiento constructivo de la ampliación.

Por requerimientos normativos principalmente relacionados con la funcionalidad del sistema de drenaje, se ha adecuado la pendiente longitudinal de la rasante en el sector argentino para alcanzar como mínimo el 0,3%.

El ajuste de la rasante realizado en la boca argentina permite resolver adecuadamente el drenaje de las aguas interceptadas a lo largo del túnel en el sector argentino.

En la Figura siguiente se muestra el trazado del Túnel de Caracoles ampliado, en planta y alzado.



**Figura Trazado en planta y alzado del Túnel Caracoles ampliado.**

### **8.5 Sección Funcional para el Túnel Caracoles ampliado**

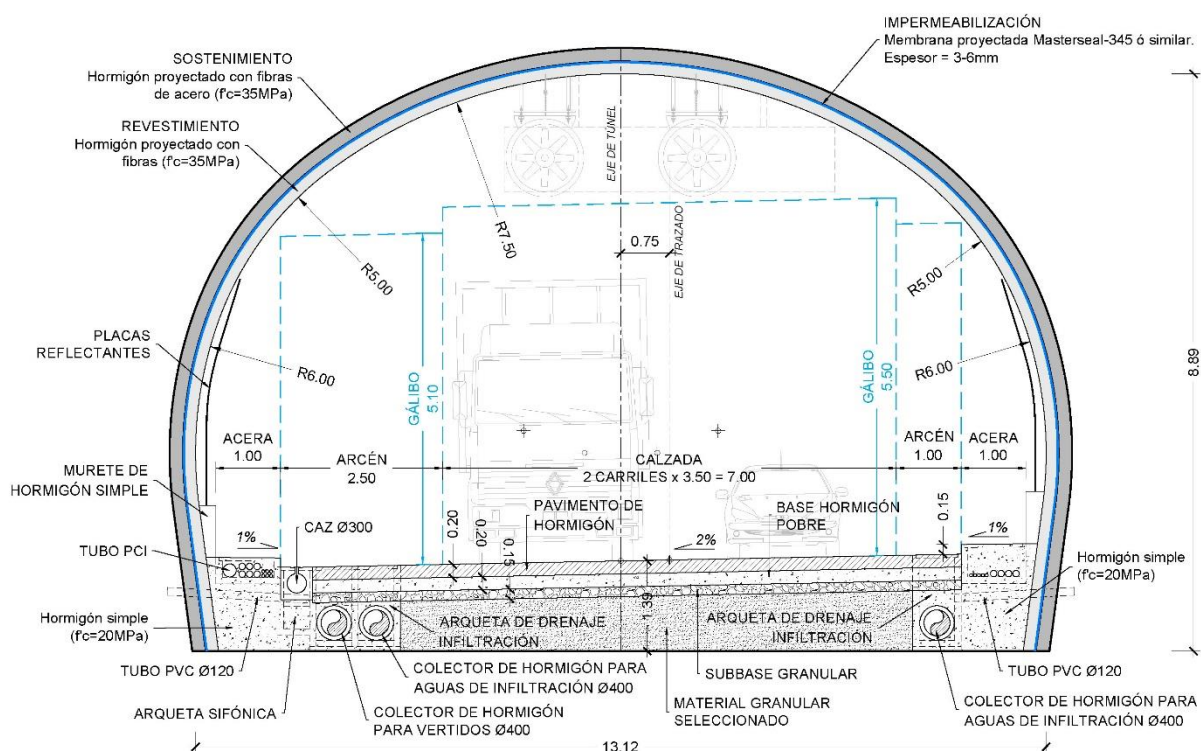
La sección funcional definida para el Túnel Caracoles ampliado responde a los siguientes criterios:

1. Se establecen dos carriles operativos en el interior del túnel con ancho 3,50 m.
2. La sección transversal incluye aceras para el tránsito peatonal de ancho mínimo 1 m.
3. La calzada incluye sendas bermas (banquinas) en los extremos de la misma, con ancho destinado a favorecer la detención o parada de los vehículos pesados (en caso de emergencia) en el interior del túnel, de 2,5 m en la zona derecha, y de 1,0 m en la berma opuesta.



4. El galíbo se establece de 5,5 m en la zona operativa de la calzada, limitándose en las bermas a 5,1 m.

Estos aspectos pueden apreciarse en la siguiente Figura, sección ejemplo del nuevo Túnel:



**Figura Sección del túnel ampliado. Fuente: Geocontrol**

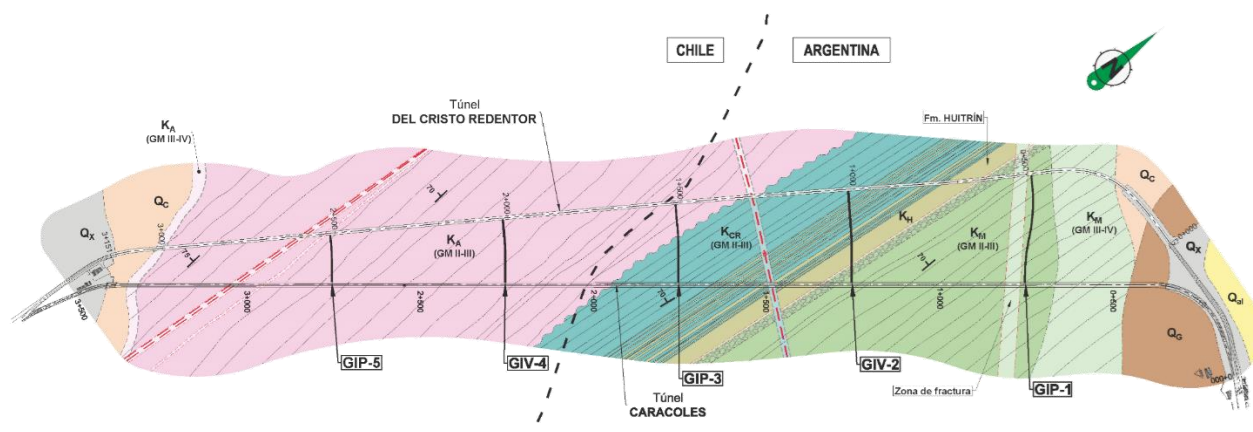
La infraestructura en el interior del túnel dispone de los siguientes acabados:

- ◆ Sendas aceras de 1 m de ancho mínimo para permitir el tránsito de peatones en condiciones seguras.
- ◆ En la zona de hastiales, para mejorar las condiciones de visibilidad y reflectancia durante la explotación, se dispondrán paneles prefabricados de revestimiento montados sobre un murete de protección construido contra la base del revestimiento.

## 8.6 Galerías de interconexión






El número de galerías y su tipología se ha establecido analizando los requerimientos normativos a nivel nacional e internacional, así como los condicionantes geológicos que pueden influir en su ubicación, lo que ha determinado la implantación de cinco (5) Galerías de Interconexión entre los túneles; tres (3) de ellas de tipo peatonal (GIP) y dos (2) vehiculares (GIV).

La posición de las galerías se ha ajustado para mantener interdistancias máximas de 500 m, y buscando la idoneidad de acuerdo con la naturaleza de los terrenos atravesados por las excavaciones; lo que ha determinado la ubicación mostrada en la Figura siguiente:



**Figura Posición de las Galerías de Interconexión. Fuente: Geocontrol**

En la Tabla a continuación se muestran las características básicas de las galerías propuestas por la Consultora:

	TÚNEL CARACOLES		TÚNEL CRISTO REDENTOR		PAÍS	LONGITUD GALERÍAS [m]
	PP.KK. *	Distanci a a anterior [m]	PP.KK.* *	Distanci a a anterior [m]		
Evacuación por túnel falso en Portal Argentino	0+220	-	0+000	-	-	-
Galería de Interconexión Peatonal 1	0+755	535	0+520	520		310,9
Galería de Interconexión Vehicular 2	1+255	500	1+015	495		264,9
Galería de Interconexión Peatonal 3	1+755	500	1+515	500		225,1
Galería de Interconexión Vehicular 4	2+255	500	2+015	500		182,9
Galería de Interconexión Peatonal 5	2+755	500	2+515	500		137,0
Portal Chileno	3+405	650	3+150	635	-	-

\* PP.KK. referidos al trazado realizado.

\*\* PP.KK. referidos al comienzo del túnel falso, lado argentino.

***Tabla Características básicas de las galerías. Fuente: Consultora Geocontrol***

## **8.7 Trazado de las galerías**

La posición en planta de las galerías y el trazado de cada uno de los ejes se han ajustado para compatibilizar las interdistancias máximas recomendadas entre galerías con la naturaleza de los terrenos atravesados por las excavaciones, lo que ha determinado el encaje geométrico mostrado en la figura anterior, en el que destaca el trazado de la Galería GIP-1, con desarrollo especial para evitar interferencias con la zona de fractura estimada en las inmediaciones del P.K. 0+800 y lograr que el entronque de la galería en ambos túneles se produzca de forma ortogonal a éstos, lo que supone un beneficio desde el punto de vista constructivo.

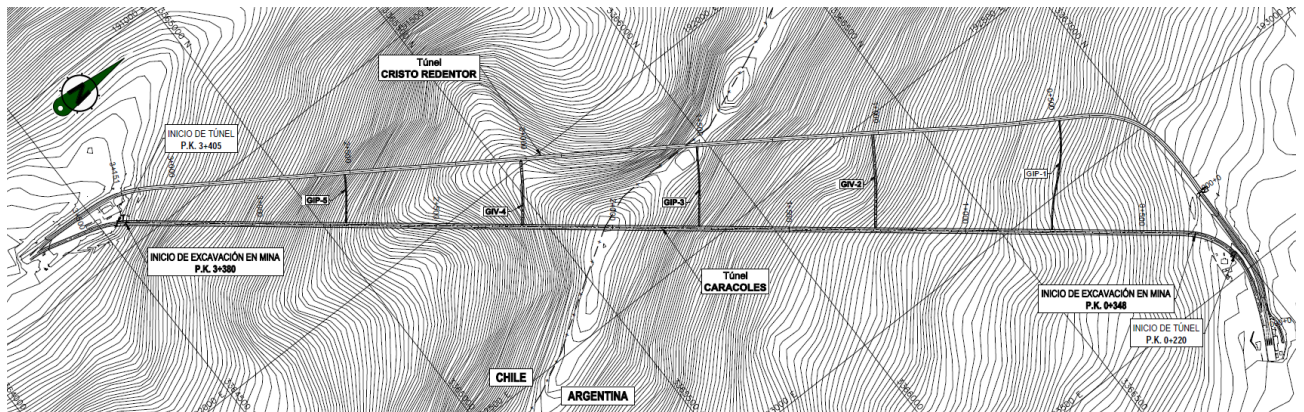
El Túnel Del Cristo Redentor se encuentra a mayor cota que el Túnel Caracoles, esto se verifica en las zonas de entronque de las distintas galerías, dando lugar a pendientes longitudinales entre el 5% y el 7%, con caída hacia el Túnel Caracoles.

## **8.8 Sección Funcional de las galerías**

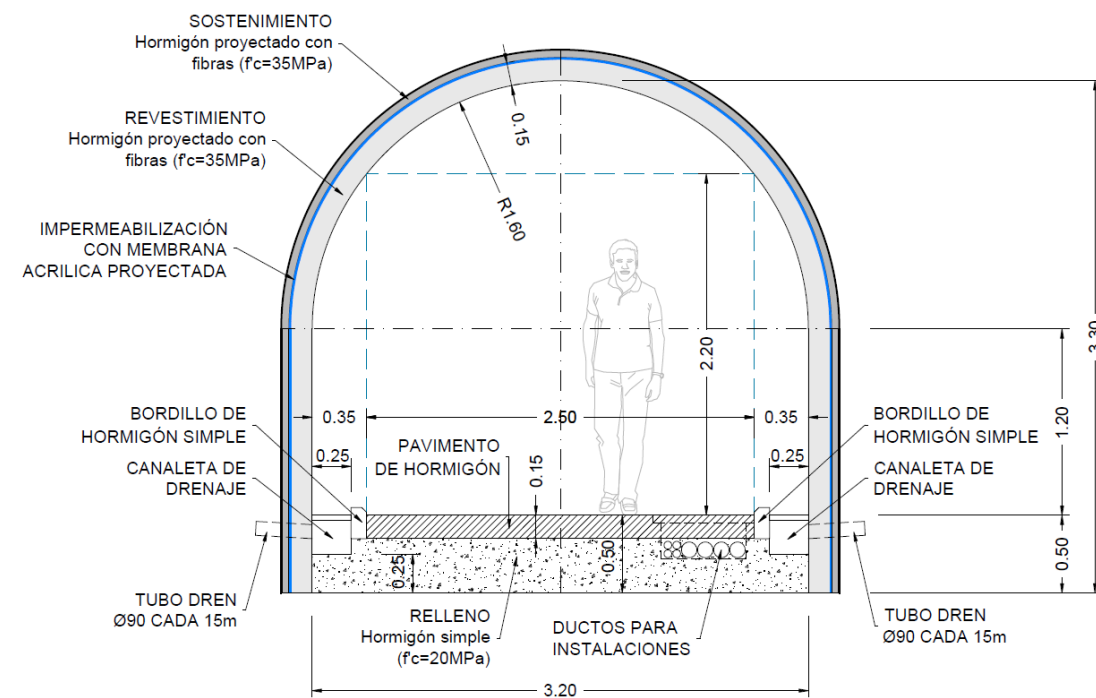
En la figura anterior se muestra la sección tipo de las galerías peatonales, mientras que en las siguientes Figuras puede apreciarse la solución funcional. Estas galerías tienen una anchura libre de 3,20 m y una altura libre de 3,30 m.

Las galerías vehiculares disponen de los mismos elementos que las peatonales, pero las puertas tienen el tamaño necesario para permitir el paso de los vehículos de emergencia, como ambulancias o vehículos ligeros de bomberos, para lo cual se ha dispuesto un gálibo horizontal de 3,60 m y vertical de hasta 4,0 m, tal y como puede apreciarse en la sección tipo mostrada en la Figura más adelante.

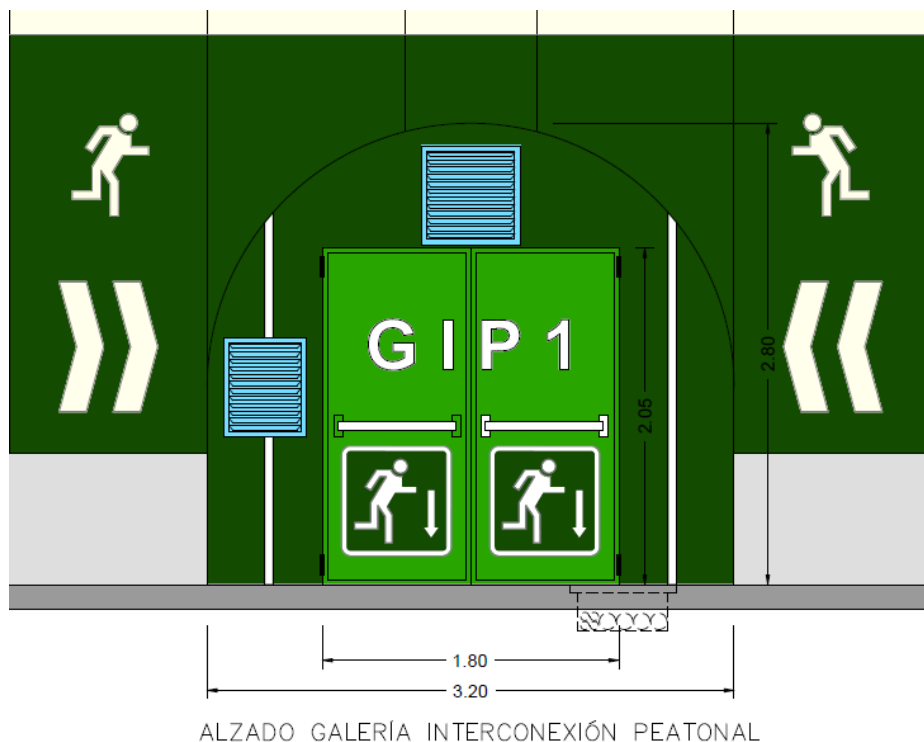
En la Figura más adelante se muestra la solución funcional adoptada para las galerías vehiculares, en este caso separadas de los túneles mediante las correspondientes puertas con dos hojas de 1,80 m x 4,00 m, y una hoja para peatones adicional, todas ellas de tipología RF-120, si bien estos elementos no forman parte de esta Licitación y deben definirse en el correspondiente Proyecto de Equipamientos e Instalaciones que se incluirá en la Fase 2 del Estudio.



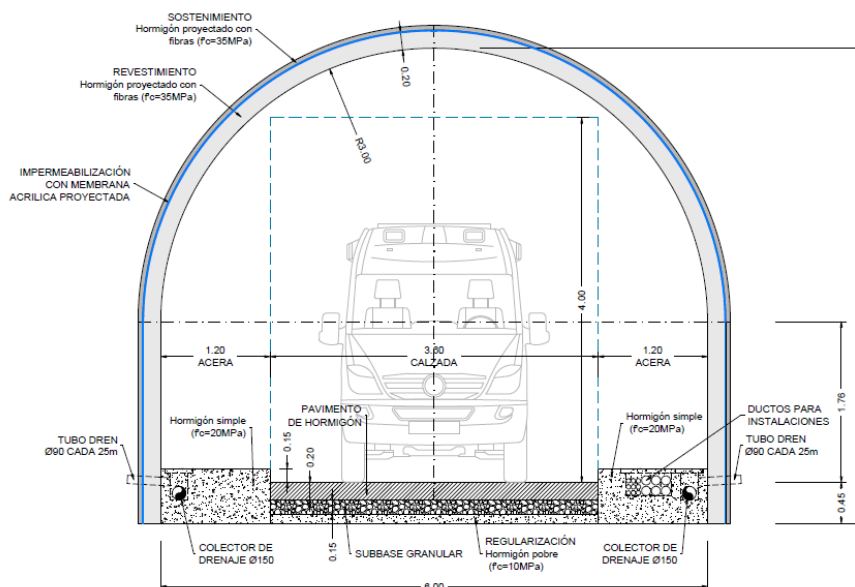
**Figura: Planta de ubicación de las Galerías de Interconexión.**



**Figura Sección tipo de las Galerías de Interconexión de tipo peatonal.**

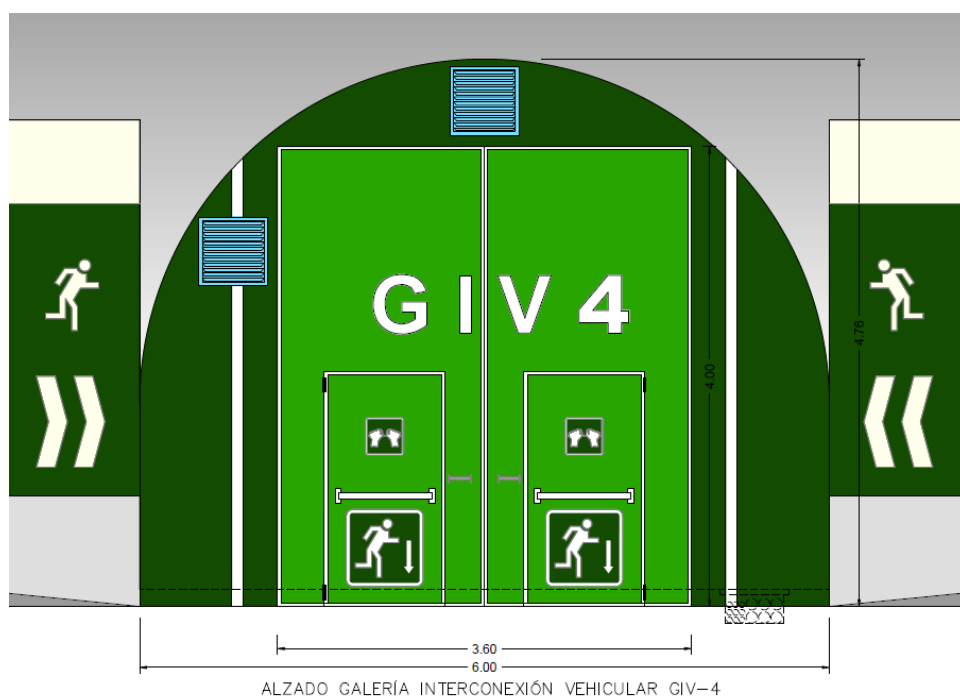


**Figura Sección funcional de las Galerías de Interconexión de tipo peatonal.**



**Figura Sección tipo de las Galerías de Interconexión de tipo vehicular.**





**Figura Sección funcional de las Galerías de Interconexión de tipo vehicular.**

## **8.9 Equipamientos de Seguridad**

La Consultora Geocontrol ha propuesto que los Equipamientos de Seguridad de los Túneles Caracoles y Cristo Redentor se defininan en base a lo que la Directiva Europea 54-2004 establece para túneles con longitud superior a 3.000 metros e intensidad de circulación inferior a 2.000 vehículos/carril/día; tal como se resume en la tabla siguiente:

Equipamiento	Criterio
Salidas de emergencia	Sí (500 m)
Conexiones transversales	Sí (1.500 m)
Drenaje de líquidos tóxicos	Sí (si hay MMPP)
Centro de control	Sí
Circuito cerrado de televisión	Sí
Iluminación normal	Sí
Iluminación de seguridad	Sí
Iluminación de emergencia	Sí
Doble suministro eléctrico	-
Ventilación	Sí
Generadores de emergencia	Sí
Sistema de alimentación ininterrumpida	Sí
Detectores de CO/opacímetros	Sí

Equipamiento	Criterio
Cable detección de incendios	Sí
Detección automática de incidencias	Sí
Señalización de salidas y equipamiento	Sí
Señalización Vial	Sí
Paneles de señalización variable	Evaluar (sistema de detención interna)
Barreras exteriores o Medios de cierre	Evaluar
Semáforos exteriores	Sí
Semáforos interiores	Sí (sistema detención interna)
Megafonía	Sí (en refugios y salidas)
Red de hidrantes	Sí
Sistemas de fijos de extinción de incendios	-
Sistema de radiocomunicación	Sí
Mensajería de emergencia (radio)	Sí

**Tabla de Medidas de seguridad contempladas. Fuente: Proyecto Geocontrol.**

El control de los Equipamientos de Seguridad durante la explotación de los túneles se ha planteado con un esquema similar al actual, con un Centro de Control en cada una de las áreas de portales; pero con dos recomendaciones esenciales: una la necesidad de que ambos Centros de Control funcionen interconectados a tiempo real y la otra es que el liderazgo en la gestión sea único; aunque se prevea una rotación de este liderazgo entre las Vialidades argentina y chilena.

## 8.10 Análisis del Proyecto

### 8.10.1 Cumplimiento de recomendaciones internacionales

A partir de la documentación disponible es posible advertir que en general se han contemplado las medidas de seguridad recomendadas a nivel internacional, tal el caso de la Directiva Europea y el Real Decreto de España sobre Túneles, como así también las impartidas por PIARC.

En cuanto a la sección propuesta para el túnel Caracoles ampliado se considera adecuada por cuanto contempla un gálibo ajustado a la nueve normativa de pesos y dimensiones de Argentina (ajustada al Mercosur), cuenta con banquetas para detención en caso de emergencia.

Además las pendientes longitudinales se ajustan a las recomendaciones internacionales, lo mismo ocurre para la ventilación propuesta.



El paso de un túnel bidireccional a dos túneles unidireccionales reduce la posibilidad y gravedad de los siniestros viales.<sup>1</sup>

En cuanto a las galerías de comunicación, se consideran ajustadas a los requerimientos interenacionales, tanto en capacidad como ubicación e identificación por parte de los usuarios.

Los sistemas de comunicación y tecnologías ITS enunciados para el proyecto se ajustan a las recomendaciones actuales para el caso.

No obstante es preciso indicar que posiblemente la previsión de tránsito pudiera ser un poco ajustada y que el real en el periodo de vida del proyecto pudiera ser mayor. Esta apreciación no se considera prioritaria por cuanto se desconoce la incidencia real que tendrán otras obras en proyecto para la comunicación terrestre con el vecino país, tal el caso del Paso Agua Negra de la Provincia de San Juan.

#### 8.10.2 Portales

No ha sido posible identificar las características finales en relación al diseño final de los portales para verificar si presentarán condiciones adecuadas en cuanto a la seguridad vial. Se espera que sea así y que se adopten las recomendaciones de la normativa europea señalada en este documento.

A modo de ejemplo se presentan imagenes de la situación actual del Túnel Cristo Redentor



Imagen Túnel Cristo Redentor



Imagen túnel europeo con portal seguro

<sup>1</sup> Fuente: Capítulo 3 del Manual de Seguridad en Túneles de PIARC.

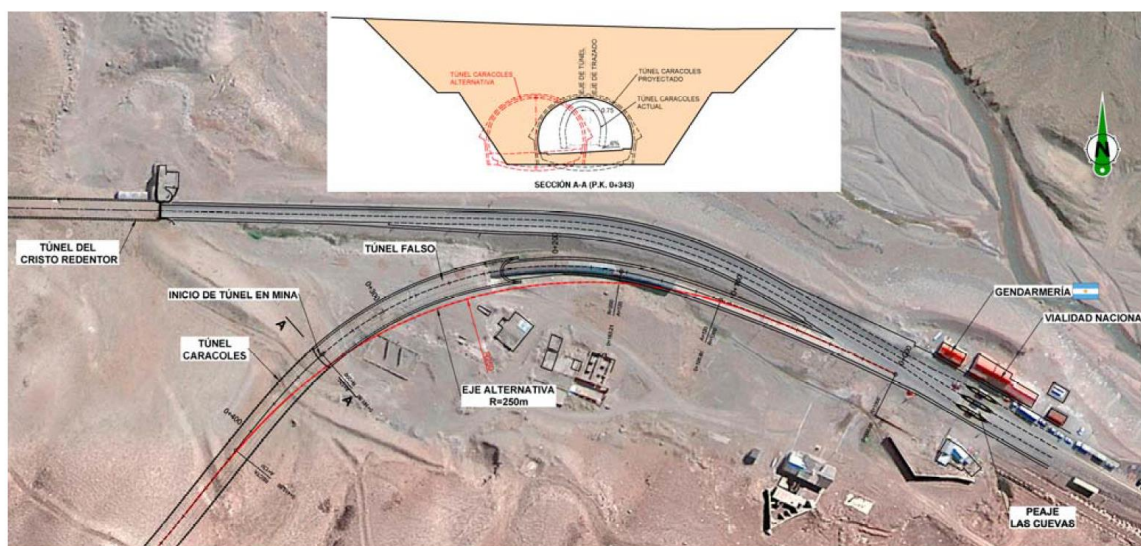
### 8.10.3 Trazado horizontal del portal Argentino del túnel Caracoles ampliado

A partir de la documentación aportada por Geocontrol ha sido posible visualizar las limitaciones en relación a la curva horizontal de salida del túnel.

No obstante es preciso indicar que el sitio puede constituirse en un punto de potencial riesgo de siniestralidad vial por cuanto se presentan en el lugar tres condiciones desfavorables simultáneas:

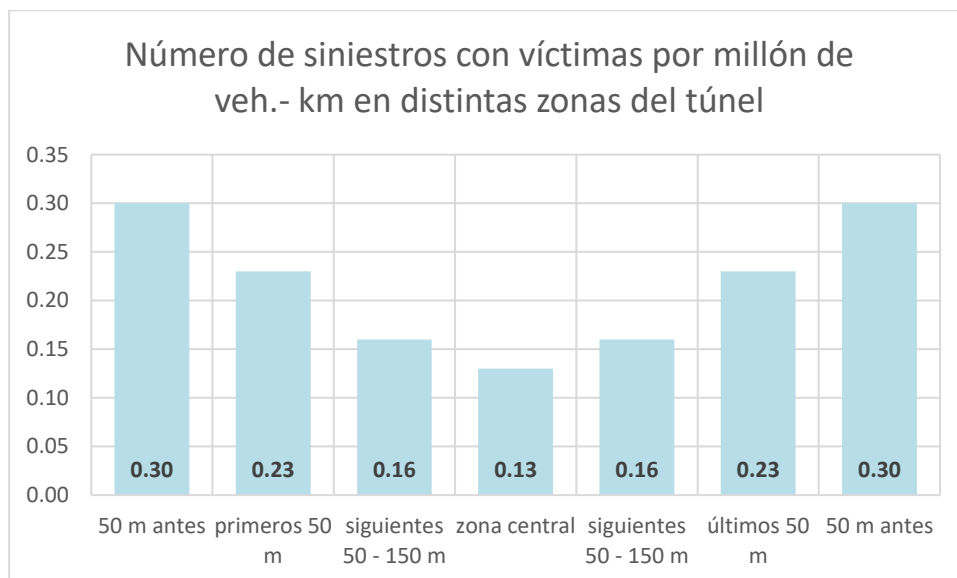
- cambio de iluminación por salida del túnel
- curva horizontal muy cerca al radio mínimo que limita severamente las condiciones de visibilidad hacia adelante, agravado por la siguiente
- ubicación de las casillas de peaje a la salida del túnel y al final de la curva cerrada.

Es por ello que se sugiere extremar los esfuerzos por mejorar este lugar, sea mediante la mejora del radio de la curva (se ha contemplado una alternativa algo mejor, según puede verse en el Capítulo 12 de la documentación y cuya imagen se presenta a continuación) o bien, mediante la reubicación del Peaje, el cual, como puede verse más adelante en este documento, la propia administración de la Dirección Nacional de Vialidad considera que requiere mejoras.



**Figura: alternativa de radio de curva propuesto por la Consultora en Capítulo 12**

En este sentido se agrega a lo dicho en el apartado de normativas de referencia lo expresado en el “Manual de Medidas de Seguridad Vial” en relación a la estimación de la tasa de siniestros viales en túneles que puede verse en el siguiente cuadro.



Tramo completo: 0.17

Todo el túnel: 0.15

**Fuente:** “Manual de Medidas de Seguridad Vial”. Rune Elvik & Truls Vaa

Partir de ello puede concluirse que la tasa de siniestros en túneles es mayor en las zonas de transición entre el mismo y la carretera abierta, lo cual atribuyen, además del cambio de iluminación a las condiciones de humedad o calzadas resbaladizas de estos sitios.

## 8.11 Parámetros para evaluación económica

### 8.11.1 Indicadores

Los indicadores en relación a la seguridad vial pueden ser de carácter cualitativo o cuantitativo.

Para el primer caso puede considerarse la cantidad de kilómetros que han sido mejorados y que se asumen conformarán una red de carreteras seguras para Argentina.

Para el segundo caso pueden establecerse indicadores en relación a la reducción de víctimas y siniestros viales para el sector bajo estudio.

A partir de experiencias internacionales (no es posible contar con información local dado que no se dispone de información que permita sacar conclusiones en este sentido), se puede

estimar la reducción de siniestros asociados a las características físicas de la carretera que han sido intervenidas para promover un mejor comportamiento en materia de seguridad vial.

### **8.11.2 Análisis de mejoras para la seguridad vial desde el punto de vista económico**

Es sabido que no resulta sencillo y es posiblemente impreciso definir los beneficios de las obras de mejora en relación a la seguridad vial.

Además, tomando en consideración la escasa información disponible en relación a los siniestros ocurridos en el Túnel actual resulta imposible cuantificar la mejora en términos económicos a partir la reducción de siniestros.

No obstante se destaca que se conoce la existencia de, al menos, incidentes en el túnel, tal como puede observarse en la siguiente información obtenida de una consulta de antecedentes a internet:

#### ***Un camión en contramano en el túnel Cristo Redentor***

*Fuente: <https://www.mdzol.com/>*

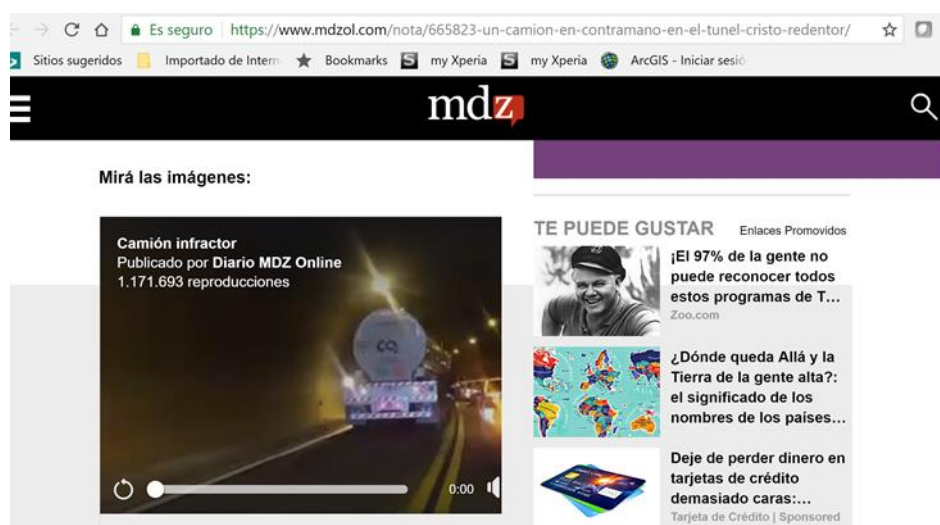
*El tránsito se paralizó para que el transporte pueda salir marcha atrás. Los automovilistas insultaron al camionero.*

*por MDZ Policiales6 de Abril de 2016 | 10:497 opiniones*

*Un camión que transportaba dióxido de carbono casi causó un accidente en el túnel internacional Cristo Redentor, según muestran las imágenes enviadas por un automovilista a la redacción de MDZ.*

*Allí, se observa que el transporte abandona el túnel marcha atrás, seguido por un camión que circulaba como marcan las leyes. Mientras tanto, los conductores insultaban al primero de éstos.*

*Mirá las imágenes:*



## 9 Parte 3: Análisis del corredor de la Ruta Nacional 7 variante Palmira/Tramo RN 40 – Límite con Chile

### 9.1 Situación actual

- El Corredor Cristo Redentor presenta la siguiente situación actual de operación:
- Inseguridad en los caminos de acceso por curvas peligrosas, derrumbes y hielo en calzada.
- Fuerte congestión en las cercanías a Mendoza (al ingreso, la travesía y la salida)
- Travesía Urbana de Uspallata
- Riesgo de accidentes en el Túnel: es de 1 carril por sentido y no tiene galerías (3.800 m de longitud)
- Demoras en ambos sistemas de aduanas: no hay un sistema integrado
- Dificultades para operar en invierno: cuando nieva se debe esperar su limpieza, y cuando hay avalanchas se clausura.
- En promedio 40 días anuales el Paso está cerrado por nieve.

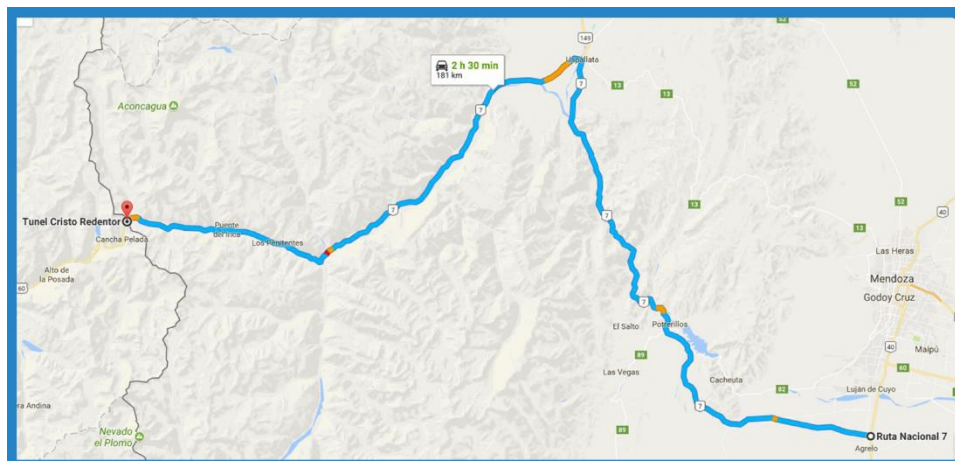


Figura: Recorrido Corredor Cristo Redentor actual

## 9.2 Mejoras propuestas

La Dirección Nacional de Vialidad se encuentra elaborando un Plan de mejora del corredor de manera tal de optimizar su operación y mejorar las condiciones de seguridad vial.

En este sentido se contemplan las siguientes obras:

a. VARIANTES:

La Soberanía – Uspallata - Palmira

b. OBRAS DE SEGURIDAD:

Tramo Uspallata – Las Cuevas (base del Túnel): cobertizos, terceras trochas y pavimentación de banquetas.

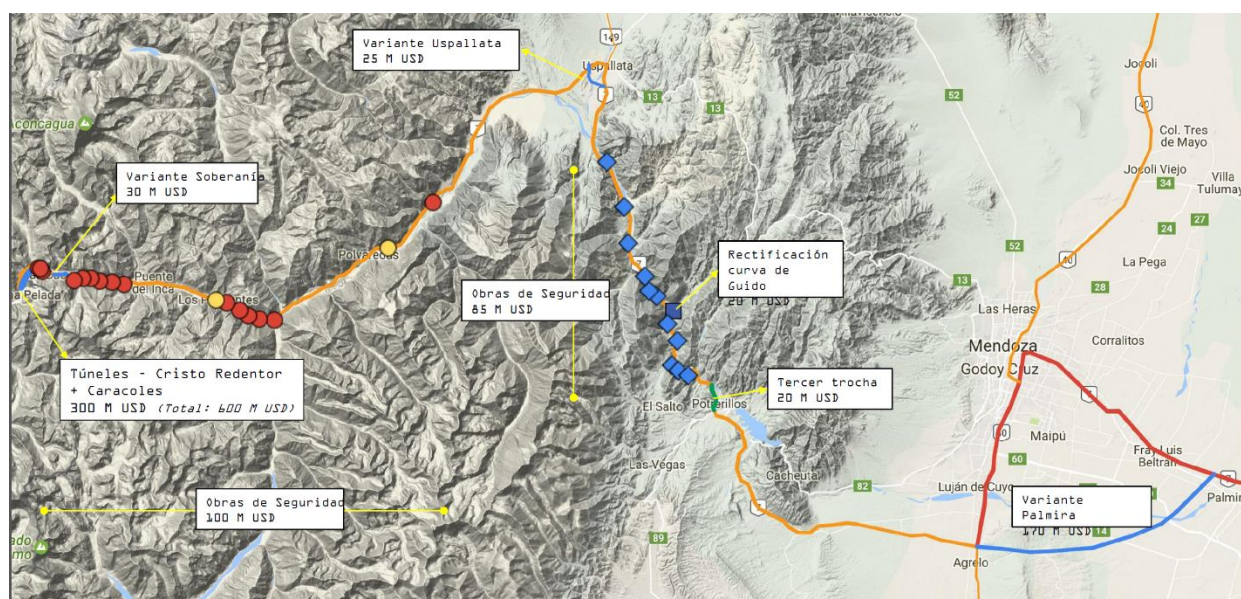
Tramo Potrerillos – Uspallata: cobertizos, terceras trochas, ensanche de túneles y pavimentación de banquetas.

c. RECTIFICACIÓN DE CURVA GUIDO

d. CONSTRUCCIÓN DE TERCERA TROCHA Y REHABILITACIÓN EN TRAMO CURVA DE LAS AVISPAS.

Inversión total sobre territorio Argentino - USD 750.000.000





### **Plan de mejoras sobre el Corredor RN 7 – Paso Cristo Redentor**

## **9.3 Descripción de las principales obras**

### **9.3.1 Variante La Soberanía**

Localización geográfica: RN N° 7, desde la Progr. 1227 (Horcones) hasta Progr. 1787 (Ingreso a Túnel Caracoles).

Descripción del Proyecto: Construcción Segunda calzada en variante. Consiste en la utilización de parte de la actual zona de Vías entre la Progresiva 1227 (Horcones) de la RN N° 7 y hasta la Progr. 1232 (Ingreso al Túnel Caracoles), como calzada de sentido ascendente. En una longitud de vías de 7900 m aproximadamente.

Para el ingreso a la vía ascendente se estima necesario construir un terraplén que comunique la traza de vías con la calzada y de igual manera a la salida a la curva previa al Centro de control de peaje.

Inversión estimada: USD 30.000.000

<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ubicado entre los km 1227 y 1232 de la RN 7 (poco antes del túnel)</li> <li>✓ Consiste en la construcción de segunda calzada utilizando parte de la actual zona de vías abandonadas, destinada a ser la mano ascendente.</li> <li>✓ Construcción de terraplenes de acceso desde la ruta actual.</li> <li>✓ El proyecto se encuentra a nivel de Anteproyecto</li> </ul>	<p>Finalización de Proyecto: segundo semestre de 2018</p> <p>Licitación de obra: fines de 2018</p> <p>Inversión: 30.000.000 USD</p>
---	---



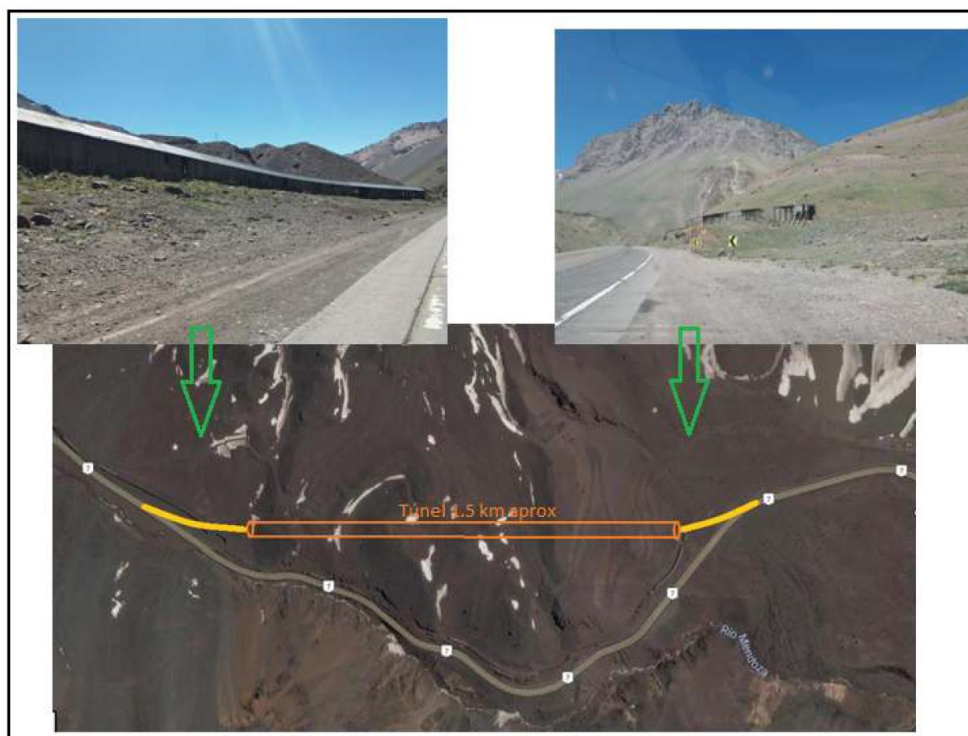
### Estudio de factibilidad construcción de túnel de 1,5 km de longitud

La Dirección Nacional de Vialidad considera que la zona presenta en temporada invernal uno de los puntos que más recursos demanda en las tareas de despeje por acumulación de nieve, congelamiento de las vertientes que llegan a la calzada, los fuertes vientos, y sumado a ello, el cerro proyecta sombra sobre el camino durante todo el día.

Además, desde el punto de vista geomorfológico, se presenta un suelo inestable, sensible a las aguas provenientes del deshielo y a los movimientos sísmicos, produciéndose a menudo caída de rocas de gran tamaño que atentan contra la seguridad del usuario. Con el fin de flanquear estos obstáculos es que se ha propuesto el estudio de factibilidad de construcción de un túnel, teniendo en cuenta el entorno humano, medio ambiental, restricciones climáticas y de terreno.







**Figura: croquis del túnel propuesto por DNV**

### 9.3.2 Variante Uspallata

Localización geográfica: RN N° 7, Tramo: Regimiento de Infantería de Montaña – Acceso a Aduana.

Descripción del Proyecto: Desvío de carga pesada, mínima incidencia sobre zonas productivas, intersecciones a distinto nivel, accesos a aduana y a áreas de saneo ambiental existente y desarrollo de estación permanente de control de pesos y dimensiones.

Inversión: USD 25.000.000

### 9.3.3 Repavimentación: Tramo Uspallata(km1148.92) – Punta de Vacas(1204.86)

Se encuentra en elaboración el proyecto que contempla las siguientes obras de recuperación y adecuación, las cuales brindarán aproximadamente 56 km de Ruta Segura:



- Bacheo de calzada, limpieza y sellado de grietas y fisuras a lo largo de la sección

- Microaglomerado en frío a lo largo de toda la sección
- Pavimentación de banquetas en 1.50m a 1.80m de ancho
- Prolongación 3° tramo km 1167.4 a km1168.9
- Colocación de Barandas, reemplazo de pretilas
- Reemplazo de juntas de puentes.

- ✓ Construcción de diversas obras de seguridad entre la ciudad de Uspallata y el acceso al Túnel
- ✓ Obras propuestas: 16 cobertizos que sirvan como protección contra las avalanchas que producen la interrupción del tránsito, especialmente en época invernal. Construcción de banquetas pavimentadas y terceras trochas de sobrepaso (a determinar en factibilidad)
- ✓ Ubicación de obras actualmente en estudio, sin proyecto definido.

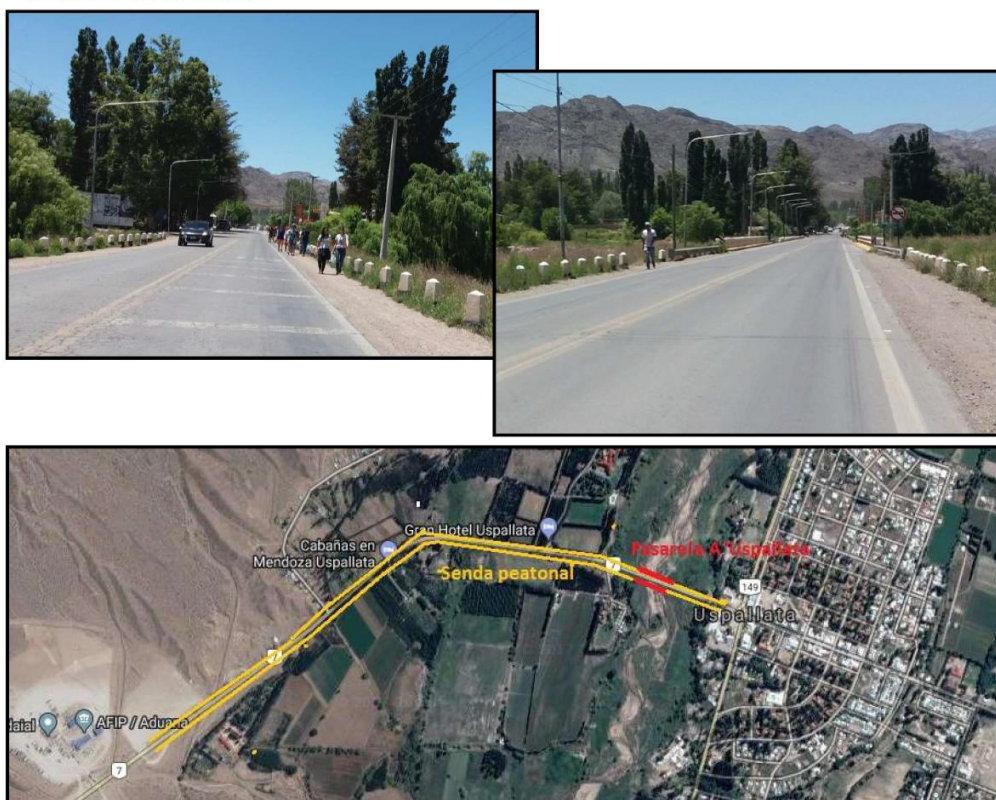
Finalización de Proyecto:	Fines de 2018
Licitación de obra:	Principios de 2019
Inversión:	100.000.000 USD



#### 9.3.4 Construcción de ciclovía y pasarelas peatonales en Pte A° Uspallata

La obra contempla cubrir con las necesidades de traslado peatonal entre la Villa de Uspallata y los barrios ubicados al oeste, hoteles y áreas de esparcimiento, el complejo aduanero y el campamento de Vialidad Nacional, dado que en la actualidad se desplazan por la banquina generando un potencial riesgo de siniestros vial.

Para ello la construcción de pasarelas en el puente y una senda en ambos lados de la ruta por una longitud aproximada de 2.5km brindaría seguridad al conjunto de usuarios de la zona.



**Figura: Ubicación de la ciclovía en Uspallata. Fuente: DNV**

### 9.3.5 Problemas aluvionales de Quebrada seca

La RN 7 en el km 1166 atraviesa un gran abanico aluvial.

En temporada estival las fuertes lluvias provocan grandes arrastres de material sobre el lugar conocido como Quebrada Seca, provocando sucesivos depósitos de material elevando el fondo natural del cauce.



### 9.3.6 Protección caída de rocas

Es necesario el despedrado y protección con mallas y redes en los siguientes sectores:

- Entre los km 1178.10 a km 1178.70.
- Entre los km 1185.5 a km 1186.8, túnel 12 y 13 y km 1204

### **9.3.7 Muro de contención km 1195 -Cerro amarillo**

Construcción de muro de contención en todo el desarrollo del cerro amarillo.

### **9.3.8 Rectificación curva km 1200.5**

Esta curva presenta un trazado cerrado que ha ocasionado siniestros viales.



*Imagen de la curva km 1200.5. Fuente DNV*

### **9.3.9 Refuerzo y reconstrucción veredas de puentes Rio Mendoza, Rio Vacas y Rio Horcones**

Los puentes mencionados presentan veredas premoldeadas en voladizo, es necesario su refuerzo estructural para evitar el colapso de las mismas.

### **9.3.10 Dársena para control de Gendarmería e ingreso a báscula DNV– km 1203**

Actualmente los controles se realizan sobre la calzada, siendo propicio la construcción de dársenas para evitar deformaciones en la carpeta y brindar mayor seguridad en el sector.

### **9.3.11 Repavimentación: Tramo Punta de Vacas(km 1204.86) – Las Cuevas(km1235)**

La DNV propone las siguientes obras de recuperación y adecuación:



- Demolición y reconstrucción total de losas de hormigón y su correspondiente saneamiento de base.
- Reconstrucción cunetas laterales de desagüe
- Pavimentación de banquetas en 1.50m a 1.80m de ancho
- Prolongación de alcantarillas
- Prolongación 3° tramo km 1225.4 a km1227
- Colocación de Barandas, reemplazo de pretilas, defensas de hormigón
- Reemplazo de juntas de puentes.
- Colocación de balizas para nieve

#### **9.3.12 Ensanche Pte A° Santa María km1212.8**

#### **9.3.13 Prolongación cobertizo Penitentes km 1213.2**

La boca de ingreso en sentido ascendente de progresivas se ve afectada por la caída de avalanchas en época invernal, siendo necesario su prolongación en 50 metros aproximadamente en sentido este.

#### **9.3.14 Reconstrucción y ensanche Pte A° Los Puquios km 1216**

La DNV ha diagnosticado que la estructura se encuentra severamente dañada con peligro de colapso.

#### **9.3.15 Acceso seguro a puente del Inca km 1218**

Se trata de una Zona turística con importante cantidad de giros a la izquierda, restaurantes y parada de buses.



### 9.3.16 Acceso a Parque Aconcagua- rectificación de curva km1223

En este punto ocurren habitualmente siniestros viales, el más grave de ellos ocurrió en 2017 con 19 fallecidos.



### 9.3.17 Iluminación túnel 14

El proyecto consiste en el reemplazo de luminarias y cableado por nuevas tecnologías, se propone iluminación central relevando la posición original de los hastiales.



**Figura: Situación actual del Túnel 14. Fuente: DNV Distrito 4**

### **9.3.18 Mejora de Cobertizo puesto de peaje y control Las Cuevas**

La DNV ha propuesto mejorar este sitio. Esto hace conveniente revisar la propuesta del proyecto presentado por la Consultora Geocontrol que ha considerado no modificar este punto de la obra.





### 9.3.19 Variante Uspallata

La DNV ha propuesto realizar una nueva traza conforme al plan de ordenamiento territorial vigente, dado que la urbanización de la Villa alcanzó sobre el trazado actual de la RN 7.



**Fuente DNV. Distrito 4**

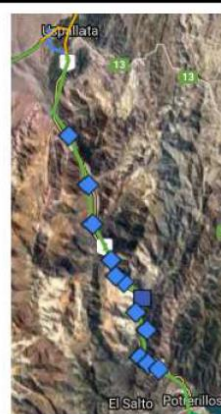
### 9.3.20 Repavimentación: Tramo Potrerillo(km1095) – Uspallata (km1148.92)

La DNV ha propuesto las siguientes obras de recuperación y adecuación para contar con 54 kilómetros de Ruta Segura:

- Bacheo de calzada, limpieza y sellado de grietas y fisuras a lo largo de la sección
- Microaglomerado en frío a lo largo de toda la sección
- Pavimentación de banquetas en 1.50m a 1.80m de ancho
- Dársenas de control puesto Los Árboles
- Sistemas de defensa contra caída de rocas
- Colocación de Barandas, reemplazo de pretilas
- Reemplazo de juntas de puentes.

- ✓ Construcción de diversas obras de seguridad entre la ciudad de Potrerillos y Uspallata
- ✓ Obras propuestas: construcción de muros de contención, rectificación de curvas y densas. Construcción de banquetas pavimentadas y terceras trochas de sobrepaso (a determinar en factibilidad)
- ✓ Ubicación de obras actualmente en estudio, sin proyecto definido.

Finalización de Proyecto: Fines de 2018  
Licitación de obra: Principios de 2019  
Inversión: 100.000.000 USD



**Fuente: DNV. Distrito 4**

### 9.3.21 Dársenas para puesto de control Gendarmería km 1110

Actualmente los controles se realizan sobre la calzada, siendo propicio la construcción de dársenas para evitar deformaciones en la carpeta y brindar mayor seguridad en el sector.



**Fuente: DNV. Distrito 4**

### 9.3.22 Rectificación curvas km1119, km 1134.5 y km1135.8

Se considera conveniente modificar el trazado de estas curvas por la falta de consistencia del trazado de las mismas con el resto del tramo.



**Fuente: DNV. Distrito 4**

### 9.3.23 Variante de Guido

Debido a la geomorfología del cerro y a la traza actual, se ha propuesto la rectificación de la curva. Además es importante dar solución a la continua caída de rocas y arena en cualquier momento del año.

Se propone realizar un cobertizo de 2.5 km de longitud en la traza actual.

- ✓ Ubicada en el km 1114 de la RN 7
- ✓ Consiste en la rectificación de curva peligrosa mediante desmonte de roca, túnel o construcción de variante. Es necesario realizar estudios preliminares y Licitación Proyecto Ejecutivo.

Finalización de Proyecto:	Fines de 2018
Licitación de obra:	Principios de 2019
Inversión:	30.000.000 USD

**Fuente: DNV. Distrito 4**

### 9.3.24 Ruta segura Lujan de Cuyo – Potrerillos

Finalmente se espera realizar un ramo de ruta segura para este sector de manera de brindar un mejor y seguro servicio a los usuarios del Corredor.

- ✓ Ubicada entre la RN 40 y la localidad de Potrerillos
- ✓ Consiste en la repavimentación, pavimentación de banquetas y construcción de terceras trochas de sobrepaso en pendientes.
- ✓ La tercer trocha en la curva de Agua de Las Avispas se encuentra en Anteproyecto. El resto se realizará por administración de DNV.

Finalización de Proyecto:	Principios de 2018
Licitación de obra:	Primer semestre de 2018
Inversión:	40.000.000 USD



**Fuente: DNV. Distrito 4**

## 9.4 Impacto de las mejoras y valoración económica

Como ya se ha dicho no hay precisiones en cuanto a la manera de cuantificar los beneficios de las obras de mejora.

No obstante tomando como referencia la experiencia internacional es posible estimar el impacto de las mejoras en términos relativos comparados con la situación inicial.

Por otro lado uno de los aspectos críticos es la determinación del valor de la vida y de los siniestros, en primer lugar porque en cada país resultan diferentes y aún dentro del mismo país los antecedentes son dispares.

No obstante ello se hace a continuación una consideración a este aspecto tomando en cuenta referencias nacionales e internacionales.

### 9.4.1 Valoración de la Vida

A los efectos de tomar valores referenciales para la evaluación de los proyectos de mejora del corredor se ha considerado la propuesta elaborada en la Universidad Nacional de La Plata presentada en el XVII Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> “LOS SINIESTROS VIALES: UNO DE LOS COSTOS MÁS IMPORTANTES DE LA MOVILIDAD”. Autores: Inga. María Dolores Ruiz, Inga. Elisa Frígoli Albert y otros. UNLP. XVII Congreso Argentina de vialidad y Tránsito, 24 al 28 de Octubre 2016 – Rosario, Santa Fe

Se transcribe lo expresado en este trabajo:

*Valoración de las víctimas de un siniestro (base 2008)*

*Al estudiar la relación entre las categorizaciones de víctimas producto de un siniestro y el consecuente factor económico que surge por su pérdida o acción reparadora, se puede establecer, el siguiente cuadro de situación:*

*Víctima fatal:*

*Edad media de la víctima: 40 años, consecuentemente 20 años de potencial actividad perdida.*

*Salario medio mensual de la víctima: \$5.000.-*

*Con Tasa de actualización del 12%, cada fallecido significaría aproximadamente una pérdida de \$2971156 (U\$S198077)*

*Heridos Graves:*

*En función a los guarismos considerados por el Ministerio de Salud de la Provincia de*

*Buenos Aires, los gastos hospitalarios equivalen en promedio a \$5.500.- diarios, en cuidados intensivos. Si se considera un tiempo promedio de acuerdo a las internaciones verificadas en el Hospital Gral. San Martín de La Plata, de un mes de internación en el pabellón de Alta Complejidad traumática, equivale a \$165.000.-*

*En cuanto a la imposibilidad de concurrencia laboral, se consideran 6 meses sin trabajar (sueldo medio \$5000.)= \$30.000.- Total= \$195.000.*

*No obstante los esfuerzos, en función a las experiencias internacionales, se sabe que aproximadamente un 20% de los heridos graves, fallece.*

*Promedio de pérdidas por Herido grave: \$285.500. (U\$S19050)*

*Heridos Leves:*

*Para esta categorización de víctima, el Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires considera un gasto al Estado de \$2500 en honorarios, insumos y hotelería hospitalaria y \$6000 en pérdidas sufridas que afectan al trabajo de la víctima.*



*Total: \$8.500. (U\$570)*

*Este procedimiento es muy criticado por el bajo valor que se le da a la víctima. Queremos aclarar que valorando sólo los beneficios de reducción de víctimas calculadas por este método nos dio altamente viable la implementación de dos rotondas en la provincia de Buenos Aires.*

*Agregamos otra forma de referirse el valor de la vida en relación con la severidad de los accidentes, esto puede ser aplicado para cualquiera de los tres métodos.*

Los valores indicados entre paréntesis corresponden al valor expresado en Dólares americanos al valor de conversión de la época del estudio.

Por otra parte el mismo documento expresa otra forma de considerar el valor de la vida para el caso de fallecidos y lesionados en siniestros viales:

***Método de la disposición al pago.*** También denominado de la “valoración contingente” o de las “preferencias declaradas o reveladas”, basado en encuestas en donde se pregunta a los entrevistados qué cantidad de dinero estarían dispuestos a pagar para beneficiarse de una determinada reducción en el riesgo de sufrir un accidente. Los que los economistas denominan como “el valor de la vida”, es en realidad la disposición a pagar por reducir el riesgo de accidente.

*Este método tuvo sus primeros desarrollos en el campo de la valoración de bienes medioambientales, para extenderse después al ámbito de la seguridad y la salud de los individuos. En general, es utilizado para asignar un valor económico a aquellos bienes que no son de mercado, es decir, aquellos que no pueden valorarse acudiendo al mercado libre para conocer su precio de compra y de venta.*

*Este método es el que se está imponiendo en los estudios económicos sobre seguridad vial.*

*En el proyecto UNITE se recomienda como valor medio de una vida estadística para Europa 1,5 millones de euros por persona. Para los heridos graves y leves se recomienda aplicar un 13% y un 1% del valor recomendado para una vida estadística.*

*En el trabajo de Miller (2000) se revisa en profundidad la literatura internacional disponible sobre los valores estadísticos de la vida. No obstante, y teniendo en cuenta que los valores recogidos por este autor fueron estimados en distintos sectores de la economía y distintas condiciones de riesgo, el problema es dilucidar hasta qué punto estos valores pueden transferirse al sector transportes, ya que cada día existe más evidencia de que estos valores son específicos para cada contexto e incluso modo de transporte. Sin embargo el trabajo de*



*Miller es una de las pocas referencias existentes en la literatura que presenta estimaciones del VEVH para países de América Latina, realizadas a partir de transferencias de los valores del resto de países.(De Rus et al(2006))*

Valor de una vida estadística. Estimaciones para América Latina.

País	Rango de valores		Mejor estimación	PBI/cápita
	Límite inferior	Límite superior		
Argentina	1.000	1.500	1.200	8,720
Brasil	500	900	680	4,820
Chile	600	900	650	4,598
México	500	800	500	3,529
Perú	300	800	360	2,490
Uruguay	700	1.100	820	5,857
Venezuela	400	800	520	3,678
Media Mundial	630	900	650	4,608
EE UU	3.300	4.500	3670	28,206
Unión Europea	2.500	3.600	2730	20,714

Fuente: Miller (2000). Los valores están expresados en miles de dólares de 1995.Citado en De Rus et al. (2006).

Por otro lado iRAP recomienda<sup>3</sup>:

*Las dos formas principales usadas en países desarrollados para estimar los valores del costo de las colisiones son los métodos de Capital Humano (CH) y Disposición a Pagar (DAP), pérdida de ingreso, y daño a la propiedad. Algunos métodos de CH también incluyen los costos de dolor y sufrimiento causados por la muerte o lesión. Cuando esto se agrega al cálculo, se considera que el enfoque aun así subestima el verdadero costo de una colisión ya que se concentra en los costos económicos.*

*El enfoque DAP se basa en los resultados de las encuestas donde se pregunta a la gente cuándo pagaría por reducir tipos específicos de riesgo. Por lo tanto, se trata de medir el valor que tiene la prevención de las colisiones viales, es decir, la cantidad que la sociedad está dispuesta a pagar para prevenir las colisiones. Si bien este es un enfoque más adecuado desde el punto de vista teórico ya que refleja mejor todos los costos sociales y económicos de las muertes y*

<sup>3</sup> Fuente: <http://toolkit.irap.org/default.asp?page=management&id=1>

*lesiones, también presenta algunos problemas metodológicos (en particular, el desarrollo de instrumentos de encuestas, y el costo de recolectar datos apropiados).*

*Aunque se recomienda el enfoque DAP, se reconoce que el costo de desarrollar este enfoque para un país individual podría hacerlo poco viable. Por esta razón, se desarrolló el método de la Regla General (Rule of Thumb) como parte del Programa Internacional de Evaluación de Carreteras (iRAP) para ser usado en la evaluación del programa en países de bajos y medianos ingresos. Este método utiliza la información de aquellos países que ya han llevado a cabo cálculos de DAP y analiza la relación entre el valor estadístico de la vida y el Producto Interno Bruto (PIB) per cápita. **Se sugiere que una regla general razonable para calcular el valor estadístico de la vida es multiplicar el PIB per cápita por 70 (con un rango entre 60 y 80 para la prueba de sensibilidad).** El análisis del iRAP también brinda un método para calcular el número de lesiones graves en un país ya que a menudo éstas son bastante subestimadas en las estadísticas oficiales.*

#### **9.4.2 Impacto de las mejoras**

Una primera forma de valorizar los resultados es con un indicador cualitativo en relación a la cantidad de kilómetros de carreteras seguras. En este sentido, tomando en cuenta la extensión del corredor y el objetivo trazado por la DNV, se espera que al finalizar el proyecto se cuente con 221.6 kilómetros de rutas seguras (incluyendo los 25 km de la variante Palmira- Agrelo).

Por otro lado es posible estimar el efecto de las mejoras tomando como referencia los estudios realizados por organismos referentes en la materia, según se detalla en los apartados siguientes.

#### **9.4.3 Estimación del impacto de las mejoras en el corredor**

A continuación se señala para cada mejora incluida en el proyecto el efecto estimado por fuentes referenciales.

##### **Pavimentación de banquetas.**

Fuente: <http://toolkit.irap.org/default.asp?page=treatment&id=32&hl=shoulder>

Cuando un conductor ingresa accidentalmente a la banquina de la vía, el riesgo de que colisione será menor si el vehículo puede detenerse en la berma o si puede regresar con seguridad al carril de tránsito.

El vehículo estará en mejores condiciones de hacer ambas maniobras si la berma es lo suficientemente ancha y si las llantas o neumáticos del vehículo se pueden adherir a la superficie de la berma.

Una vía que tenga la superficie sellada permite que las llantas tengan una mejor adherencia. Cuando un vehículo se sale de vía, especialmente si esto ocurre a alta velocidad, resultará más fácil que se detenga o que regrese a la vía si las llantas del vehículo se pueden adherir a la superficie de la berma.

Una berma con suficiente ancho permite que el conductor dirija el vehículo hacia la vía en un ángulo menos agudo, evitando que el conductor ajuste excesivamente el timón y facilitando su incorporación al tránsito.

La medida tiene un nivel medio de costo, una duración estimada del tratamiento 5 a 10 años y una efectividad del 25 a 40% sobre los siniestros viales.

Las bermas demasiado anchas representan un riesgo si se usan como un carril adicional.

#### Beneficios:

- Reduce las colisiones frontales y por salirse de la vía.
- Las banquetas más anchas permiten que los vehículos se salgan de la vía en situaciones de emergencia y que tengan un espacio libre del tránsito de paso (sin embargo, pueden ocurrir colisiones cuando los vehículos intentan retornar al tránsito).
- Las banquetas selladas proveen un espacio seguro para los ciclistas y se pueden demarcar como carriles para bicicletas o ciclovías.
- Las banquetas selladas proveen apoyo estructural al pavimento de la vía.
- El sellado puede reducir los desniveles en el borde (donde haya una diferencia entre la altura de la superficie de rodado y la altura de la berma). Los desniveles en el borde pueden dificultar que los vehículos que hayan salido de la vía retornen a ella.

#### Construcción de trocha adicional

Fuente: <http://toolkit.irap.org/default.asp?page=treatment&id=3>

En vías de alta velocidad, pueden ocurrir colisiones frontales y por pérdida de control cuando los conductores tratan de adelantar a otros vehículos. Los carriles de adelantamiento ayudan a los vehículos que van en un sentido del tránsito a realizar el adelantamiento de manera segura, contribuyendo así a mejorar el flujo vehicular.

La congestión vehicular es considerada un desafío, especialmente en países en desarrollo. La construcción de carriles adicionales para mejorar la capacidad de las vías es costosa, pero se pueden agregar carriles para tramos cortos a fin de mejorar el flujo vehicular y brindar oportunidades de adelantamiento que sean seguras y de bajo costo. Si se les brinda la oportunidad de adelantar de forma segura y regular, los conductores serán menos propensos a realizar maniobras de adelantamiento peligrosas.

Por lo general, los carriles de adelantamiento se utilizan en arterias de alta velocidad cuando hay una mezcla de tránsito que circula más rápido y más lento. En terrenos montañosos, algunos vehículos (especialmente vehículos pesados) tendrán que conducir a menor velocidad. Un carril adicional en pendientes muy empinadas (carriles de bajada) o en tramos cuesta arriba (carriles para vehículos lentos o carriles de subida) puede ser usado por otros vehículos para pasar con seguridad.

Otra opción son los apartaderos para vehículos lentos. Estos son tramos cortos de carriles acotados o adicionales donde los vehículos lentos pueden hacerse a un lado para ser adelantados. Los apartaderos para vehículos lentos pueden ser más apropiados que los carriles de adelantamiento cuando los volúmenes de tránsito son bajos o cuando resultaría muy costoso construir un carril de adelantamiento.

La medida presenta Costos elevados, una duración del tratamiento de 10 a 20 años y, su efectividad frente a eventuales siniestros es de 25 a 40%.

Beneficios:

- Reduce el riesgo de colisiones por adelantamiento
- Mejora el flujo vehicular
- Brinda una zona despejada adicional (área libre de peligros laterales a la vía).

### **Iluminación de túneles**

Fuente: “El Manual de Medidas de Seguridad Vial”. Rune Elvick & Truls Vaa. Edición en español año 2006.

A partir de estudios en Noruega y Suiza puede estimarse que la iluminación en túneles puede reducir un 35% los siniestros con víctimas en su interior.

### **Mejoramiento de curvas horizontales**

Fuente: <http://toolkit.irap.org/default.asp?page=treatment&id=23>

Las curvas horizontales inesperadamente cerradas pueden producir colisiones cuando los conductores intentan pasarlas a alta velocidad.

En vías angostas, los vehículos pueden cruzarse en el camino de un vehículo que se aproxima en curvas cerradas, o pueden impactar contra bermas y zonas peatonales.

Existen varias maneras de modificar el alineamiento horizontal de una vía para mejorar la seguridad. Estas incluyen incrementar el radio de la curva, brindar curvas de transición (para facilitar la transición gradual de conducir desde los tramos rectos de la vía hacia las curvas), eliminar curvas compuestas o mejorar la super-elevación.

El alineamiento horizontal de los accesos a la intersección puede realinearse para mejorar la distancia de visibilidad o para reducir las velocidades de aproximación y reforzar la prioridad en la intersección (por ejemplo, en un empalme).

La medida tiene altos costos aunque una duración del tratamiento de 20 a más años, con una efectividad de 25 a 40% en la reducción de siniestros con víctimas.

Beneficios:

- Reduce el riesgo de colisiones frontales.
- Reduce el riesgo de colisiones por salida de la vía.
- Mejora el flujo vehicular

### **Instalación correcta de barandas de protección**

Fuente: <http://toolkit.irap.org/default.asp?page=treatment&id=28>

Se usan barreras de seguridad para evitar que los vehículos 'fuera de control':

- salgan de la vía y colisionen contra los peligros laterales de la vía o rueden cuesta abajo por una pendiente (barreras al costado de la carretera)
- crucen el carril con tránsito contrario (vea las barreras medianeras).

Están diseñadas para absorber el impacto de las colisiones de manera que minimicen las lesiones. Existen tres tipos principales de barreras de seguridad.

Las barreras flexibles generalmente se hacen con cables que se tienden entre postes removibles. Las barreras flexibles son la mejor opción para minimizar lesiones a los ocupantes de vehículos.

Las barreras semirrígidas suelen hacerse con vigas de acero. Estas tienen menos deflexión que las barreras flexibles, por lo que se pueden colocar más cerca del peligro cuando el espacio es limitado.

Las barreras rígidas con frecuencia se hacen de concreto y no tienen deflexión. Se deben usar barreras rígidas solo cuando no debe haber deflexión por una barrera semirrígida o flexible.

Muchos de los beneficios del uso de las barreras derivan de la reducción de la gravedad de las colisiones. Aunque puede ocurrir una colisión, es posible que la consecuencia sea menor que si hubiera colisionado con el objeto protegido por la barrera.

La medida tiene costos de mediana envergadura, una duración del tratamiento de 10 a 20 años y una efectividad del 40 a 60% en relación a la mejora de las consecuencias de los siniestros viales.

Se recomienda prestar especial atención a los sistemas de transición entre sistemas de protección y a los terminales de los mismos.

Beneficios:

Cuando se diseñan de manera apropiada, las barreras deberían reducir la gravedad de las colisiones en las que estén involucrados vehículos 'fuera de control'.

### **Reconstrucción y rehabilitación de carreteras**

Fuente: "El Manual de Medidas de Seguridad Vial". Rune Elvick & Truls Vaa. Edición en español año 2006.

La reconstrucción o rehabilitación de carreteras, incluyendo la señalización y mejoras al trazado ha sido analizado para condiciones rurales ha sido estudiado en diversos países, dando como resultado una reducción media de un 20% en la cantidad de siniestros con víctimas fatales.

### **Protección de obstáculos**

Fuente: <http://toolkit.irap.org/default.asp?page=treatment&id=29>

En este caso se consideran como tales las protecciones de los muros de contención y muros de portales de túneles.

Las colisiones entre los vehículos que se salen de la vía y los peligros laterales a la vía son un problema serio de seguridad vial.

Los peligros laterales a la vía pueden incluir:



- árboles
- afloramientos de rocas
- mobiliario vial como señales y postes de luz
- puestos instalados muy cerca a la vía
- barrancos, quebradas y drenajes abiertos.

En la medida de lo posible se deben eliminar los peligros laterales a la vía. Los árboles ofrecen beneficios (ya que brindan sombra para los peatones y disminuyen la erosión del suelo) pero los árboles y postes (de más de 100 mm de diámetro) que están cerca del borde de la carretera pueden representar un peligro serio.

Algunas veces los peligros que no pueden retirarse pueden reemplazarse por equipos (postes de luz y de señalización) que están diseñados para colapsar al ser impactados. En otros casos, la vía puede ser realineada o se pueden construir barreras de seguridad entre el peligro y la vía.

La medida presenta costos de bajo impacto, una duración del tratamiento de 5 a 10 años y una efectividad 25 a 40% frente a la gravedad de los siniestros viales.

Beneficios:

- Reduce la gravedad de las colisiones por salida de la vía.
- Reduce los costos de reparación del mobiliario vial asociado con el daño causado por las colisiones.

### **Rectificación de curvas inconsistentes y ensanchamiento de tramos rectos.**

Fuente: <http://toolkit.irap.org/default.asp?page=treatment&id=12>

El ancho del carril influye en la seguridad, especialmente en ciertos lugares clave de la vía. Los vehículos preferentemente abarcan más de un carril en las curvas que en los tramos rectos, y cuando los conductores accidentalmente (o de manera intencional) 'recortan la curva' pueden ocurrir colisiones frontales en las curvas.

El ensanchamiento del carril en una curva puede reducir el riesgo de colisiones frontales al proveer mayor espacio para que los conductores giren sin invadir el carril contrario. De manera similar, el ensanchamiento de los carriles de giro puede mejorar la seguridad, especialmente en el caso de vehículos grandes. El ensanchamiento de los carriles en los tramos rectos de las vías que tienen múltiples carriles puede disminuir las colisiones laterales.

En las vías urbanas, el ancho de los carriles suele fluctuar entre 2.75 y 3.75 metros. Las vías rurales que tienen menos de 3.0 metros de ancho generalmente tienen tasas más altas de colisiones, por lo que se recomienda carriles con un ancho de 3.5 metros (excepto cuando la presencia de ciclistas indique la necesidad de carriles más anchos). Usualmente, en las zonas urbanas, es más seguro que los carriles cerca de las intersecciones que tienen semáforos sean más angostos que los carriles de alta velocidad en tramos rectos de la vía.

La medida es de costos medio a alto, tiene una duración eficaz del tratamiento de 5 a 10 años y una efectividad de 25 a 40% en la reducción de siniestros viales.

Beneficios:

- Reduce las colisiones frontales.
- Reduce las colisiones por salirse la vía
- Reduce las colisiones laterales.
- Mejora la circulación del tránsito.

### **Construcción de canalizaciones adecuadas en intersecciones**

Fuente: “El Manual de Medidas de Seguridad Vial”. Rune Elvick & Truls Vaa. Edición en español año 2006.

En Noruega el 40 % de los siniestros vial con daños a personas se producen en intersecciones. Las formas más frecuentes de siniestros en intersecciones son las colisiones fronto-laterales entre vehículos y atropellos a peatones. Una de las medidas para mejorar la seguridad vial en las intersecciones es la canalización de los flujos, que tiene por objetivo:

- Segregar los flujos entre sí para reducir con ello el área de conflicto.
- Ofrecer una buena visibilidad en las intersecciones.
- Definir patrones de conducción y señalar con claridad la vía con preferencia.

Los efectos alcanzados en la construcción de carriles de giro a izquierda en intersecciones en T pueden reducir hasta un 27% los siniestros con víctimas fatales.

### **Construcción de ciclovías**

Fuente: <http://toolkit.irap.org/default.asp?page=treatment&id=1>

Los carriles para ciclistas se hacen mediante la asignación de parte de la vía para este medio de transporte o mediante la construcción de vías separadas.

Los carriles y las vías para bicicletas deben formar una red que conecte a las viviendas, escuelas, centros de trabajo, establecimientos recreativos y áreas comerciales estar bien integrados con cruces y puentes peatonales, y permitir cruzar las vías de manera segura evitar que el ciclista tenga que apearse de la bicicleta con frecuencia.

Los carriles para ciclistas en las vías se deben asignar en el borde exterior de la superficie de la vía. Deben tener entre 1.5 y 3 metros de ancho. Cuando el volumen de tránsito sea mayor y se maneje a alta velocidad, se necesitarán carriles más anchos para que haya más espacio entre el tránsito y las bicicletas.

Los carriles para ciclistas en las vías se pueden demarcar con pintura y a intervalos regulares se puede colocar el símbolo de la bicicleta. También se puede pintar la superficie de color para aumentar su visibilidad. Esto resulta útil en entornos complejos, como en las intersecciones. Se pueden crear carriles para ciclistas en las vías mediante el uso del espacio vial pavimentado o al pavimentar o sellar la berma de la vía.

Cuando la velocidad del tránsito es baja y no hay gran número de ciclistas que justifiquen una ciclovía, se pueden colocar señales de advertencia que recuerden a otros usuarios de la vía que los ciclistas también hacen uso de ella.

Las vías separadas para ciclistas son más seguras que los carriles adjuntos a las vías y se pueden usar como parte de los carriles en las vías para evitar tramos que no sean seguros debido a la afluencia de vehículos motorizados y de bicicletas. Es frecuente que las vías separadas para ciclistas se compartan con los peatones. Se deben señalizar las vías de tal manera que se aliente a los ciclistas a ceder el paso a los peatones y para que estos se mantengan en un lado de la vía.

Las vías separadas para ciclistas deben tener entre 2 y 5 metros de ancho (considerando ambos sentidos), dependiendo de la función (solo para bicicletas o compartidas) y del volumen de bicicletas y peatones.

La medida es de costos bajos a medios, tiene una duración del tratamiento de entre 10 a 20 años, si se hace en calzada separada con una efectividad del 25 a 40% de reducción de siniestros con estos usuarios.

#### Beneficios:

- Aumenta la seguridad de los ciclistas.
- Incrementa el uso de bicicletas

## 10 Conclusiones y recomendaciones

A partir del análisis practicado sobre la documentación del proyecto y de la visita técnica es posible concluir que:

- Se han incorporado las medidas recomendadas para conformar un paso seguro en los túneles para su definición final una vez que se encuentren ampliados ambos túneles (Caracoles y Cristo Redentor), lo cual se ajustará a las normativas de la Unión Europea para estos casos.
- No obstante se recomienda, en la medida de lo posible reconsiderar la curva de salida del portal argentino del Túnel Caracoles por cuanto su radio es muy próximo al mínimo admisible, se encuentra en un punto de cambio de iluminación y además por la cercanía del Peaje podrían darse situación de congestión no advertidas por los usuarios para las condiciones físicas señaladas. Esto se puede constituir en un punto de potencial peligro de siniestros, más considerando que este punto del túnel cuenta con estadísticas más elevadas de riesgos de siniestros.
- En cuanto al corredor de la Ruta Nacional 7, se observa que se han incorporado numerosas mejoras, dentro de las posibilidades económicas y ajustadas a las características topográficas de su emplazamiento. En este sentido se recomienda prestar atención a la eliminación o protección adecuada de los obstáculos fijos cercanos a la calzada, tales como obras de arte o muros de contención.
- Además se recomienda reponer las barandas de protección de manera tal que su nivel de contención sea adecuado al porte de los vehículos presentes en el Corredor y que las mismas se encuentren certificadas en cuanto a su comportamiento eficaz frente a un posible impacto de estos vehículos.
- Por otra parte se destaca que parece conveniente que en el proyecto definitivo y/o los Pliegos para la contratación de la obra se incluyan las medidas de seguridad vial y auditorías de seguridad vial durante el periodo de construcción de las mejoras.
- Finalmente se señala que se espera que en la Fase 2 se contemplen efectivamente todas las medidas de protección e ITS esbozadas en esta etapa de manera tal de alcanzar los niveles de seguridad considerados.

Es posible considerar los beneficios de las mejoras al corredor mediante un indicador cualitativo asociado a la cantidad de kilómetros del mismo que contarán con mejores condiciones de seguridad.

En cuanto a la cuantificación económica de las medidas de seguridad vial, tal como se señaló a lo largo del presente informe no es precisa su determinación por cuanto no se cuenta con el proyecto ejecutivo final y al mismo tiempo el país no cuenta con información de resultados de medidas de mejora implementadas que puedan ser tomadas en cuenta, como así también

la determinación precisa del valor de la vida para Argentina. Es por ello que puede adoptarse a modo referencial lo enunciado en el apartado pertinente en relación al valor estadístico de la vida en el país y considerar un porcentaje conservador de reducción de víctimas asociado a una eficacia media de las medidas a implementar, tomando en cuenta el periodo de análisis del estudio económico.

## **11 Respaldo digital**

Se adjunta al presente informe el respaldo digital mencionado en el mismo.

## **12 Bibliografía y documentación de referencia**

- Directiva Europea sobre seguridad en túneles de la Red Europea de Transportes (2004/54/EC)
- Real Decreto de España 635/2006.
- Decreto 32/2018. Normas de pesos y dimensiones en Argentina
- Manual de Seguridad en Túneles de PIARC (Asociación Mundial de Carreteras) disponibles en la web: <https://www.piarc.org>
- Documentos digitales publicados por PIARC, elaborado por el Comité técnico de Túneles (C.4): Experiencia con incidentes significativos en túneles de carretera, Capítulo 5, Capítulo 3. Disponibles en: <https://www.piarc.org>
- Toolkit de seguridad vial. Programa internacional de asesoramiento para carreteras seguras iRAP, documentos disponibles en: [www.irap.net](http://www.irap.net)
- “El Manual de Medidas de Seguridad Vial”. Rune Elvick & Truls Vaa. Edición en español año 2006.

*Ing. Juan E. Rodríguez Perrotat*

*Consultor especialista en infraestructura y seguridad vial*

## 13 Anexo 1

### Información adicional de tránsito en el Corredor bajo estudio. Año 2016

Fuente: Dirección Nacional de Vialidad (página web institucional)

Ruta: 0007

Nº Distrito	Distrito	Límites del Tramo	Ini.	Fin	TMDA
4	Mendoza	EMP.R.N.40 (F.SUP.) - ACC.A DESTILERIA YPF	1054.34	1063.41	7650

Censo Cobertura

Clasificación

Año	Mes	Horas	Autos y Ctas.	Bus	S/A	C/A	Semi	TMD	Cant. Puestos
2016	7	48	63.9	1.7	8.9	2.5	23	6143	1

Velocidad Estimador	Liv	Otros
P85	93.2	79.4
VM	77.6	68.8

#### Referencias

Autos y Ctas. vehículos livianos: autos y camionetas

Bus ómnibus de larga distancia

S/A camiones sin acoplado, ómnibus de corta distancia y combis de pasajeros



### Referencias

C/A	camiones con acoplado
Semi	camiones con semi-remolque
Otros	todas las categorías que no son vehículos liviano

DNV GPIC - SPPV - División Tránsito

Año: 2016

[Atras](#)

Ruta: 0007

Nº Distrito	Distrito	Límites del Tramo	Ini.	Fin	TMDA
4	Mendoza	ACC.A DESTILERIA YPF - ACC.A POTRERILLOS	1063.41	1095.42	5087

Información adicional de la Estación Permanente

Serie Histórica

Año	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
TMDA	4318	4116	4447	4841	5483	5591	4881	5019	5087

Clasificación

Promedio Anual

Año	Autos y Ctas.	S/A	Bus-C/A-Semi
2016	75.5	5	19.5

## Censo Cobertura

## Clasificación

Año	Mes	Horas	Autos y Ctas.	Bus	S/A	C/A	Semi	TMD	Cant. Puestos
2016	2	48	75.2	1.5	4.9	1	17.4	4938	1
2016	9	48	71.8	2.7	5.3	1.6	18.6	4609	1

VelocidadEstimador	Liv	Otros
P85	120	92.3
VM	95	77.1

## Hora de Diseño y Distribución por Sentido

H30	Asc/Desc
912	17/83

## Referencias

Autos y Ctas. vehículos livianos: autos y camionetas

Bus ómnibus de larga distancia

### Referencias

S/A	camiones sin acoplado, ómnibus de corta distancia y combis de pasajeros
C/A	camiones con acoplado
Semi	camiones con semi-remolque
Otros	todas las categorías que no son vehículos liviano

DNV GPIC - SPPV - División Tránsito

Año: 2016

[Atras](#)

Ruta: 0007

Nº Distrito	Distrito	Límites del Tramo	Ini.	Fin	TMDA
4	Mendoza	USPALLATA - ACC.AL PUENTE DEL INCA (I)	1141.19	1218.7	3061

Información adicional de la Estación Permanente

Serie Histórica

Año	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
TMDA	2238	2156	2219	2269	2497	2312	2321	2838	3061

Clasificación

Promedio Anual

Año	Liv	S/A-Bus-C/A-Semi
2016	64.5	35.5

## Censo Cobertura

## Clasificación

Año	Mes	Horas	Autos y Ctas.	Bus	S/A	C/A	Semi	TMD	Cant. Puestos
2016	1	48	75.9	1.9	3.3	0.9	18	4759	1
2016	9	48	57.2	3.8	3.4	1.1	34.5	2322	1

VelocidadEstimador	Liv	Otros
P85	83.3	74.9
VM	68.2	60.5

## Hora de Diseño y Distribución por Sentido

H30	Asc/Desc
295	66/34

## Referencias

Autos y Ctas. vehículos livianos: autos y camionetas

#### Referencias

Bus	ómnibus de larga distancia
S/A	camiones sin acoplado, ómnibus de corta distancia y combis de pasajeros
C/A	camiones con acoplado
Semi	camiones con semi-remolque
Otros	todas las categorías que no son vehículos liviano

## 14 Anexo 2

### Registro de siniestros viales en el Corredor bajo estudio

Fuente: Dirección Nacional de Vialidad, Distrito 4 – Mendoza

Año 2016							
<b>Tramo Guaymallén - Intersección RN40/RN7</b>							
Zona_descripcion	kilometro	Tipo_de_Via_descripcion	Tipo_de_Accidente_descripcion	muerto	heridos_grave	heridos_leve	cantidad_tot.
Urbana	1037	Autopista	2 Coli. en calzada contra otro objeto no fijo Atropello Peatón	1			1
Total			1	1	0	0	1
<b>Tramo Intersección RN40/RN7 - Potrerillos</b>							
Zona_descripcion	kilometro	Tipo_de_Via_descripcion	Tipo_de_Accidente_descripcion	muerto	heridos_grave	heridos_leve	cantidad_tot.
Rural	1054.58997	Convencional	1 Coli. en calzada c/otro vehi. Circu. COLA				2
Rural	1056	Convencional	1 Coli. en calzada c/otro vehi. Circu. ANGULO				2
Rural	1057	Convencional	2 Coli. en calzada contra otro objeto no fijo Atropello Ciclista			1	1
Rural	1060	Convencional	1 Coli. en calzada c/otro vehi. Circu. ROCE LATERAL			1	2
Rural	1060	Convencional	1 Coli. en calzada c/otro vehi. Circu. ROCE LATERAL			2	2
Rural	1060	Convencional	1 Coli. en calzada c/otro vehi. Circu. ANGULO			1	2
Rural	1063	Convencional	2 Coli. en calzada contra otro objeto no fijo Animal Sobre Calzada				1
Rural	1072	Convencional	1 Coli. en calzada c/otro vehi. Circu. ROCE LATERAL			4	2
Rural	1072	Convencional	1 Coli. en calzada c/otro vehi. Circu. COLA			1	2
Rural	1077	Convencional	3 Sin colisión en calzada Vuelco en Calzada	1			1
Rural	1078	Convencional	1 Coli. en calzada c/otro vehi. Circu. ROCE LATERAL			2	2
Rural	1079	Convencional	1 Coli. en calzada c/otro vehi. Circu. COLA			1	2
Rural	1083	Convencional	2 Coli. en calzada contra otro objeto no fijo Animal Sobre Calzada				1
Rural	1083	Convencional	5 Salida de vía sin colisión Desbarranco				1
Rural	1086	Convencional	3 Sin colisión en calzada Vuelco en Calzada			1	1
Rural	1087	Convencional	6 Otro Accidente			2	1
Rural	1090	Convencional	6 Otro Accidente				1
Rural	1090	Convencional	1 Coli. en calzada c/otro vehi. Circu. FRONTAL		2		2
Rural	1092	Convencional	6 Otro Accidente			2	1
Rural	1092	Convencional	1 Coli. en calzada c/otro vehi. Circu. MULTIPLE			1	3
Rural	1093	Convencional	2 Coli. en calzada contra otro objeto Material Sobre Calzada			3	1
Rural	1095	Convencional	1 Coli. en calzada c/otro vehi. Circu. FRONTAL				2
Total			22	1	2	22	35
<b>Tramo Potrerillos - Uspallata</b>							
Zona_descripcion	kilometro	Tipo_de_Via_descripcion	Tipo_de_Accidente_descripcion	muerto	heridos_grave	heridos_leve	cantidad_tot.
Rural	1110	Convencional	1 Coli. en calzada c/otro vehi. Circu. FRONTAL			4	2
Rural	1112	Convencional	5 Salida de vía sin colisión Vuelco Fuera de Calzada			2	1
Rural	1112	Convencional	5 Salida de vía sin colisión Vuelco Fuera de Calzada			2	1
Rural	1112	Convencional	5 Salida de vía sin colisión Otro			3	1
Rural	1112	Convencional	5 Salida de vía sin colisión Desbarranco			2	1
Rural	1113	Convencional	1 Coli. en calzada c/otro vehi. Circu. COLA			3	2
Rural	1115	Convencional	1 Coli. en calzada c/otro vehi. Circu. FRONTAL	1	1		2
Rural	1120	Convencional	6 Otro Accidente			1	1
Rural	1121	Convencional	1 Coli. en calzada c/otro vehi. Circu. FRONTAL			3	3
Rural	1121	Convencional	5 Salida de vía sin colisión Otro				1
Rural	1122	Convencional	6 Otro Accidente				1
Rural	1129	Convencional	1 Coli. en calzada c/otro vehi. Circu. FRONTAL			1	2
Rural	1130	Convencional	3 Sin colisión en calzada Otro				1
Rural	1132	Convencional	5 Salida de vía sin colisión Desbarranco			2	1
Rural	1132	Convencional	1 Coli. en calzada c/otro vehi. Circu. FRONTAL			2	2
Rural	1133	Convencional	3 Sin colisión en calzada Otro				1
Rural	1136	Convencional	6 Otro Accidente				1
Rural	1137	Convencional	5 Salida de vía sin colisión Vuelco Fuera de Calzada			1	1
Rural	1138	Convencional	4 Salida de vía con colisión Alcantarilla			1	1
Rural	1141	Convencional	1 Coli. en calzada c/otro vehi. Circu. MULTIPLE			2	3
Total			20	1	1	29	29



<b>Tramo Uspallata - Las Cuevas</b>							
Zona_descripcion	kilometro	Tipo_de_Via_descripcion	Tipo_de_Accidente_descripcion	muertos	heridos_graves	heridos_leves	cantidad_tot
Rural	1142	Convencional	6 Otro Accidente			1	1
Rural	1148	Convencional	1 Coli. en calzada c/otro vehi. Circu. COLA			1	2
Rural	1148	Convencional	4 Salida de vía con colisión Otro Objeto Fijo				1
Rural	1148	Convencional	1 Coli. en calzada c/otro vehi. Circu. COLA			1	2
Rural	1149	Convencional	2 Coli. en calzada contra otro objeto no fijo Animal Sobre Calzada				1
Rural	1153	Convencional	5 Salida de vía sin colisión Vuelco Fuera de Calzada			2	1
Rural	1154	Convencional	4 Salida de vía con colisión Otro Objeto Fijo			1	1
Rural	1157	Convencional	5 Salida de vía sin colisión Vuelco Fuera de Calzada			1	1
Rural	1161	Convencional	1 Coli. en calzada c/otro vehi. Circu. MULTIPLE			2	3
Rural	1165	Convencional	6 Otro Accidente			1	1
Rural	1165	Convencional	6 Otro Accidente			2	1
Rural	1165	Convencional	5 Salida de vía sin colisión Vuelco Fuera de Calzada			2	1
Rural	1165	Convencional	3 Sin colisión en calzada Vuelco en Calzada			1	1
Rural	1165	Convencional	4 Salida de vía con colisión Otro Objeto Fijo			1	1
Rural	1168	Convencional	1 Coli. en calzada c/otro vehi. Circu. COLA			2	2
Rural	1170	Convencional	5 Salida de vía sin colisión Desbarranco			2	1
Rural	1170	Convencional	1 Coli. en calzada c/otro vehi. Circu. COLA			2	2
Rural	1173	Convencional	1 Coli. en calzada c/otro vehi. Circu. FRONTAL			3	2
Rural	1174	Convencional	1 Coli. en calzada c/otro vehi. Circu. COLA			5	2
Rural	1175	Convencional	6 Otro Accidente			2	1
Rural	1176	Convencional	5 Salida de vía sin colisión Otro				1
Rural	1178	Convencional	6 Otro Accidente				1
Rural	1178	Convencional	6 Otro Accidente				1
Rural	1179	Convencional	5 Salida de vía sin colisión Desbarranco	1			1
Rural	1180	Convencional	6 Otro Accidente				1
Rural	1180	Convencional	5 Salida de vía sin colisión Vuelco Fuera de Calzada			1	1
Rural	1183	Convencional	3 Sin colisión en calzada Vuelco en Calzada			2	2
Rural	1185	Convencional	1 Coli. en calzada c/otro vehi. Circu. ROCE LATERAL			1	2
Rural	1185	Convencional	7 Se Ignora			1	1
Rural	1190	Convencional	5 Salida de vía sin colisión Desbarranco			1	1
Rural	1190	Convencional	3 Sin colisión en calzada Vuelco en Calzada			1	1
Rural	1190	Convencional	5 Salida de vía sin colisión Vuelco Fuera de Calzada		1		1
Rural	1195	Convencional	5 Salida de vía sin colisión Desbarranco		1		1
Rural	1199	Convencional	5 Salida de vía sin colisión Vuelco Fuera de Calzada			1	1
Rural	1201	Convencional	5 Salida de vía sin colisión Vuelco Fuera de Calzada	1			1
Rural	1203	Convencional	6 Otro Accidente			5	1
Rural	1206	Convencional	1 Coli. en calzada c/otro vehi. Circu. FRONTAL			1	2
Rural	1208	Convencional	3 Sin colisión en calzada Vuelco en Calzada				1
Rural	1210	Convencional	6 Otro Accidente			2	1
Rural	1218	Convencional	3 Sin colisión en calzada Vuelco en Calzada			1	2
Rural	1218	Convencional	3 Sin colisión en calzada Caída en Ocupante			1	1
Rural	1220	Convencional	5 Salida de vía sin colisión Vuelco Fuera de Calzada				1
Rural	1222	Convencional	3 Sin colisión en calzada Vuelco en Calzada			2	1
Rural	1223	Convencional	3 Sin colisión en calzada Vuelco en Calzada			1	1
Rural	1225	Convencional	5 Salida de vía sin colisión Vuelco Fuera de Calzada				1
Rural	1228	Convencional	3 Sin colisión en calzada Vuelco en Calzada			2	1
Rural	1228	Convencional	1 Coli. en calzada c/otro vehi. Circu. MULTIPLE				3
Rural	1229	Convencional	5 Salida de vía sin colisión Desbarranco				1
Rural	1230	Convencional	1 Coli. en calzada c/otro vehi. Circu. FRONTAL			2	2
Rural	1230	Convencional	5 Salida de vía sin colisión Vuelco Fuera de Calzada				1
Rural	1230	Convencional	5 Salida de vía sin colisión Vuelco Fuera de Calzada				1
Rural	1230	Convencional	5 Salida de vía sin colisión Otro				1
Rural	1230	Convencional	5 Salida de vía sin colisión Vuelco Fuera de Calzada				1
Rural	1230	Convencional	5 Salida de vía sin colisión Desbarranco			1	1
Rural	1232	Convencional	1 Coli. en calzada c/otro vehi. Circu. FRONTAL			1	2
<b>Total</b>		<b>55</b>		<b>2</b>	<b>2</b>	<b>59</b>	<b>71</b>
<b>Tramo Las Cuevas - Limite con Chile (Túnel)</b>							
Zona_descripcion	kilometro	Tipo_de_Via_descripcion	Tipo_de_Accidente_descripcion	muertos	heridos_graves	heridos_leves	cantidad_tot
Rural	1234	Convencional	1 Coli. en calzada c/otro vehi. Circu. FRONTAL				2
<b>Total</b>		<b>1</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>

---

## 15 Anexo 3

### Visita técnica a la zona de obra

Fecha: 3 y 4 de abril de 2018

Objetivo: Realizar un recorrido de reconocimiento al corredor de la R7 y los túneles Caracoles y Cristo Redentor a los efectos de visualizar la situación actual y su correspondencia con las propuestas de mejoras propuestas. Sostener entrevistas técnicas con autoridades y técnicos del Distrito 4 de la Dirección Nacional de Vialidad para obtener información adicional relevante para el estudio técnico de seguridad vial.

Equipo de visita: consultor y profesionales responsables de los proyectos en el distrito 4 de la DNV, encabezados por el ingeniero responsable del proyecto.

Resultados: Se obtuvo la información de los siniestros ocurridos en el corredor para los años 2016 y 2017. Se obtuvo información complementaria de los proyectos en curso para la mejora del corredor. Se tomó un sinnúmero de registros fotográficos del corredor. Fue posible identificar recomendaciones a las propuestas que fueron señaladas a los integrantes del equipo técnico asignado para la visita.