

**OPERACION TUNELES
CRISTO REDENTOR Y CARACOLES**

AUTORES:

Ing. HECTOR D. RODRIGUEZ PUERTA

**Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios
Dirección Nacional de Vialidad
4º Distrito – Mendoza
Pedro Molina Nº 748 – Mendoza – República Argentina
Teléfono Nº 0054 261 4256928
Fax Nº 0054 261 4236592
e-mail: hdanielr@gmail.com**

Ing. RAUL E. RAMÍREZ TORRES

**Ministerio de Obras Públicas – Chile
Dirección de Vialidad
Moneda 1040, 4º piso Santiago Chile
Teléfono: 056 2 698 5724
Fax: 056 2 671 1650
e-mail: raul.ramirez.t@moptt.gov.cl**

OPERATION OF CRISTO REDENTOR AND CARACOLES TUNNELS

AUTHORS:

Eng. HECTOR D. RODRIGUEZ PUERTA
Ministry of Federal Planning, Public Investments and Services
National Roads Administration, Argentina
4th District – Mendoza
Address: Pedro Molina N° 748, Mendoza, Argentina
Phone: 54-261-4256928
Fax: 54-261-4236592
E-mail: hdanielr@gmail.com

Eng. RAUL E. RAMIREZ TORRES
Ministry of Public Works
Roads Directorate
Address: Moneda 1040, 4º piso
Santiago, Chile
Telephone: 056 2 6985724
Fax: 056 2 6711650
e-mail: raulramirez.t@moptt.gov.cl

RESUMEN

El túnel Cristo Redentor, con 3.080 m. de longitud, está ubicado en el límite chileno – argentino a más de 3.000 m.s.n.m.y comunica las localidades de Los Andes y Mendoza, situadas en Chile y Argentina respectivamente. Fue diseñado, proyectado y construido en la década del setenta, y puesto en servicio en el año 1980, con la metodología y tecnología existente en la época. Es la única obra que ha tenido desde sus inicios una administración bilateral, existiendo acuerdos que permitieron llevar adelante tan importante obra, que es el Paso Internacional con mayor tránsito entre Chile y Argentina.

En la actualidad se cuenta con regulaciones acordadas por ambos países que dicen relación con la operación propiamente dicha de este túnel. En la misma se distinguen la operación normal, operación de emergencias, operación en época de invierno, y operación ante transporte de cargas peligrosas.

Dado los años de servicio del túnel, la nueva demanda de tránsito existente y las nuevas tecnologías, es necesario la renovación y complementación de los sistemas instalados, para lo cual ambos países están estudiando el tema. Actualmente se ha iniciado el Estudio de Ingeniería de un Sistema de Ventilación que deberá estar terminado en Mayo del presente año 2006.

ABSTRACT

The Cristo Redentor Tunnel, 3,080 m long, is located on the chilean-argentinian border, more than 3,000 m. above the sea level, and it connects the provinces of Los Andes in Chile and Mendoza in Argentina. It was designed, projected and built in the seventies. The tunnel was opened to traffic in year 1980, displaying the best methodologies and technologies existing at that moment.

It is the only facility which has had a bi-national administration, which has been achieved through successful agreements between the countries. Currently, it is the most important pass that connects Chile and Argentina.

At present, the agreements existing between both countries regulate the management of the tunnel, which includes normal operation, operation in emergencies, and operation for transportation of dangerous loads.

After many years of continued service, with increasing traffic demand and considering the new technologies available, the renewal and complementation of the existing system are very necessary. Accordingly, both countries are studying the subjects. Recently, the Engineering Study for a Ventilation System has been initiated, and it is expected to be issued in May, during this year 2006.

OPERACION TUNELES CRISTO REDENTOR Y CARACOLES

1. - INTRODUCCION

El Túnel Cristo Redentor (TCR) está ubicado a más de 3.180 metros de altitud, en el límite chileno – argentino sobre la ruta internacional que une las localidades de Los Andes y Mendoza de Chile y Argentina respectivamente (ver figuras N° 1 y 2).

FIGURA N° 1. UBICACIÓN TÚNELES CRISTO REDENTOR Y CARACOLES



Por este paso se produce un importante intercambio comercial y turístico, el que se hace a través del túnel Cristo Redentor puesto en servicio en Mayo de 1980, y por el túnel Caracoles habilitado al tránsito vial a partir de Noviembre de 1997 para aumentar la capacidad del Paso Los Libertadores y proporcionar condiciones de tránsito más expeditas y seguras.

El Cristo Redentor es el túnel principal, consta de 2 vías y opera con tránsito en ambas direcciones (ver Fig. N° 3), en tanto el Caracoles es de una sola vía limitado además por su gálibo útil, éste es utilizado para diferentes operaciones: operando como túnel de servicio, como alternativa en casos de emergencias, por reparaciones del túnel principal y como vía complementaria para aumentar la capacidad de transporte por el paso fronterizo y asegurar así la continuidad del servicio.

FIGURA Nº 2. PLANO HORIZONTAL TÚNELES CRISTO REDENTOR Y CARACOLES

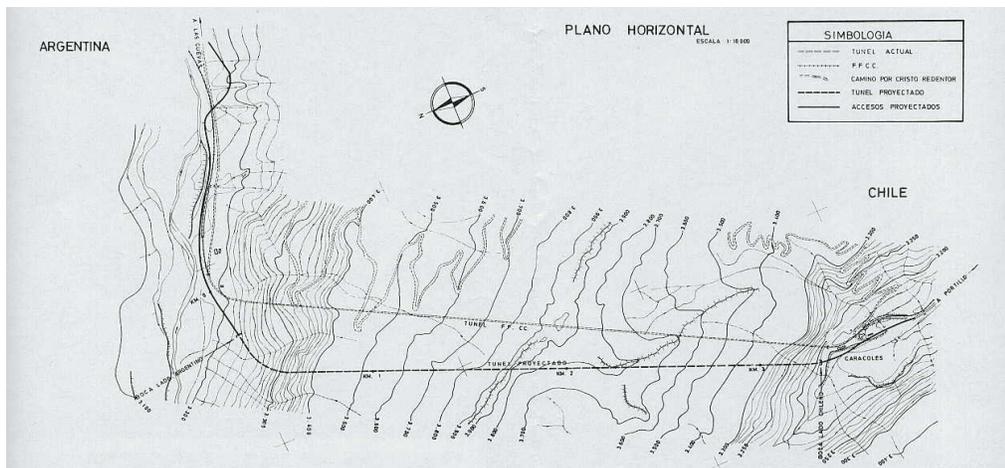
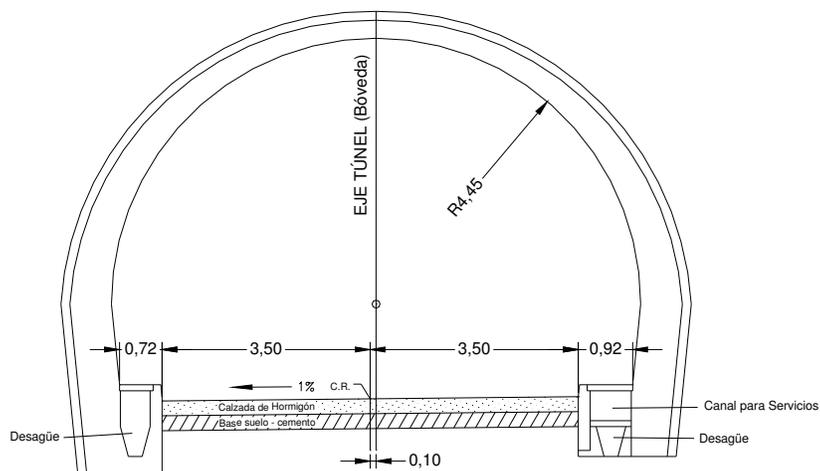


FIGURA Nº 3 PERFIL TRANSVERSAL TUNEL CRISTO REDENTOR



Esta obra tiene desde sus inicios una administración bilateral, existiendo acuerdos que permiten llevar adelante su operación. Fue diseñado, proyectado y construido en la década del setenta y puesto en servicio en el año 1980, con la metodología y tecnología existente en la época y los principales sistemas instalados son:

- SS/EE alta tensión (Transformadores, tableros distribución, grupo generador, etc.)

- Sistema de Iluminación.
- Sistema de vigilancia y alarma: CCTV, detección de Monóxido de Carbono (Co) sólo en TCR, teléfonos de auxilio en ambos túneles.
- Sistema de señalización: Semáforos, letreros luminosos que indican ubicación de los teléfonos en ambos túneles y sistemas contra incendio.
- Sistema contra incendio: Extintores ubicados en nichos en ambos túneles y red seca solo en TCR.
- Portones en ambos túneles, para cierre por temporales de nieve. El del TCR es automático y con sistema anticongelante.

Dado los años de servicio del túnel y la data de sus sistemas instalados con su vida útil ya cumplida, ha sido necesario readecuar parcialmente parte de estos y reforzar con personal capacitado para la operación de los túneles en su conjunto.

2. - OPERACION

En la actualidad existen acuerdos entre ambos países que regulan la administración del túnel que dicen relación con su operación, para ello se ha diseñado un Reglamento que contempla la Operación Normal y de Emergencia, dentro de esta última se incluyen acciones para operar el paso de cargas peligrosas y como se actúa ante emergencias invernales.

Los requisitos establecidos en el Reglamento están supeditados a las condiciones de infraestructura y operación de los túneles, sujetas a modificación cuando las condiciones reales así lo requieran, previo acuerdo entre las autoridades de aplicación de ambos países (DIRECCION NACIONAL DE VIALIDAD de la República Argentina y la DIRECCION DE VIALIDAD de la República de Chile) .

Todos los años, en el marco del Grupo Técnico Mixto, ambos países analizan el comportamiento del Paso y se toman las medidas, ya sean correctivas o modificatorias, que permitan un buen funcionamiento.

El horario normal de operación de los túneles es el siguiente: 1º de Septiembre al 30 de Abril las 24 hrs. del día y desde el 1º de Mayo al 31 de Agosto entre las 07:30 - 20:30 hrs.

En los últimos 5 años por este paso se registra la siguiente estadística de tránsito señalada en la Tabla N° 1

TABLA Nº 1 VOLUMENES DE TRANSITO

Año	Volumen anual	Vehículos por Cristo Redentor	Vehículos por Caracoles
2001	325.622	324.362	1.260
2002	383.399	382.079	1.320
2003	409.617	408.208	1.409
2004	491.290	488.912	2.378
2005	535.550	534.094	1.456

Para la operación de éstos, se cuenta con el siguiente equipamiento mínimo:

- Un vehículo o maquinaria con capacidad de arrastre hasta de 30 ton, equipado con extintores, gata hidráulica de 30 ton. y un patín (Dollys) de 20 ton.
- Un vehículo de doble tracción con capacidad para un mínimo de 6 personas.
- Un equipo para el mantenimiento de los sistemas de iluminación de acceso y túnel propiamente tal.
- Elementos de protección personal y vestuarios adecuados para el personal de operación (equipos contra incendio y gases nocivos).

El personal de operación de los túneles realiza patrullajes periódicos al interior de los túneles, a fin de detectar alguna anomalía que no sea registrada por el circuito cerrado de televisión.

2.1. - OPERACION NORMAL

Todo vehículo que ingresa al túnel Cristo Redentor es vigilado durante todo su trayecto a través del Circuito Cerrado de Televisión, el cual es controlado por personal ubicado en las casas de máquinas de ambos brocales

Estarán autorizadas para transitar por los túneles todos aquellos vehículos automotores que cumplan con las disposiciones vigentes en cada país en lo que se refiere a las reglamentaciones viales y a los reglamentos de tránsito.

Todo vehículo automotor para poder circular por los túneles deberá estar en buenas condiciones mecánicas y de seguridad. Toda causa o accidente y sus consecuencias mediatas e inmediatas derivadas de la inobservancia

de lo anterior, implicará la adopción de las medidas pertinentes a quienes resulten responsables, de acuerdo a la legislación vigente de cada país.

Está estrictamente prohibido el tránsito peatonal por los túneles, excepto cuando se trate de personal autorizado para realizar tareas de mantenimiento y reparación o de situaciones de emergencia producidas dentro del túnel.

Todo vehículo está obligado a detenerse ante el requerimiento del personal autorizado, y a permanecer detenido el tiempo necesario para la seguridad del tránsito y permitir la ejecución de medidas de control.

Los vehículos deberán transitar por el túnel Cristo Redentor a una velocidad comprendida entre los 40 y 60 Km./h., con excepción de los vehículos que transportan carga peligrosa o sobredimensionadas, que lo podrán hacer a una velocidad máxima de 40 Km./h.

Se prohíbe adelantar, estacionar o detener el vehículo dentro de los túneles, excepto en los casos de fuerza mayor o cuando la señalización u órdenes de la autoridad de aplicación así lo indique. Se entiende por casos de fuerza mayor aquellos producidos por accidentes o desperfectos mecánicos.

Los operadores de los túneles están autorizados para prohibir el paso de vehículos que presenten anomalías

2.1.1 MANEJO DE FLUJO VEHICULAR

Dado que el Paso Los Libertadores cuenta con dos túneles, el Del Cristo Redentor de dos vías y Caracoles de una sola vía, fue necesario establecer el manejo del flujo vehicular a fin de mejorar el standard de servicio, proporcionando condiciones para un tránsito más seguro y expedito.

a) Túnel Del Cristo Redentor

Por éste podrán circular todo tipo de vehículo que cumpla con las normativas vigentes en ambos países.

b) Túnel Caracoles

Dadas sus características físicas (pista única, ancho y altura de gálibo útil), su uso exige la consideración de limitaciones con un ancho máximo de 2,6 m., altura máxima de 3,7 m. Con estas se permite un tránsito unidireccional, pudiendo con cortes del flujo alternarse el paso vehicular en ambas direcciones, siempre comandado por ambas unidades de control.

Un buen manejo de flujo vehicular permite el uso óptimo de esta vía, pudiendo ser utilizada por diferentes tipos de transporte de acuerdo a sus limitaciones.

Los vehículos que transiten por esta vía no deberán superar dentro del túnel la velocidad de 40Km./h.

2.2. - OPERACIÓN DE EMERGENCIA

En atención a que parte de los sistemas instalados no están operativos en la operación de emergencia los incidentes que ocurren en el interior del túnel son detectados por el personal de operación a través del Circuito Cerrado de Televisión, estos proceden según lo establecido en los acuerdos internacionales y el Manual de Operación.

En el caso de que una de las autoridades de aplicación tome conocimiento que un vehículo permanece detenido en el túnel, ya sea por desperfectos mecánicos o por accidente se procede como sigue:

- Alertar de inmediato al operador del otro país.
- Ambas autoridades suspenden de inmediato el tránsito al túnel en sus respectivas entradas.
- El vehículo es atendido preferentemente por el equipo de auxilio del país de destino y remolcado hacia éste, hasta un lugar donde no se interrumpe el flujo de tránsito por el túnel. Cuando la distancia de ingreso es corta, ambas autoridades coordinan la mejor forma de realizar el auxilio.

En caso de foco de incendio en el vehículo detenido se utiliza el extintor ubicado en las paredes laterales de los túneles para combatir el fuego.

Los vehículos que se encuentren en el interior de los túneles no pueden retroceder a menos de mediar una indicación expresa de la autoridad de aplicación en este sentido.

Cuando se detecta que los niveles de concentración de gases y humos en el interior del túnel exceden los niveles permitidos, se procede a efectuar un manejo de tránsito, (detención total, tránsito unidireccional, etc.) hasta que éstos desciendan a los niveles permitidos, 100 ppm de Co y que el Circuito Cerrado de Televisión permita observar con nitidez el flujo vehicular al interior del túnel.

La tabla Nº 2 muestra el número de emergencias registradas durante los últimos 5 años, entre éstas se pueden mencionar como ejemplo pannes eléctricas, de neumáticos, fallas de motor, amago de incendio, etc., cabe señalar que hasta ahora todos los incidentes ocurridos son menores.

2.2.1. -TRANSPORTE DE MATERIALES PELIGROSOS

Este tipo de carga solo está autorizada a circular por el túnel Cristo Redentor, porque no existe una alternativa para la circulación de este tipo de carga. La tabla N° 2 muestra el número de vehículos con transporte de cargas peligrosas los últimos 5 años.

- Se entiende por Materiales Peligrosos aquellos que se encuentran definidos en las recomendaciones relativas al TRANSPORTE DE MATERIALES PELIGROSOS (TRANSPORT OF DANGEROUS GOODS), de la Organización de las Naciones Unidas.
- Los vehículos que transportan este tipo de carga tienen la obligación de llevar rotulado, conforme a las normas internacionales, el tipo de material transportado.
- Los Operadores del túnel autorizan, en el horario que establezcan, la circulación de vehículos que transportan materiales peligrosos.
- Los transportes de materiales peligrosos se efectúan conforme a las legislaciones y reglamentaciones vigentes en ambos países y acuerdos internacionales sobre la materia.
- Los Operadores pueden exigir cuando lo consideren oportuno, la habilitación del vehículo para transportar ese producto, el permiso en el cual se indique el itinerario, manual de instrucciones para emergencias, el matafuego correspondiente a la carga etc.
- Antes del ingreso al túnel el conductor del vehículo informa al Operador del transporte de materiales peligrosos, a fin de recibir las instrucciones pertinentes para el cruce.
- El Operador realiza una inspección visual del vehículo para detectar eventuales anomalías. En el caso de comprobarse alguna, no se autorizará el ingreso del vehículo al túnel.
- Los vehículos que transporten materiales peligrosos sólo podrán llevar como pasajeros a aquellas personas relacionadas con la conducción del vehículo, atención de la carga y eventuales emergencias.
- Mientras circulen vehículos que transporten materiales peligrosos, se debe suspender el tránsito en ambos sentidos por el túnel.
- Los vehículos que transporten este tipo de materiales no deberán superar dentro del túnel la velocidad de 40Km./h.

TABLA Nº 2 CARGAS PELIGROSAS Y EMERGENCIAS

	2001	2002	2003	2004	2005
Cargas peligrosas	9.409	10.563	11.498	11.899	11.587
Emergencias	21	21	16	32	45

Con la coordinación en terreno y la ejecución de los acuerdos internacionales entre ambos países se ha logrado llevar a cabo una operación eficiente, lo que ha permitido un tránsito seguro y expedito durante los años de servicio.

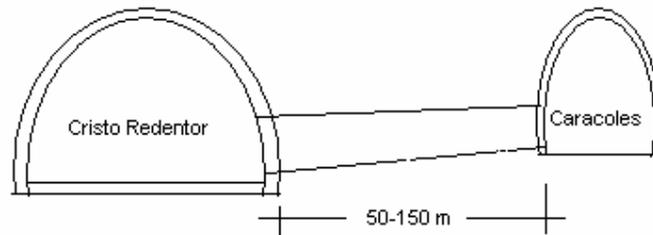
3. - ACTUALIZACION Y EQUIPAMIENTO

Dado los años de servicio del túnel, la creciente demanda de tránsito y las nuevas tecnologías existentes, hacen necesario renovar y complementar los sistemas instalados, ambos países están estudiando el tema.

Por la composición del tránsito, 60% de vehículos pesados y por ser un Túnel de mas de 3.000 m, el equipamiento mínimo necesario para brindar condiciones de seguridad en el túnel debería ser el siguiente:

- Actualizar el Sistema de Iluminación, complementándolo con iluminación de emergencia.
- Actualizar el Sistema de CCTV, a color y con Detección Automática de Incidentes.
- Actualizar el Sistema de Señalización y Control, complementándolo con Paneles de Señalización Variable.
- Actualización Sistema Contra Incendio
- Instalar un Sistema de Ventilación, complementado con Software de Control para la operación automática o manual de los Sistemas.
- Instalar Grupos Generadores de Emergencia, para operar parte de los Sistemas Instalados.
- Construcción de Galerías de Interconexión entre ambos túneles para evacuación peatonal en caso de emergencia (ver Fig. Nº 4).

FIGURA Nº 4. GALERIAS DE INTERCONEXION



Actualmente se está realizando el estudio de un sistema de ventilación para el túnel Cristo Redentor, este contemplará analizadores de gases, opacímetros, medidores de presión y velocidad de vientos para comandar el sistema en forma automática o manual cuando las condiciones lo requieran.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Juan Marcet, por su cordial invitación a participar en el Seminario "Operación y Seguridad en Túneles" que se realizará en San Juan Argentina.

BIBLIOGRAFÍA

Manual de Operación de los túneles Cristo Redentor y Caracoles