



**CRITERIOS DE EVALUACIÓN VISUAL DE ESTADO DE ESTRUCTURAS  
PARA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO APLICADO A  
INFRAESTRUCTURA VIAL**

Proyecto de Título para optar al Título de Constructor Civil

Estudiante:  
Carlos Chalán Castañeda

Profesor guía:  
Leopoldo De Miguel Jara

Fecha:  
Mayo 2019  
Santiago, Chile

## RESUMEN

En el presente proyecto para optar al título de Constructor Civil, elegí estudiar una metodología de inspección utilizando criterios de evaluación visual del estado de estructuras, para ser aplicado a infraestructura vial de Autopistas Concesionadas por el Ministerio de Obras Públicas de Chile, el desarrollo de este trabajo esta basado en La Concesión Autopista Central que formó parte del primer programa de Concesiones Urbanas, impulsado por el Ministerio de Obras Públicas en 1995. En Diciembre de 2004, comenzó su operación, transformándose en la primera autopista urbana concesionada de la Región Metropolitana. Posee una extensión de 60,13 km, divididos en dos ejes principales: a) Eje Norte - Sur, su longitud es de 39,47 km y se extiende desde el km 30,70 incluyendo el Nuevo Puente Maipo por el sur, hasta la Circunvalación Américo Vespucio, por el norte, en el sector de Quilicura y b) Eje General Velásquez, su longitud aproximada es de 20,66 km, extendiéndose desde la Ruta 5 Sur (Las Acacias) por el sur, hasta su empalme con la Ruta 5 Norte. Este proyecto vial atraviesa un total de 14 comunas del Gran Santiago. El desarrollo de este trabajo tuvo el apoyo del departamento de conservación quienes me facilitaron información relevante como inventario y registros históricos del mantenimiento rutinario de estructuras y muros de contención.

## SUMMARY

In this project to opt for the title of Civil Builder, I chose to study an inspection methodology using visual evaluation criteria of the State of structures, to be applied to highway infrastructure concession by the Ministry of public works of Chile, the development of this work is based on the concession Central Highway that formed part of the first program of urban concessions, promoted by the Ministry of Public Works in 1995. In December 2004, it began its operation, transforming itself into the first urban highway concession of the metropolitan region. It has an extension of 60.13 km, divided into two main axes: a) north-south axis, its length is 39.47 km and extends from km 30.70 including the new Maipo Bridge to the south, to the Américo Vespucio Ring Road, to the north, in the sector of Quilicura and B) and axis General Velázquez, its approximate length is of 20.66 km, extending from the Route 5 south (the Acacias) by the south, until its junction with the Route 5 north. This road project crosses a total of 14 communes of the great Santiago. The development of this work was supported by the Department of Conservation who provided me with relevant information such as inventory and historical records of the routine maintenance of structures and retaining walls.

# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I:.....</b>	<b>9</b>
<b>1 DIAGNÓSTICO Y METODOLOGÍA .....</b>	<b>9</b>
1.1 ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO .....	9
1.2 OBJETIVO GENERAL.....	9
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	9
1.4 LOCALIZACIÓN .....	10
<b>CAPÍTULO II:.....</b>	<b>13</b>
<b>2 METODOLOGÍA DE INSPECCIÓN VISUAL UTILIZADA .....</b>	<b>13</b>
2.1 DEFINICIÓN DE CRITERIOS:.....	13
2.2 INSPECCIÓN PUENTES Y ESTRUCTURAS:.....	13
2.3 INSPECCIÓN PASARELAS:.....	14
2.4 CLASIFICACIÓN DE DAÑOS EN ESTRUCTURAS:.....	15
2.5 CLASIFICACIÓN DE LA SOCAVACIÓN EN LAS FUNDACIONES: .....	15
<b>CAPÍTULO III:.....</b>	<b>18</b>
<b>3 INSPECCIÓN DE ESTRUCTURAS.....</b>	<b>18</b>
3.1 ESTADO DE PUENTES Y ESTRUCTURAS:.....	18
3.2 METODOLOGÍA DE INSPECCIÓN VISUAL UTILIZADA EN MUROS.....	19
3.2.1 <i>Definición de criterios:</i> .....	19
3.2.2 <i>Inspección de muros de contención:</i> .....	19
3.2.3 <i>Muros de contención:</i> .....	21
3.2.4 <i>Estado de muros de contención:</i> .....	27
<b>CAPÍTULO IV: .....</b>	<b>29</b>
<b>4 CALIFICACIÓN NIVEL DE DAÑO POR ESTRUCTURA.....</b>	<b>29</b>
4.1 CALIFICACIÓN NIVEL DE DAÑO POR ESTRUCTURA ANALIZADA. ....	29
<b>CAPÍTULO V: .....</b>	<b>31</b>

<b>5</b>	<b>JUNTAS DE DILATACIÓN .....</b>	<b>31</b>
5.1	JUNTAS INSTALADAS.....	31
5.1.1	<i>Jointas Jeene</i> .....	31
5.1.2	<i>JUNTA TX-60 Juntas de dilatación con almas metálicas</i> .....	32
5.1.3	<i>Junta TX-250</i> .....	33
5.1.4	<i>Junta TX-250</i> .....	33
5.1.5	<i>WABO InverSeal</i> .....	34
5.1.6	<i>Junta de expansión modular Steelflex</i> .....	35
5.2	INSPECCIÓN VISUAL DE JUNTAS INSTALADAS .....	42
5.2.1	<i>Ficha inspección visual Juntas de dilatación</i> .....	43
5.3	PROCEDIMIENTOS DE EJECUCIÓN PARA RETIRO DE JUNTAS ELASTOMÉRICAS. ....	56
5.3.1	<i>Alcances</i> .....	56
5.3.2	<i>Disposiciones generales</i> .....	56
5.3.3	<i>Materiales</i> .....	56
5.3.4	<i>Pernos de anclaje</i> .....	56
5.3.5	<i>Resina epóxica de anclaje</i> .....	57
5.3.6	<i>Equipos necesarios</i> .....	57
5.4	PROCEDIMIENTOS DE EJECUCIÓN PARA INSTALACIÓN DE JUNTAS ELASTOMÉRICAS. ....	58
5.4.1	<i>Retiro de Junta Existente y Limpieza de la Superficie</i> .....	58
5.4.2	<i>Aplicación de Cama de Apoyo y Fraguado</i> .....	58
5.4.3	<i>Perforaciones, limpieza del Sustrato y anclaje</i> .....	58
5.4.4	<i>Fraguado, Torqueo y Remates de Terminación</i> .....	58
5.5	JUNTA JEENE.....	65
5.5.1	<i>Descripción:</i> .....	65
5.5.2	<i>El sistema JEENE está constituido por tres elementos esenciales:</i> .....	65
5.5.3	<i>Usos:</i> .....	65
5.5.4	<i>Ventajas:</i> .....	66
	<b>CAPÍTULO VI .....</b>	<b>67</b>
<b>6</b>	<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO SISTEMAS DE AMORTIGUACIÓN DE IMPACTOS .....</b>	<b>67</b>
6.1	OBJETIVO:.....	67
6.2	INSPECCIÓN MENSUAL. ....	67
6.3	INSPECCIÓN TRIMESTRAL. ....	68

<b>CAPÍTULO VII .....</b>	<b>72</b>
<b>7 SISTEMA MONITOREO, PUENTE MAIPO .....</b>	<b>72</b>
7.1 DESCRIPCIÓN DE MONITOREO .....	72
7.2 ORIENTACIÓN DE LOS EJES .....	76
7.3 ORIENTACIÓN DE LOS SENSORES Y TIPO DE SOPORTE.....	76
<b>CAPÍTULO VIII .....</b>	<b>81</b>
<b>8 COSTOS DE CONSERVACIÓN Y MONITOREO DE ESTRUCTURAS.....</b>	<b>81</b>
8.1 COSTOS ASOCIADOS A MANTENIMIENTO DE ESTRUCTURAS .....	81
8.2 COSTOS IMPLEMENTACIÓN MONITOREO PUENTE MAIPO .....	82
<b>CONCLUSIÓN .....</b>	<b>83</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>85</b>
<b>ANEXOS: .....</b>	<b>89</b>

SOLO USO ACADÉMICO



## INTRODUCCIÓN

La concesión Autopista Central, Eje Ruta 5 se extiende entre el kilómetro 10,754 de R5 Norte y el kilómetro 29,014 de R5 Sur, atravesando de Norte a Sur toda la zona urbana de la ciudad de Santiago, desde Quilicura hasta la ribera Sur del río Maipo.

Se realizó una inspección de estructuras a desnivel y pasarelas existentes en el tramo en concesión, correspondiente al año 2018. A partir de dicha inspección visual, se realiza la evaluación del estado de las estructuras.

La inspección cuenta con una primera parte donde se presentan los procedimientos utilizados, la evaluación del estado de las estructuras y las conclusiones generales del análisis, donde podemos observar tanto la inspección visual como al levantamiento fotográfico de los principales daños.

Los pasos inferiores cruzan sobre la ruta y permiten el enlace con otras rutas o simplemente el atraveso de una vía secundaria sobre la autopista. Los pasos superiores son estructuras que permiten el paso de una ruta secundaria bajo la autopista, incluidos pasos sobre la vía férrea. Las pasarelas son estructuras para el cruce de peatones sobre las vías expresas y vías locales.

La inspección fue realizada en dos etapas; la primera, orientada a la revisión de estructuras mediante una inspección visual, y la segunda con el objetivo de inspeccionar aquellas que requieren atención especial debido a su estado de conservación.

En este trabajo de título se mostrará criterios de evaluación visual de estado de estructuras y algunos procedimientos de ejecución para retiro e instalación de Juntas de dilatación.



## **CAPÍTULO I:**

### **1 DIAGNÓSTICO Y METODOLOGÍA**

#### **1.1 ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO**

Este proyecto surge por la necesidad de optimizar los procesos de inspección, para detectar en forma temprana los daños visibles productos de un mal mantenimiento. Para mostrar en forma particular lo que se debe inspeccionar se entregarán pautas y algunos registros fotográficos, resumiendo las problemáticas más recurrentes detectadas a lo largo de las visitas realizadas. Esto es muy importante ya que entrega información básica para lograr una correcta inspección y una adecuada programación de los recursos necesarios para el mantenimiento.

#### **1.2 OBJETIVO GENERAL**

Presentar una metodología de evaluación visual de estructuras que permita detectar a tiempo algunos de los problemas más comunes que presentan las estructuras por una deficiente conservación lo que genera daños mayores en el tiempo.

#### **1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ❖ Identificar daños mas recurrentes en las estructuras
- ❖ Realizar fichas de inspección visual
- ❖ Describir procedimiento de ejecución de trabajos
- ❖ Optimizar los procesos con la ayuda de fichas de control

Para garantizar el buen estado de las estructuras es necesario mantener una base de datos que permita conocer la frecuencia de conservación de cada estructura y poder anticipar una correcta solicitud de recursos para el año siguiente.

## 1.4 LOCALIZACIÓN

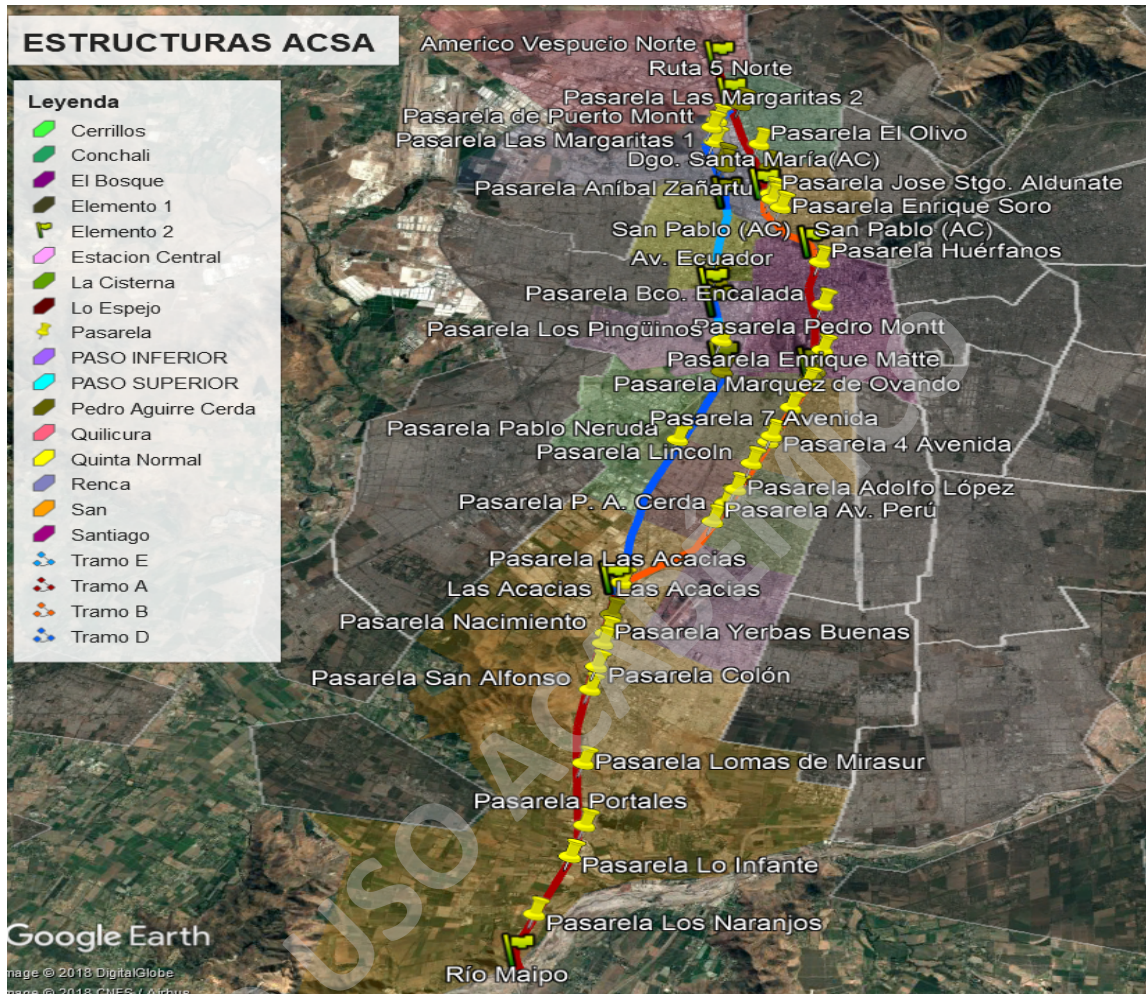
El proyecto fue desarrollado en lugar estratégico dentro de las concesiones viales como es la Concesioaria Autopista Central S.A, Región Metropolitana. Debido a la diversidad de estructuras que tiene para analizar, como Pasarelas, Paso Superiores, Inferiores, Muros de Contención y Puentes.

Figura 1: Mapa de ruta, Autopista Central S.A



Fuente: Sociedad Consecionaria Autopista Central S.A

Figura 2: Mapa de Estructuras Autopista Central S.A



Fuente: Elaboración Propia.

❖ Análisis y registro

Consiste en identificar mediante una inspección visual de las estructuras, basada en fichas de control llenadas en terreno, para luego ser analizadas en profundidad según criterios definidos.

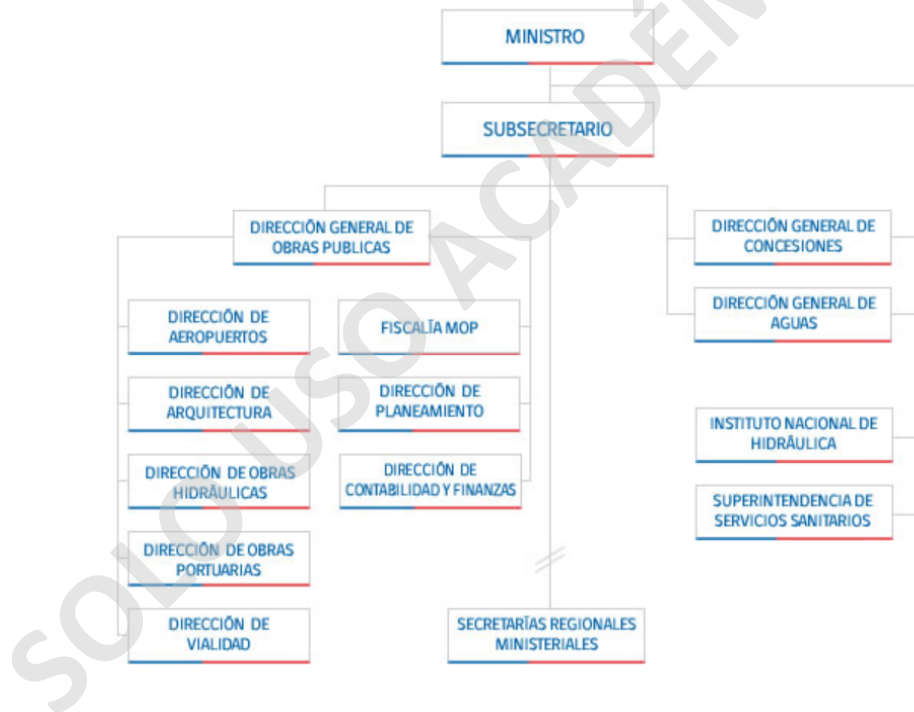
❖ Análisis sustentable

Posterior al sismo ocurrido el 27F del año 2010 la normativa técnica por la cual se rigen las obras publicas “Manual de Carreteras” está actualizada incorporando modificaciones.

El Ministerio de Obras Públicas está constituido por dos Direcciones Generales y una Subsecretaría, todas tienen distintas funciones que cumplir y están encargadas de diferentes tipos de Obras.

Para este trabajo nos enfocaremos en las funciones que tiene la Dirección General de Concesiones, debido a que es la entidad encargada entre otras funciones de fiscalizar tanto la fase de construcción como explotación de las concesiones.

Figura 3: Estructura orgánica MOP



Fuente: MOP, Estructura del Ministerio de Obras Públicas.

La Dirección General de Concesiones de Obras Públicas es el área encargada a nivel ministerial de Proveer, preservar y mejorar obras y servicios de infraestructura pública en el marco de la asociación público privada que favorezca el desarrollo nacional y la calidad de vida de los chilenos.

## CAPÍTULO II:

### 2 METODOLOGÍA DE INSPECCIÓN VISUAL UTILIZADA

#### 2.1 DEFINICIÓN DE CRITERIOS:

La revisión realizada, consistió en la detección de daños o deterioros a partir de una inspección visual de la estructura, siguiendo un procedimiento previamente establecido y apoyándose de fichas de inspección y catastro de daños. La inspección se apoyó en toma fotográfica, cuando se requería e incluso binoculares, para alcanzar con la visión todos los puntos de la estructura.

#### 2.2 INSPECCIÓN PUENTES Y ESTRUCTURAS:

Las inspecciones se efectuaron identificando en lo posible todos los daños dentro de los ítems considerados en la hoja de inspección, sin embargo, en caso que se registren deformaciones u otros problemas, éstos se anotan como comentarios especiales.

Tabla 1: Inspección de Puentes y Estructuras.

<b>Puntos de inspección</b>
Estado del pavimento
Estado de las barandas
Estado de las losas
Estado de las Vigas (Concreto y Metálicas)
Estado de los Travesaños
Estado de los Arriostramientos Metálicos
Estado de las juntas de expansión
Estado de los apoyos
Estado de los desagües
Estado de la pintura
Estado de las Rótulas y Apoyo en Vigas Gerber
Movimientos y ruidos del puente
Estado de la señalización
Estado de la infraestructura (Estribos y Cepas)

### 2.3 INSPECCIÓN PASARELAS:

Tabla 2: Inspección Pasarelas.

<b>Puntos de inspección</b>
Estado del piso (losa)
Estado de la reja (malla y barandas)
Estado de las vigas
Estado de los accesos
Estado de las juntas de expansión
Estado de los apoyos
Estado de los pilares
Estado de la pintura
Estado de la señalización

Para el desarrollo se trabaja con un catastro de daños en las estructuras y en los elementos mencionados, con el fin de definir el nivel de daño correspondiente.

La inspección, si bien contempla observar algunos problemas generados por falta de acciones de tipo rutinario en las estructuras, como es el caso de barbancas de estribos tapadas, grafitis o rayados en muros y alas, descascamientos de pinturas, etc., no se proponen acciones de conservación para su reparación, debido a que no tienen una trascendencia con la vida útil de las estructuras ni con el servicio que prestan.

Las inspecciones se realizan adoptando básicamente 5 niveles de evaluación de los daños, establecido en el procedimiento del MOP. En primer lugar, si las partes a inspeccionar tienen menos de 5 años desde su construcción o se hace la inspección inmediatamente después de una rehabilitación y se verifica que éstos son nuevos o no presentan deterioros notorios, los daños se clasifican como un Nivel 1. En el caso en que se considere que el nivel de deterioro de un puente es tan crítico que requiere de una urgente rehabilitación, el grado del daño se clasificará como Nivel 5. En la Tabla 3 se muestra la clasificación de daños en la estructura.

## 2.4 CLASIFICACIÓN DE DAÑOS EN ESTRUCTURAS:

Tabla 3: Clasificación daños en estructuras

<b>Nivel</b>	<b>Grado del Daño</b>
1	No existen daños
2	Daño en 1 ó 2 puntos
3	Daños en muchos puntos
4	Casi la mitad dañado
5	Casi todo dañado

Se establecen también criterios para la evaluación del estado de las fundaciones frente a la socavación, en el caso de puentes.

## 2.5 CLASIFICACIÓN DE LA SOCAVACIÓN EN LAS FUNDACIONES:

Tabla 4: Clasificación de la socavación en las fundaciones

<b>Nivel</b>	<b>Grado del Daño</b>
1	No existe socavación
2	Tendencia a socavar
3	Existe socavación pero no hay peligro
4	Socavación peligrosa
5	Situación de emergencia

Se aclara que la nota “0”, se utiliza cuando no fue posible observar un concepto de evaluación, por ejemplo en un canal con agua a tope donde no es posible acceder al fondo de losa. El “0”, se utiliza cuando el concepto no rige para ese puente o estructura, por ejemplo vigas metálicas en puente con estructura 100% de hormigón.

La inspección se realiza siguiendo la metodología establecida por el MOP, en el documento JICA (Japan International Cooperation Agency), que se llevó a un

procedimiento que permitiese un control de calidad del trabajo realizado. El contenido de este procedimiento se resume a continuación:

Inspección visual de puentes y estructuras para la evaluación preliminar del grado de deterioro que puedan presentar por el uso del periodo, describiendo de un modo también preliminar, el tipo de daño que presentan las estructuras, así como la cuantificación de los trabajos de mantenimiento que deban efectuarse. La inspección se realizó utilizando las planillas de inspección exigidas por el MOP. La inspección fue realizada en terreno con registro fotográfico de elaboración propia.

Realizar una inspección principal independiente de aquellas estructuras que de acuerdo con la inspección visual (seleccionadas de un análisis de dicha información), requieran de una revisión de mayor profundidad, se solicitara la asesoría de un especialista.

Esta inspección principal permite controlar la calidad del trabajo, midiendo la capacidad de evaluación, y rectificando evaluaciones que se consideren no responden al problema de terreno.

Se aplica una calificación ponderada, en base al siguiente criterio:

Pavimento, defensas y juntas : 15%

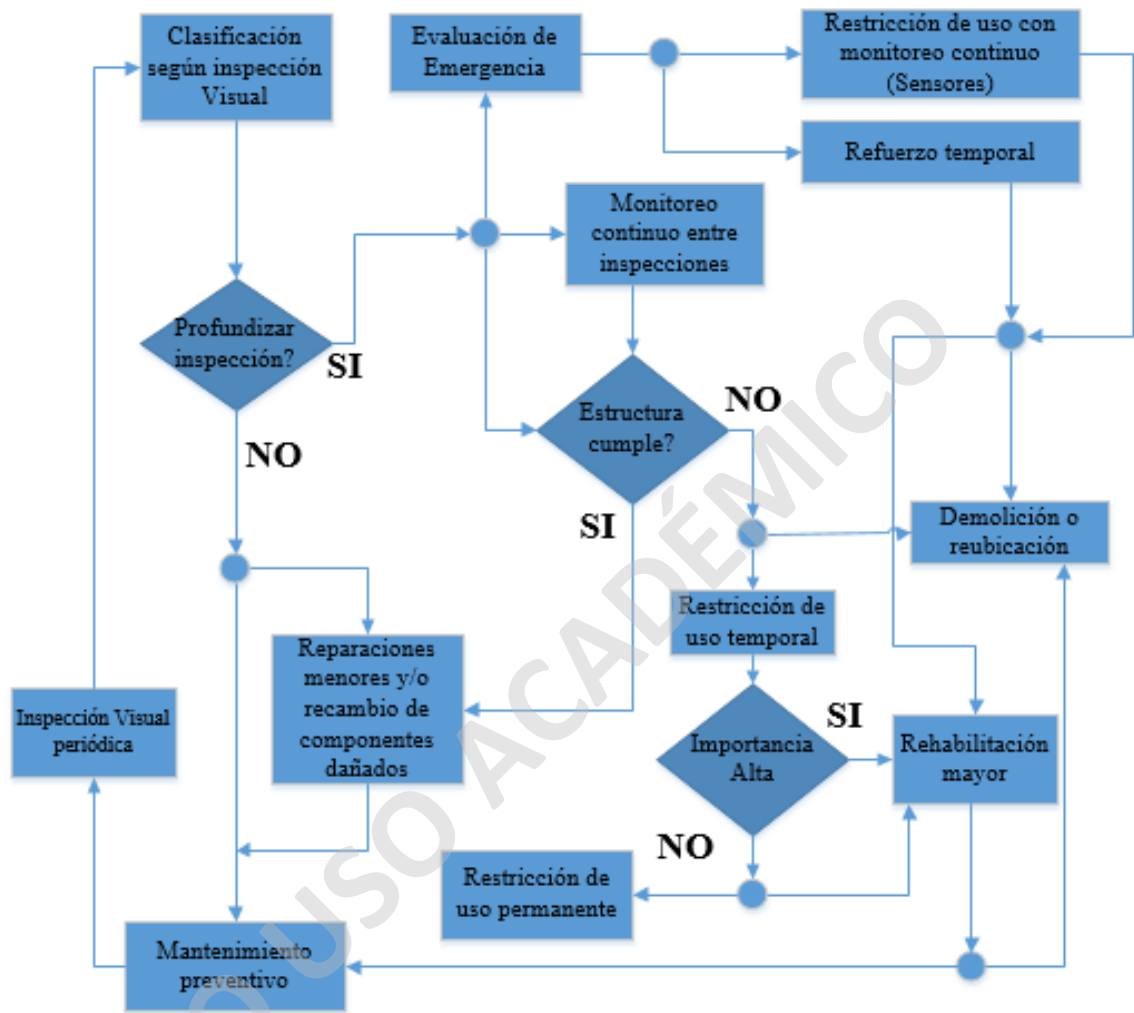
Superestructura: 35%

Infraestructura: 50%

Con el fin de contar con un patrón de comparación de la evolución de las estructuras a lo largo del tiempo o después de alguna intervención, se aplicó este criterio de evaluación tanto a las calificaciones del presente año como de los años anteriores, con lo que se cuenta con una descripción de la evolución del estado de las estructuras para evaluaciones futuras.



Figura 4: Diagrama de flujo de inspección.



Fuente: Elaboración propia.

### CAPÍTULO III:

## 3 INSPECCIÓN DE ESTRUCTURAS

### 3.1 ESTADO DE PUENTES Y ESTRUCTURAS:

A continuación, se presenta un resumen de la inspección de los puentes y estructuras a desnivel. Esta tabla fue elaborada con la información recopilada en la visita de inspección en terreno.

Tabla 5: Resumen general de la inspección de puentes y estructuras a desnivel

Nº	Km Inicio	Ubicación	Tipo	Observación de la Inspección
1	27,351	Los Naranjos	Pasarela	<ul style="list-style-type: none"><li>- NF: 1,02</li><li>- Pasarela en buen estado de conservación.</li><li>- Sellos despegados en algunas juntas de dilatación y uno cortado en rampa Oriente.</li><li>- Fisura longitudinal en piso de concreto en pasarela.</li></ul>
2	26,370	Lo Herrera	Paso Inferior	<ul style="list-style-type: none"><li>- NF 1,09</li><li>- Marcas de filtración en estribo Oriente.</li><li>- Fisuras verticales de retracción en muros frontales de ambos estribos, en su mayoría se encuentran selladas.</li><li>- Tres fisuras transversales menores en fondo de losa, vano Oriente, las que presentan filtraciones.</li><li>- Zonas despegadas en junta elastomérica Oriente.</li><li>- Daños menores en wabocrete de junta de dilatación Oriente.</li></ul>

Fuente: Sociedad Concesionaria Autopista Central S.A

## 3.2 METODOLOGÍA DE INSPECCIÓN VISUAL UTILIZADA EN MUROS.

### 3.2.1 Definición de criterios:

La revisión realizada, consistió en la detección de daños o deterioros a partir de una inspección visual de los muros, siguiendo un procedimiento previamente establecido y apoyándose de fichas de inspección y catastro de daños. La inspección se apoyó en toma fotográfica.

### 3.2.2 Inspección de muros de contención:

Las inspecciones se efectuaron identificando en lo posible todos los daños dentro de los ítems considerados en la hoja de inspección, sin embargo, en caso que se registren deformaciones u otros problemas, éstos se anotan como comentarios especiales.

Básicamente, la inspección se orientó a la revisión de los siguientes puntos:

Tabla 6: Inspección de muros de contención, ítems de inspección.

<b>Puntos de inspección</b>
Presencia de fisuras o grietas
Estado de los hormigones
Funcionamiento del drenaje
Estado de la pintura
Estado de las juntas de dilatación
Existencia de deformaciones (inclinaciones)

Las inspecciones se realizan adoptando básicamente 5 niveles de evaluación de los daños, establecido en el procedimiento del MOP. En primer lugar, si las partes a inspeccionar tienen menos de 5 años desde su construcción o se hace la inspección inmediatamente después de una rehabilitación y se verifica que éstos son nuevos o no presentan deterioros notorios, los daños se clasifican como un Nivel 1.

En el caso en que se considere que el nivel de deterioro de un muro es tan crítico que requiere de una urgente rehabilitación, el grado del daño se clasificará como Nivel 5.

En la siguiente tabla se muestra la clasificación de daños en muros.

Tabla 7: Clasificación daños en muros de contención

<b>Nivel</b>	<b>Grado del Daño</b>
1	No existen daños (0%)
2	Daño en 1 ó 2 puntos (1-24%)
3	Daños en varios puntos (25-49%)
4	Más de la mitad dañado (50-74%)
5	Casi todo dañado (75-100%)

Se aclara que la nota “0”, se utiliza cuando no fue posible observar un concepto de evaluación.

La inspección se realiza siguiendo la metodología establecida por el MOP, en el documento JICA, que se llevó a un procedimiento que permitiese un control de calidad del trabajo realizado. El contenido de este procedimiento se resume a continuación:

Inspección visual de las estructuras para la evaluación preliminar del grado de deterioro que puedan presentar, describiendo de un modo también preliminar, el tipo de daño.

Realizar una inspección principal independiente de aquellas estructuras que de acuerdo con la inspección visual (seleccionadas de un análisis de dicha información), requieran de una revisión de mayor profundidad, que será realizada por un especialista.

Para concluir la inspección, se resume el estado general de los muros inspeccionados, adjuntando una ficha actualizada de una estructura del tramo a modo de ejemplo. El archivo Excel incluye una evaluación comparativa del estado de cada muro, efectuando una calificación ponderada, en base al siguiente criterios.

Tabla 8: Ponderación

Fisuras o grietas	27%
Hormigón	15%
Drenaje	8%
Pintura	8%
Juntas de dilatación	15%
Deformaciones	27%

Con el fin de contar con un patrón de comparación de la evolución de los muros a lo largo del tiempo y después de determinadas intervenciones se aplicó este criterio de evaluación a partir de un procesamiento digital completo de la información entregada en papel, con lo que se cuenta con una descripción de la evolución del estado de los muros.

### 3.2.3 Muros de contención:

Tabla 9: Muros de Contención, Ruta 5

Nº	Tramo	Codigo	Nombre de la Estructura	Situacion	Km Inicial	Km Final	Longitud
<b>TRAMO A</b>							
1	A	A 02 E	<b>LAS ACACIAS</b>				
			NOR-ORIENTE	Nuevo	92,85	162,81	69,96
			SUR-ORIENTE	Nuevo			
			NOR-PONIENTE	Nuevo	244,03	314,02	69,99
2	A	A 024 E	<b>LA VARA</b>				
			NOR-ORIENTE	Nuevo	913,96	1093,96	180,00
			SUR-ORIENTE	Nuevo	1114,53	1224,53	110,00
			NOR-PONIENTE	Nuevo	921,29	1101,29	180,00
3	A	A 08 E	<b>CATEMITO NORTE</b>				
			NOR-PONIENTE	Nuevo	5460,33	5650,33	190,00
4	A	A 15 E	<b>LO HERRERA</b>				
			NOR-ORIENTE	Nuevo	11837,55	12247,62	410,07
5	A	A 26 E	<b>CATEMITO SUR</b>				
			PONIENTE	Nuevo	0,00	60,00	60,00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9: Muros de Contención, Ruta 5

TRAMO B1							
6	B1	B1 60 E	<b>SALESIANOS</b>				
			NOR-ORIENTE	Existente	6737,00	6882,00	145,00
			SUR-ORIENTE	Existente	6912,00	7068,00	156,00
			NOR-PONIENTE	Existente	6715,00	6884,00	169,00
			SUR PONIENTE	Existente	6911,00	7049,00	138,00
7	B1	B1 02 E	<b>SAN NICOLAS - LA MARINA</b>				
			NOR-ORIENTE	Nuevo	7372,25	7492,25	120,00
			SUR-ORIENTE	Nuevo	7644,04	7783,94	139,90
			CENTRAL-ORIENTE	Nuevo	7505,31	7631,04	125,73
			NOR-PONIENTE	Nuevo	7380,07	7490,07	110,00
			SUR-PONIENTE	Nuevo	7644,75	7764,70	117,95
			CENTRAL-PONIENTE	Nuevo	7503,13	7631,75	128,62
8	B1	B1 61 E	<b>DEPARTAMENTAL</b>				
			NOR-ORIENTE	Existente	7904,00	8133,00	229,00
			SUR-ORIENTE	Existente	8161,00	8383,00	222,00
			NOR-PONIENTE	Existente	7938,00	8136,00	198,00
			SUR-PONIENTE	Existente	8162,00	8372,00	210,00
9	B1	B1 62 E	<b>LO OVALLE</b>				
			NOR-ORIENTE	Existente	9323,81	9375,41	51,60
			SUR-ORIENTE	Existente	9391,08	9443,13	52,06
			NOR-PONIENTE	Existente	7938,00	9375,75	47,91
			SUR-PONIENTE	Existente	8162,00	9446,35	55,00
10	B1	B1 05 E	<b>EL PARRON</b>				
			NOR-ORIENTE	Nuevo	10490,33	10630,33	140,00
			SUR-ORIENTE	Nuevo	10651,33	10851,31	199,98
			NOR-PONIENTE	Nuevo	10338,87	10630,07	291,20
			SUR-PONIENTE	Nuevo	10651,07	10851,07	200,00
11	B1	B1 63 E	<b>AMERICO VESPUCCIO</b>				
			NOR-ORIENTE	Nuevo	11810,00	11860,00	50,00
			SUR-ORIENTE	Nuevo	11995,00	12200,00	205,00
			NOR-PONIENTE	Nuevo	11800,00	11860,00	60,00
			SUR-PONIENTE	Nuevo	11800,00	11860,00	60,00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9: Muros de Contención, Ruta 5

Nº	Tramo	Codigo	Nombre de la Estructura	Situacion	Km Inicial	Km Final	Longitud
<b>TRAMO B2</b>							
12	B2	B2 02 E	<b>CARLOS VALDOVINOS</b>				
			NOR-ORIENTE	Nuevo	5406,44	5526,56	120,13
			SUR-ORIENTE	Nuevo	5555,43	5714,88	159,45
			NOR-PONIENTE	Nuevo	5439,83	5545,03	105,20
			SUR-PONIENTE	Nuevo	5583,49	5731,01	147,52
13	B2	B2 05 E	<b>ISABEL RIQUELME FF.CC.</b>				
			ORIENTE	Nuevo	22,27	48,17	25,90
			NOR-PONIENTE	Nuevo	5212,75	5229,94	17,19
			SUR-PONIENTE	Nuevo	64,38	198,57	134,19
14	B2	B2 07 E	<b>FRANKLIN</b>				
			NOR-ORIENTE	Nuevo	5126,89	5192,17	65,28
			NOR-PONIENTE	Nuevo	5126,89	5192,17	65,28
15	B2	B2 60 E	<b>RONDIZZONI</b>				
			NOR-ORIENTE	Existente	4252,80	4524,50	271,70
			SUR-ORIENTE	Existente	4545,99	4599,99	54,00
16	B2	B2 08 E	<b>SECTOR RONDIZZONI</b>				
			NOR-PONIENTE	Nuevo	4241,71	4524,80	283,09
			SUR-PONIENTE	Nuevo	4546,33	4651,74	105,42
17	B2	B2 61 E	<b>P.S. MATTA</b>				
			NOR-ORIENTE	Existente	3360,00	3445,77	85,77
			SUR-ORIENTE	Existente	3594,80	4105,00	510,20
18	B2	B2 10 E	<b>AV. MATTA PONIENTE</b>				
			NOR-PONIENTE	Nuevo	3360,00	3455,00	95,00
			SUR-PONIENTE	Nuevo	3553,79	3690,00	136,21
			SUR				
19	B2	B2 13 E	<b>TUPPER COPIAPO</b>				
			VEO NOR-ORIENTE	Nuevo	2562,70	2866,38	303,68
			VEO NOR-PONIENTE	Nuevo	2562,70		
			VEO SUR-ORIENTE	Nuevo	2840,01	2967,00	126,99
			VEO SUR-PONIENTE				
			VEP NOR-ORIENTE	Nuevo	2571,81	2656,68	84,87
			VEP NOR-PONIENTE	Nuevo	2571,81	2656,68	84,87
			VEP SUR PONIENTE	Nuevo	2645,78	2792,77	146,99
20	B2	B2 14 E	<b>P.I. TOESCA (SECTOR SAZIE)</b>				
			NOR-ORIENTE	Nuevo	2365,00	2529,68	164,68
			NOR-PONIENTE	Nuevo	2289,98	2539,18	249,20
			SUR-ORIENTE	Nuevo	2562,70	2866,38	303,68
			SUR-PONIENTE	Nuevo			
21	B2	B2 62 E	<b>P.I. SAZIE</b>				
		NOR-PONIENTE	Existente	2110,00	5164,60	54,60	
		B2 14 E	SUR-PONIENTE	Nuevo	2201,83	2361,18	159,35
			SUR-ORIENTE	Nuevo	2192,31	2442,17	249,86
22	B2	B2 46 E	<b>ALAMEDA</b>				
			NOR-ORIENTE	Nuevo	88,80	180,10	91,30
			SUR-ORIENTE	Nuevo	2083,37	2154,40	71,03
			NOR-PONIENTE	Nuevo	1538,82	1646,20	107,38
			SUR-PONIENTE	Nuevo	1934,08	2109,93	175,85

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9: Muros de Contención, Ruta 5

Nº	Tramo	Codigo	Nombre de la Estructura	Situacion	Km Inicial	Km Final	Longitud		
<b>TRAMO B2</b>									
23	B2	B2 47 E	<b>PI MONEDA</b>						
			NOR-ORIENTE	Nuevo	1339,00	1422,43	83,43		
			SUR-ORIENTE	Nuevo	1463,86	1560,00	96,14		
			SUR-PONIENTE SUP.	Nuevo	1477,98	1615,87	137,89		
			SUR-PONIENTE INF.	Nuevo	1477,98	1615,87	137,89		
24	B2	B2 63 E	<b>PI MONEDA</b>						
			NOR-PONIENTE SUP.	Existente	1338,64	1447,97	109,33		
			NOR-PONIENTE INF.	Existente	1338,64	1447,97	109,33		
25	B2	B2 47 E	<b>P.I. AGUSTINAS</b>						
			NOR-ORIENTE	Nuevo	1280,06	1291,73	11,67		
26	B2	B2 19 E	<b>SECTOR HUERFANOS</b>						
			SUR-ORIENTE	Nuevo	1079,35	1190,90	111,55		
27	B2	B2 64 E	<b>HUERFANOS</b>						
			NOR-PONIENTE	Existente	1085,06	1236,83	151,77		
			SUR-PONIENTE	Existente	1173,68	1298,14	124,46		
28	B2	B2 65 E B2 48 E	<b>P.I. COMPAÑÍA</b>						
			NOR-ORIENTE	Existente	1014,62	1032,62	18,00		
			SUR-ORIENTE	Existente	1079,35	1190,90	111,55		
29	B2	B2 44 E	<b>CATEDRAL</b>						
			NOR-ORIENTE	Nuevo	875,50	922,06	46,57		
			SUR-ORIENTE	Nuevo	953,53	1014,20	60,67		
			NOR-PONIENTE	Nuevo	890,15	928,46	38,31		
			SUR-PONIENTE	Nuevo	959,78	1046,42	86,64		
30	B2	B2 66 E	<b>PI SANTO DOMINGO</b>						
			SUR-ORIENTE	Existente	820,00	860,32	40,32		
					SUR-PONIENTE	Existente	820,00	829,10	9,10
		B2 22 E	NOR-ORIENTE	Nuevo	693,00	795,28	102,28		
			NOR-PONIENTE	Nuevo	695,00	800,97	105,97		
31	B2	B2 22 E	<b>ROSAS</b>						
			SUR-ORIENTE	Nuevo	543,23	664,43	121,20		
			NOR-ORIENTE	Nuevo	684,94	745,06	60,12		
			NOR-PONIENTE	Nuevo	545,10	668,05	122,95		
			SUR PONIENTE SUP.	Nuevo	688,57	742,01	53,44		
<b>TRAMO C1</b>									
32	C1	C1 29 E	<b>P.S. RAMAL EJE 3</b>						
			NOR-ORIENTE	Nuevo	234,06	300,00	65,94		
			SUR-ORIENTE	Nuevo	174,91	221,49	46,58		
			NOR-PONIENTE	Nuevo	229,49	317,50	88,01		
			SUR-PONIENTE	Nuevo	186,97	213,20	26,23		
33	C1	C1 27 E	<b>P.S. RAMAL EJE 1</b>						
			NOR-ORIENTE	Nuevo	360,79	453,13	92,34		
			SUR-ORIENTE	Nuevo	520,73	543,89	23,16		
			NOR-PONIENTE	Nuevo	371,06	440,76	69,70		
			SUR-PONIENTE	Nuevo	509,01	595,77	86,76		

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 9: Muros de Contención, Ruta 5

Nº	Tramo	Codigo	Nombre de la Estructura	Situacion	Km Inicial	Km Final	Longitud
<b>TRAMO C1</b>							
34	C1	C1 13 E	<b>P.I. SANTA MARIA</b>				
			SUR-ORIENTE	Nuevo	391,92	419,99	28,07
			NOR-PONIENTE	Nuevo	34,18	128,05	93,87
			SUR-PONIENTE	Nuevo	175,83	330,29	154,46
35	C1	C1 16 E	<b>P.S. RAMAL EJE 12</b>				
			NOR-ORIENTE	Nuevo	4,51	93,61	89,10
			NOR-PONIENTE	Nuevo	903,14	961,98	58,84
			SUR-PONIENTE	Nuevo	170,00	299,78	129,78
36	C1	C1 18 E	<b>P.S. RAMAL EJE 8</b>				
			ORIENTE	Nuevo	103,50	190,00	86,50
37	C1	C1 120 E	<b>P.S. BULNES</b>				
			NOR-ORIENTE	Nuevo	1320,43	1486,73	166,30
			SUR-ORIENTE	Nuevo	1435,82	1517,57	81,75
			NOR-PONIENTE	Nuevo	1546,23	1670,13	123,90
			SUR-PONIENTE	Nuevo	1573,21	1835,42	262,21
38	C1	C1 60 E	<b>P.I. SAN PABLO</b>				
			NOR-ORIENTE	Existente			
			NOR-PONIENTE	Existente	27,18	170,95	143,77
<b>TRAMO C2</b>							
39	C2	C2 60 E	<b>P.I. DOMINGO SANTA MARIA</b>				
			NOR-ORIENTE	Existente	2764,00	2783,00	19,00
			SUR-ORIENTE	Existente	2555,44	2599,94	44,50
			NOR-PONIENTE	Existente	2623,90	2743,50	119,60
			SUR-PONIENTE	Existente	2490,02	2604,70	114,68
40	C2	C2 02 E	<b>14 DE LA FAMA</b>				
			NOR-ORIENTE	Nuevo	4045,01	4209,21	164,20
			SUR-ORIENTE	Nuevo	3460,27	3718,15	257,88
			NOR-PONIENTE	Nuevo	4045,01	4209,28	164,27
			SUR-PONIENTE	Nuevo	3512,07	3718,15	206,08
41	C2	C2 04 E	<b>PUERTO MONTT - ZAPADORES</b>				
			NOR-ORIENTE	Nuevo	5492,07	5732,07	240,00
			SUR-ORIENTE	Nuevo	5065,86	5276,00	210,14
			CENTRAL-ORIENTE	Nuevo	5291,17	5476,22	185,05
			NOR-PONIENTE	Nuevo	5492,07	5712,07	220,00
			SUR-PONIENTE	Nuevo	5066,13	5276,00	209,87
			CENTRAL-PONIENTE	Nuevo	5291,84	5476,22	184,38
42	C2	C2 07 E	<b>CARDENAL CARO</b>				
			NOR-PONIENTE	Nuevo	7314,56	7614,63	300,07
			SUR-PONIENTE	Nuevo	7000,56	7290,56	290,00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10: Muros de Contención, General Velásquez

Nº	Tramo	Codigo	Nombre de la Estructura	Situacion	Km Inicial	Km Final	Longitud
<b>TRAMO D</b>							
43	D	D 60 E	<b>PUERTA SUR PONIENTE</b>				
			NOR-ORIENTE	Existente	8177,00	8220,00	43,00
44	D		<b>PUERTA SUR ORIENTE</b>				
			NOR-ORIENTE	Nuevo			71,56
			SUR ORIENTE	Nuevo			102,99
<b>TRAMO E</b>							
45	E	E 02 E	<b>SANTA MARIA</b>				
			NOR-ORIENTE	Nuevo	255,64	524,93	269,29
			SUR-ORIENTE / CENTRAL ORIENTE	Nuevo	70,00	195,64	125,64
			NOR-PONIENTE	Nuevo	255,64	506,29	250,65
46	E	E 05 E	<b>DORSAL</b>				
			NOR-ORIENTE	Nuevo	1258,95	1437,94	178,99
			SUR-ORIENTE	Nuevo	1029,20	1219,03	189,84
			NOR-PONIENTE	Nuevo	1259,98	1430,93	170,95
47	E	E 07 E	<b>SUR-PONIENTE</b>	Nuevo	1039,65	1219,85	180,19
			<b>CANAL LA PUNTA</b>				
			NOR-ORIENTE	Nuevo	1504,22	1664,22	160,00
			SUR-ORIENTE	Nuevo	1674,00	1924,64	250,64
48	E	E 09 E	<b>NOR-PONIENTE</b>	Nuevo	1520,00	1684,36	164,36
			<b>SUR-PONIENTE</b>	Nuevo			
			<b>FRESIA</b>				
			SUR-ORIENTE	Nuevo	3100,00	3229,54	129,54
49	E	E 14 E	SUR-PONIENTE	Nuevo	3100,00	3229,54	129,54
			<b>PLAZA TERRAZA 30 m</b>				
			NOR-ORIENTE / CENTRAL ORIENTE	Nuevo	-10,00	50,00	60,00
49	E	E 14 E	NOR-PONIENTE / CENTRAL PONIENTE	Nuevo	-10,00	50,00	60,00
			<b>TRAMO F1</b>				
50	F1		<b>TSC. ARICA</b>				
			RAMPA ORIENTE	Nuevo			
51	F1	F1 07 E	<b>ANTOFAGASTA</b>				
			ORIENTE	Nuevo	6357,07	6560,00	202,93
			PONIENTE	Nuevo	6357,07	6540,00	182,93
52	F1	F1 09 E	<b>P.S. EL FERROCARIL</b>				
			ORIENTE	Nuevo	202,89	420,11	217,22
			PONIENTE	Nuevo	6917,00	7039,56	122,56
53	F1	F1 11 E	<b>P.S. PEDRO AGUIRRE CERDA</b>				
			PONIENTE	Nuevo	7327,26	7428,86	101,60
54	F1	F1 18 E	<b>LO VALLEDOR</b>				
			PONIENTE	Nuevo	7880,00	7990,00	110,00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10: Muros de Contención, General Velásquez

Nº	Tramo	Codigo	Nombre de la Estructura	Situacion	Km Inicial	Km Final	Longitud
<b>TRAMO F2</b>							
55	F2	F2 04 E	<b>PUENTE MAYOR ENVERGADURA</b>				
			NOR-ORIENTE	Nuevo	237,88	434,00	196,12
			SUR-ORIENTE	Nuevo	1105,45	1300,00	194,55
			NOR-PONIENTE	Nuevo	252,29	434,00	181,71
			SUR-PONIENTE	Nuevo	1105,45	1274,95	169,50
56	F2	F2 06 E	<b>P.I. CARRASCAL</b>				
			NOR-ORIENTE	Nuevo	1300,04	1413,50	113,46
			NOR-PONIENTE	Nuevo	1280,00	1411,01	131,02
57	F2	F2 17 E	<b>P.I. SANTO DOMINGO</b>				
			NOR-ORIENTE	Nuevo	3213,55	3498,96	285,41
			SUR-ORIENTE	Nuevo	3101,28	3192,61	91,33
			SUR-PONIENTE	Nuevo	3802,84	3192,11	90,71
58	F2	F2 18 E	<b>P.I. SAN PABLO</b>				
			NOR-PONIENTE	Nuevo	3213,04	3417,23	204,19
			NOR-ORIENTE	Nuevo	3213,55	3498,96	285,41
59	F2	F2 19 E	<b>P.I. PORTALES</b>				
			NOR-ORIENTE	Nuevo	3590,18	3770,29	180,11
			SUR-ORIENTE	Nuevo	3799,10	4038,28	239,18
			NOR-PONIENTE	Nuevo	3590,71	3744,59	153,88
			SUR-PONIENTE	Nuevo	3802,84	4023,72	220,88
60	F2	F2 20 E	<b>PUENTE MENOR ENVERGADURA</b>				
			PUENTE MENOR ENVERGADURA O	Nuevo			
			CENTRAL RENCA O	Nuevo			
<b>TRAMO G</b>							
61	G	G 02 E	<b>P.I. ECUADOR</b>				
			NOR-ORIENTE	Nuevo	4351,74	4553,44	201,70
			NOR-PONIENTE	Nuevo	4432,60	4552,60	120,00
62	G	G 07 E	<b>P.I. THOMPSON</b>				
			RAMPA ORIENTE	Nuevo	42,15	152,90	110,75
			RAMPA PONIENTE	Nuevo	55,00	121,64	66,64
			VIA EXPRESA ORIENTE	Nuevo	5214,56	5214,56	201,76
			VIA EXPRESA PONIENTE	Nuevo	5012,85	5188,01	175,16

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.4 Estado de muros de contención:

A continuación, se presenta un resumen de la inspección de los muros de contención. Esta tabla fue elaborada con la información recopilada en la visita de inspección, sumada a la información de los trabajos en ejecución aportada por Autopista Central S.A

Tabla 11: Inspección muros de contención

N°	Tramo	Ubicación	Situación	Número	Observación de la Inspección
1	D	P.S. PUERTA SUR PONIENTE			
		Nor-Oriente	Existente	4	- NF: 1,00 - Sólo se puede apreciar parte del último módulo, el resto del muro fue tapado por el terraplén de la estructura nueva Adyacente.
2	D	P.S. PUERTA SUR ORIENTE			
		Nor-Oriente	Nuevo	TEM	- NF: 1,05 - Muro TEM en buen estado. - Desprendimiento de hormigón en mampostería.
		Sur-Oriente	Nuevo	TEM	- NF: 1,00 - Muro TEM en buen estado.
3	F1	LO VALLEDOR			
		Nor-Poniente	Nuevo	11	- NF: 1,05 - Pequeñas fisuras en casi todos los módulos.
4	F1	P.S. PEDRO AGUIRRE CERDA			
		Sur-Poniente	Nuevo	11	- NF: 1,02 - Muro en buen estado. - Fisuras en algunos módulos. - No se pudo inspeccionar, mantiene la nota del período anterior.
5	F1	P.S. AVDA. FERROCARRIL			
		Oriente	Nuevo	TEM	- NF: 1,00 - Muro en buen estado.

Fuente: Elaboración propia.

## **CÁPITULO IV:**

### **4 CALIFICACIÓN NIVEL DE DAÑO POR ESTRUCTURA**

#### **4.1 CALIFICACIÓN NIVEL DE DAÑO POR ESTRUCTURA ANALIZADA.**

A partir de la información de las fichas de inspección visual, fue posible realizar un algoritmo que permite asignar a cada estructura una calificación única del nivel de daños que presenta.

Este análisis, no tiene otro objetivo que poder asignar un parámetro único de estado a cada estructura, que facilita su comparación y priorización. Cuando hablamos de comparación, nos referimos tanto a comparar el estado de cada puente entre sí, de cada paso superior entre sí, como a la posibilidad de comparar la evolución del estado completo en el tiempo, comparando a nivel global o particular la evolución año a año, como resultado de las inversiones que se asignen para tal efecto.

Así, a partir de la ficha de inspección visual, aplicando el algoritmo mencionado, se pudo contar con las calificaciones que seguidamente se entregan, para todas las estructuras del tramo. Tal como se explicó en extenso con anterioridad, la calificación 1 demuestra que la estructura no presenta daño, mientras que la calificación 5, corresponde a una estructura que ha cumplido completamente su vida útil.

Una visión global de los resultados obtenidos, demuestra el buen estado general de la red de puentes, estructuras y pasarelas de la ruta, la cual tiene sólo algunos problemas puntuales de cierta urgencia, que deben enfrentarse en un mediano plazo.

Se aclara que el trabajo se basa en la inspección visual realizada durante la Construcción del Nuevo Puente Maipo del 2018.

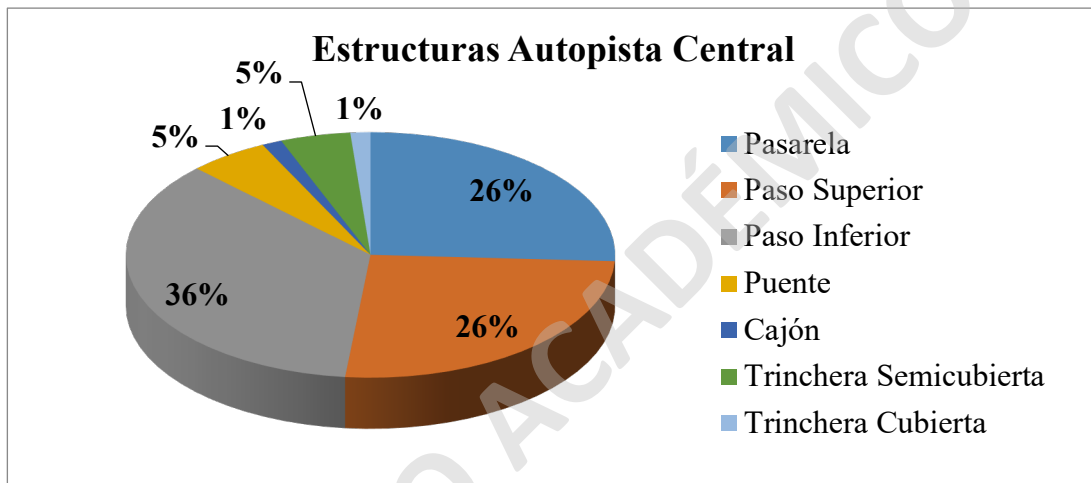
Los cuadros siguientes resumen las calificaciones obtenidas en cada caso.

Tabla 12: Calificaciones últimos años, puentes.

PUENTE	Nota 2008	Nota 2009	Nota 2010	Nota 2011	Nota 2012	Nota 2013	Nota 2014	Nota 2015
Mapocho Oriente	1,08	1,07	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
Mapocho Poniente	1,18	1,19	1,19	1,09	1,09	1,09	1,09	1,13
Puente Mapocho	1,10	1,07	1,07	1,17	1,17	1,17	1,17	1,18
PROMEDIO	1,12	1,11	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,14

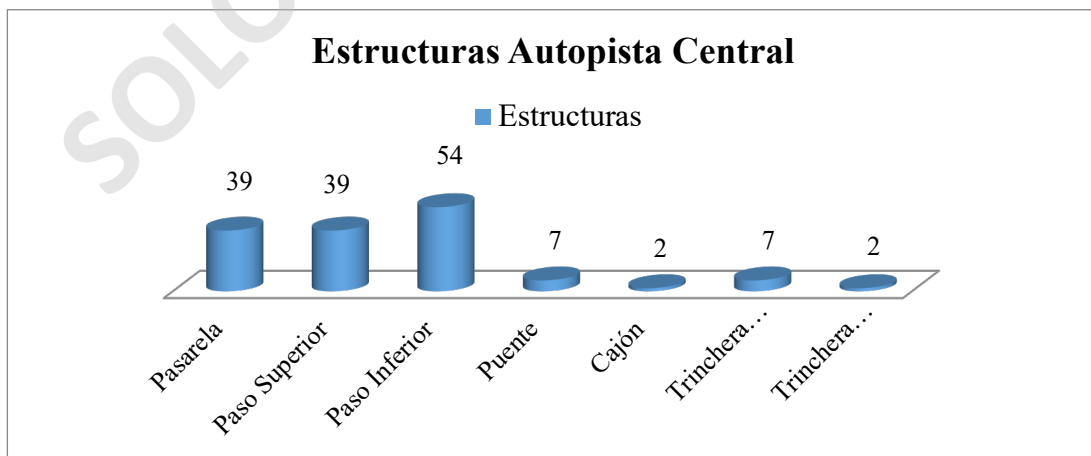
Fuente: Sociedad Concesionaria Autopista Central S.A

Gráfico 1: Tipología de Estructuras



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2: Numero de Estructuras Autopista Central



Fuente: Elaboración propia

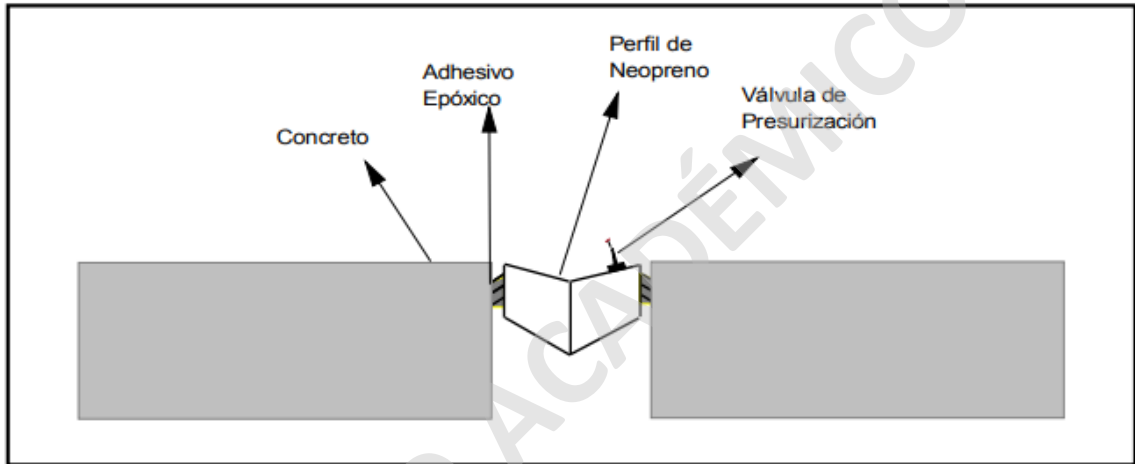
## CAPÍTULO V:

### 5 JUNTAS DE DILATACIÓN

#### 5.1 JUNTAS INSTALADAS

##### 5.1.1 Juntas Jeene

Figura 5: Diagrama Aplicación Típica de Junta Jeene



Fuente: Toxement, Junta JEENE

Tabla 13: Dimensiones de los Perfiles

CODIGO	LONGITUD DE LA JUNTA (mm) (PUNTO NEUTRO)		ANCHO DEL PERFIL (mm)	RANGO DE MOVIMIENTO	
	Ancho	Profundidad		cm (-)	mm (+)
JJ3550W	35	60	35	15	20
JJ5070W	50	80	50	20	30
JJ6080W	60	90	60	30	30
JJ8097W	80	120	80	40	40
JJ99120W	100	140	100	50	50

Fuente: Toxement, fichas técnicas

### 5.1.2 JUNTA TX-60 Juntas de dilatación con almas metálicas

Las juntas de dilatación son fabricadas con caucho sintético reforzadas con acero y certificadas por CESMEC.

Existen diferentes tipos de juntas que permiten absorber movimientos facilitando un tráfico silencioso y un sellado eficaz en la separación de las losas.

Figura 6: Junta TX-60



Fuente: FERROCAUCHO, juntas de dilatación

Figura 7: Instalación Junta TX-60



Fuente: Watson Bowman Acme, serie puentes



### 5.1.3 Junta TX-250

Figura 8: Junta TX-250



Fuente: FERROCAUCHO, juntas de dilatación

### 5.1.4 Junta TX-250

Figura 9: Junta TX-250



Fuente: VSL juntas y apoyos

### 5.1.5 WABO InverSeal

Serie Puentes - Sello preformado flexible de neopreno

Figura 10: Junta flexible neopreno



Fuente: Watson Bowman Acme, serie puentes

Tabla 14: Movimiento

Número de modelo	Ancho nominal del sello		Ancho requerido de instalación		Abertura de Junta "A"					
					Min.		Max.		Total	
	pulgada	mm	pulgada	mm	pulgada	mm	pulgada	mm	pulgada	mm
IV-100	1.000	25	0.800	20	0.450	11	1.250	32	0.8	20
IV-150	1.500	38	1.200	30	0.675	17	1.875	48	1.2	30
IV-200	2.000	51	1.600	41	0.900	23	2.500	64	1.6	41
IV-250	2.500	64	2.000	51	1.125	29	3.125	79	2.0	51
IV-300	3.000	76	2.400	61	1.350	34	3.750	95	2.4	61
IV-400	4.000	102	3.200	81	1.800	46	5.000	127	3.2	81

Para requerimientos de diseño diferentes, llame al representante de BASF.

Fuente: Watson Bowman Acme, serie puentes

### 5.1.6 Junta de expansión modular Steelflex

Figura 11: Ilustración: Junta modular Maurer Steelflex



Fuente: dsbrown, junta de expansión Modular Steelflex - Maurer System.

### 5.1.6.1 Componentes del sistema

Los sistemas de juntas de expansión modular Steelflex son dispositivos altamente sofisticados que consisten en vigas centrales y laterales Steelflex. Las vigas centrales y laterales no solamente transmiten las cargas dinámicas de las ruedas, sino que también trabajan con una serie de elementos de sellado de policloropreno creando una junta impermeable. Los sistemas de juntas de expansión modular Steelflex son diseñados para aceptar hasta 80 mm de movimiento por cada celda de neopreno y, por lo tanto, la designación de junta se presenta en múltiplos de 80 mm (D-160, D-240, etc.). Cada viga central Steelflex está soportada rígidamente por su propia barra de soporte usando una conexión soldada de total penetración. Las barras de soporte abarcan la abertura de la junta y están ordenadas debajo de las vigas centrales en una dirección paralela al movimiento estructural. Placas de deslizamiento de acero inoxidable están sujetas a cada extremo de las barras de soporte (en las zonas superior e inferior) para ofrecer una superficie con un bajo coeficiente de fricción. Un sistema de juntas de expansión modular Steelflex puede aceptar movimientos de hasta  $\pm 0.79$  pulgadas (20 mm) transversales a las barras de soporte (para las juntas D-320 y más grandes). En el caso de movimientos longitudinales mayores y movimientos transversales más allá de los límites permitidos, se deberá considerar el Sistema de juntas de expansión giratorias Maurer™ pertenecientes a The D.S. Brown Company. Los cojinetes (Apoyos) y resortes elastoméricos que contienen una superficie deslizante de PTFE se utilizan para permitir los movimientos longitudinales, transversales y rotativos. Los resortes precomprimidos y Apoyos deslizantes se encuentran ubicados directamente encima y debajo de la barra de soporte respectivamente. El resorte precomprimido fue diseñado para tener una fuerza específica de compresión sobre la barra de soporte, la cual, a su vez, produce una fuerza hacia abajo sobre el Apoyo deslizante. Este sistema permite que el resorte y el cojinete (Apoyo) trabajen juntos y resistan el movimiento hacia arriba de la barra de soporte cuando cargas vehiculares se desplazan a través del ensamblaje. Los resortes de control de poliuretano de celda cerrada se instalan en todos los Sistemas de juntas de expansión modular Steelflex proveen un espaciamiento equidistante entre las vigas centrales en todo el rango de

movimiento del sistema de juntas. La orientación del resorte de control es tal que la máxima fuerza de compresión se genera en las vigas centrales cuando el ensamblaje de la junta de expansión modular se encuentra en su máxima abertura.

#### **5.1.6.2 Integridad impermeable**

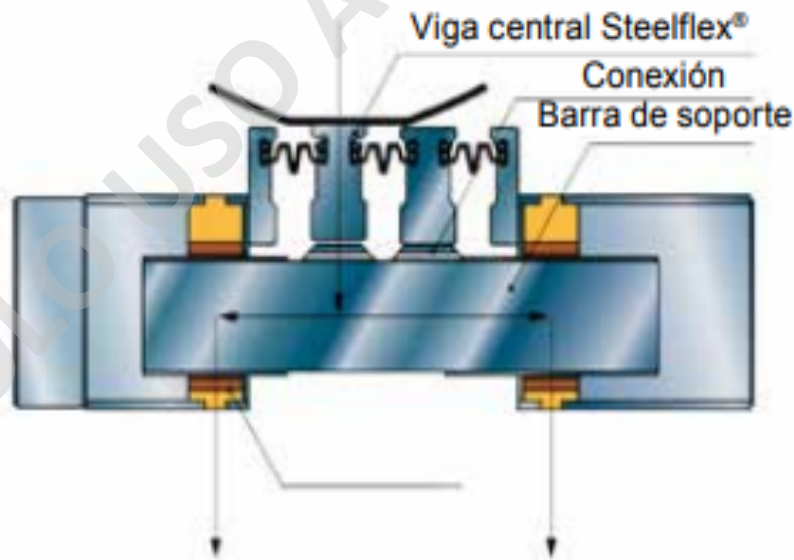
En el pasado, los sistemas de juntas de acero fabricados sin sellos eran especificados en estructuras con grandes movimientos. Lamentablemente, estas soluciones de las juntas antiguas no han sido eficaces para prevenir que el agua y los desechos pasen por la junta de la losa a la superestructura subyacente. Esta acumulación de agua y desechos corroe los componentes de acero, deteriora el hormigón y resulta en costos de rehabilitación innecesarios. Incluso cuando estos sistemas de juntas sin sellos utilizan un surco para recolectar el drenaje, en la mayoría de los casos ocurren problemas ya que se llenan de desechos.

Los sistemas de juntas de expansión modular Steelflex resuelven estos problemas con excelentes características de diseño impermeable. El sistema no solamente cubre el espacio de la junta, sino que también protege a la estructura contra la corrosión prematura. El diseño del sello se basa en la compresión de la glándula de policloropreno en el receso de la viga central y viga lateral. Este sello de policloropreno mecánicamente trabado no solamente provee excelentes características de impermeabilidad, sino que también logra una alta resistencia a la adhesión. El elemento de sellado ofrece características superiores de rendimiento comparado con el diseño del sello estilo caja, incluyendo mejor impermeabilidad, esfuerzo de adherencia y facilidad de reemplazo.

### 5.1.6.3 Datos de diseño y selección de la junta

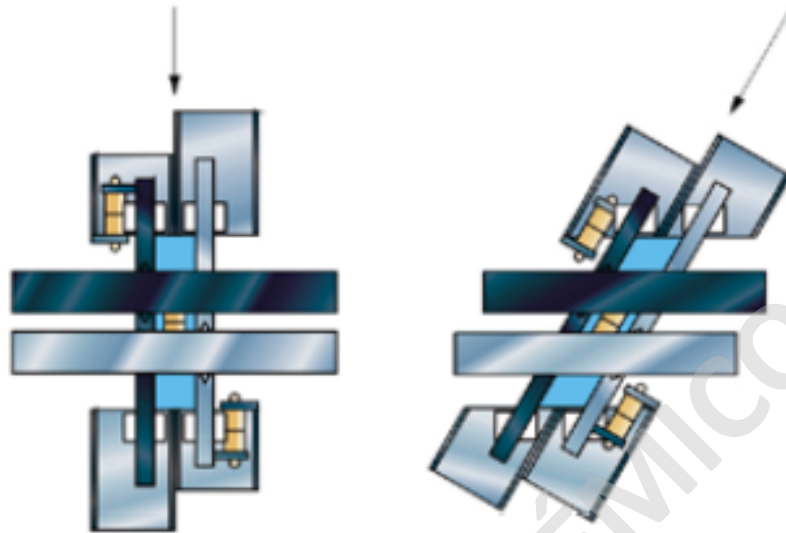
La selección de un sistema de juntas de expansión modular Steelflex apropiado se basa principalmente en el movimiento estructural anticipado en el lugar de la junta. En sistemas con juntas orientadas perpendicularmente al movimiento estructural, simplemente seleccione el sistema de juntas de expansión modular Steelflex con un rango total del movimiento mayor que el movimiento estructural anticipado. Los dispositivos de junta instalados en estructuras curvas u oblicuas requieren el cálculo de los movimientos estructurales paralelos y perpendiculares al ensamblaje de la junta. El mayor de estos dos movimientos debe usarse para seleccionar el sistema de juntas de expansión modular Steelflex apropiado. La tabla que sigue muestra las dimensiones de caja y elementos de junta de expansión con una amplia gama de tamaños de juntas de expansión modular Steelflex.

Figura 12: Transferencia de la carga de la rueda



Fuente: dsbrown, junta de expansión Modular Steelflex - Maurer System.

Figura 13: Dirección de Movimiento



Fuente: dsbrown, junta de expansión Modular Steelflex - Maurer System.

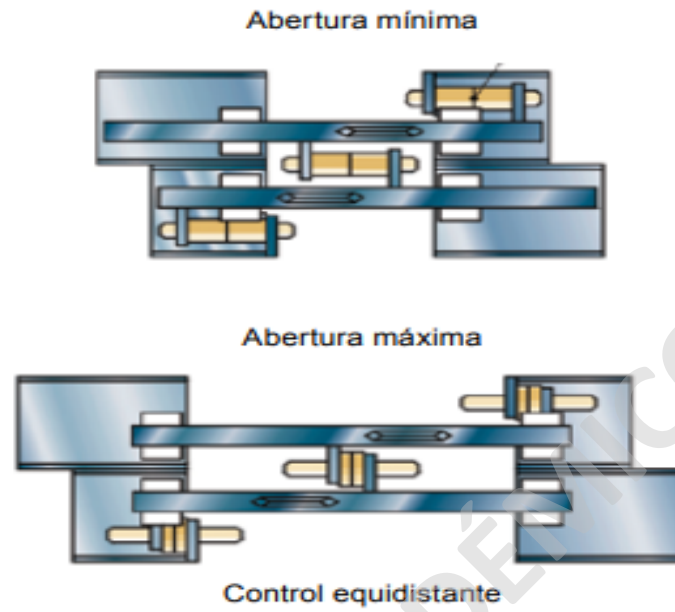
Figura 14: Clasificación de Juntas

Simbolo del dispositivo de la junta	Número de modelo	Movimiento total	Celdas	Profundidad de caja "A"	Ancho de caja "B"	"C" a temperatura media	"W" a temperatura media	"X"
	D-160	<b>6.30</b> (160)	2	14 (356)	14 (356)	<b>3.35-8.17</b> (85)-(208)	8.17 (208)	12.2 (310)
	D-240	<b>9.45</b> (240)	3	14 (356)	17 (432)	<b>4.92-12.24</b> (125)-(311)	12.24 (311)	12.2 (310)
	D-320	<b>12.60</b> (320)	4	14 (356)	20 (508)	<b>6.50-16.32</b> (165)-(415)	16.32 (415)	12.2 (310)
	D-400	<b>15.75</b> (400)	5	14 (356)	23 (584)	<b>8.07-20.39</b> (205)-(519)	20.39 (519)	12.2 (310)
	D-480	<b>18.90</b> (480)	6	14 (356)	27 (686)	<b>9.65-24.47</b> (245)-(622)	24.47 (622)	12.2 (310)
	D-560	<b>22.05</b> (560)	7	14 (356)	30 (762)	<b>11.22-28.54</b> (285)-(725)	28.54 (725)	12.2 (310)
	D-640	<b>25.20</b> (640)	8	14.5 (368)	33 (838)	<b>12.80-32.62</b> (325)-(829)	32.62 (829)	12.5 (318)
	D-720	<b>28.35</b> (720)	9	15 (381)	37 (940)	<b>14.37-36.69</b> (365)-(932)	36.69 (932)	12.9 (328)

Las dimensiones se basan en las disposiciones del diseño en el Informe 402 de la NCHRP  
 Las dimensiones se basan en una oblicuidad de 0 grados  
 Los números en negrita representan pulgadas; unidad métrica (mm) aparecen en paréntesis  
 Dimensiones menos profundas (X) pueden ser posibles bajo requerimiento especial

Fuente: dsbrown, junta de expansión Modular Steelflex - Maurer System.

Figura 15: Esquema de aberturas



Fuente: dsbrown, junta de expansión Modular Steelflex - Maurer System.

Figura 16: Instalación Junta de dilatación Nuevo Puente Maipo.



Fuente: Sociedad Concesionaria Autopista Central S.A



Figura 17: Instalación Junta de dilatación Nuevo Puente Maipo.



Fuente: Sociedad Concesionaria Autopista Central S.A

Figura 18: Instalación Junta de dilatación Nuevo Puente Maipo.



Fuente: Sociedad Concesionaria Autopista Central S.A

## 5.2 INSPECCIÓN VISUAL DE JUNTAS INSTALADAS

Tabla 15: Juntas dañadas Ruta 5

TIPO	m	m	m	m	m	m	Observación	ml
Basf	72	36	0	0	0	0	Junta rota	108
Jeene	24	0	93	70	180	55	Junta rota	422
Jeene	0	9	68	36	12	7	Solo Wabocret	132
TX-60	0	0	10	10	0	0	Junta rota	19
Metálica	0	0	0	4	7	7	Junta rota	18
Metálica	0	0	0	0	0	23	Solo Wabocret	23
<b>Total ml</b>								<b>721</b>

Fuente: Autopista Central

Tabla 16: Juntas dañadas General Velásquez

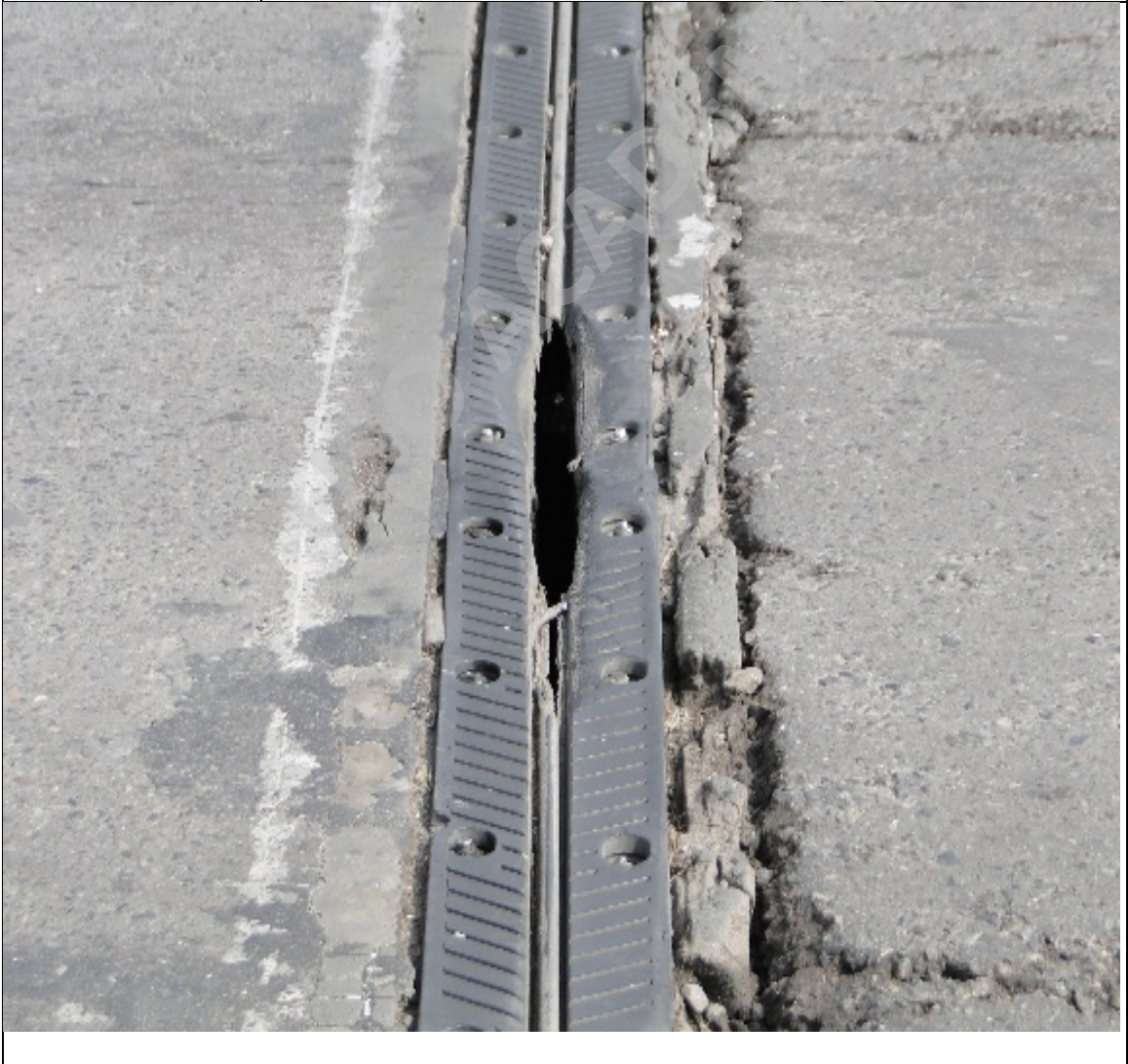
TIPO	m	m	m	m	m	m	Observación	ml
Basf	28	14	0	0	0	0	Junta rota	42
Jeene	61	50	0	0	109	50	Junta rota	270
Jeene	0	0	0	0	105	98	Solo Wabocret	203
TX250	0	2	0	0	0	0	Junta rota	2
<b>Total ml</b>								<b>516</b>

Fuente: Autopista Central

### 5.2.1 Ficha inspección visual Juntas de dilatación.

Tabla 17: Registro fotográfico de seguimiento

<b>Ruta:</b>	Autopista Central Eje Norte - Sur	<b>Calzada :</b>	Ambas
<b>Puente:</b>	P.I. Alameda Poniente	<b>Km Inicio:</b>	0+000
		<b>Código</b>	56-P.I. Alameda Poniente
<b>Descripción:</b>	Perfil elastomérico cortado en junta de dilatación.		



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18: Registro fotográfico de seguimiento

<b>Ruta:</b>	Autopista Central Eje Norte - Sur	<b>Calzada :</b>	Ambas
<b>Puente:</b>	P.I. La Capilla	<b>Km Inicio:</b>	23+149
		<b>Código</b>	06-PI La Capilla
<b>Descripción:</b>	Junta de dilatación Poniente con perfil CETEC cortado y deformado.		



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19: Registro fotográfico de seguimiento

<b>Ruta:</b>	Autopista Central Eje Norte - Sur	<b>Calzada :</b>	Ambas
<b>Puente:</b>	P.I. Calera de Tango	<b>Km Inicio:</b>	21+895
		<b>Código</b>	07-PI Calera de Tango
<b>Descripción:</b>	Agrietamiento en red en losa de acceso Poniente.		



Fuente: Elaboración propia.


Tabla 20: Registro fotográfico de seguimiento

<b>Ruta:</b>	Autopista Central Eje Norte - Sur	<b>Calzada :</b>	Ambas
<b>Puente:</b>	P.I. Catemito Sur	<b>Km Inicio:</b>	19+959
		<b>Código</b>	09-PI Catemito Sur
<b>Descripción:</b>	Sello despegado en junta de dilatación Oriente en zona de acera.		



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21: Registro fotográfico de seguimiento

<b>Ruta:</b>	Autopista Central Eje Norte - Sur	<b>Calzada :</b>	Ambas
<b>Puente:</b>	PP San Alfonso	<b>Km Inicio:</b>	18+560
		<b>Código</b>	
<b>Descripción:</b>	Sello despegado en junta de dilatación.		
			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22: Registro fotográfico de seguimiento

<b>Ruta:</b>	Autopista Central Eje Norte - Sur	<b>Calzada :</b>	Ambas
<b>Puente:</b>	P.I. Lo Blanco	<b>Km Inicio:</b>	15+984
		<b>Código</b>	16-PI Lo Blanco
<b>Descripción:</b>	Perfil elastomérico despegado en junta de dilatación Oriente.		



Fuente: Elaboración propia.



Tabla 23: Registro fotográfico de seguimiento

<b>Ruta:</b>	Autopista Central Eje Norte - Sur	<b>Calzada :</b>	Ambas
<b>Puente:</b>	PP Adolfo López Mateo	<b>Km Inicio:</b>	8+806
		<b>Código</b>	29 PP Adolfo López Mateo
<b>Descripción:</b>	Sello cortado en junta de dilatación.		



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24: Registro fotográfico de seguimiento

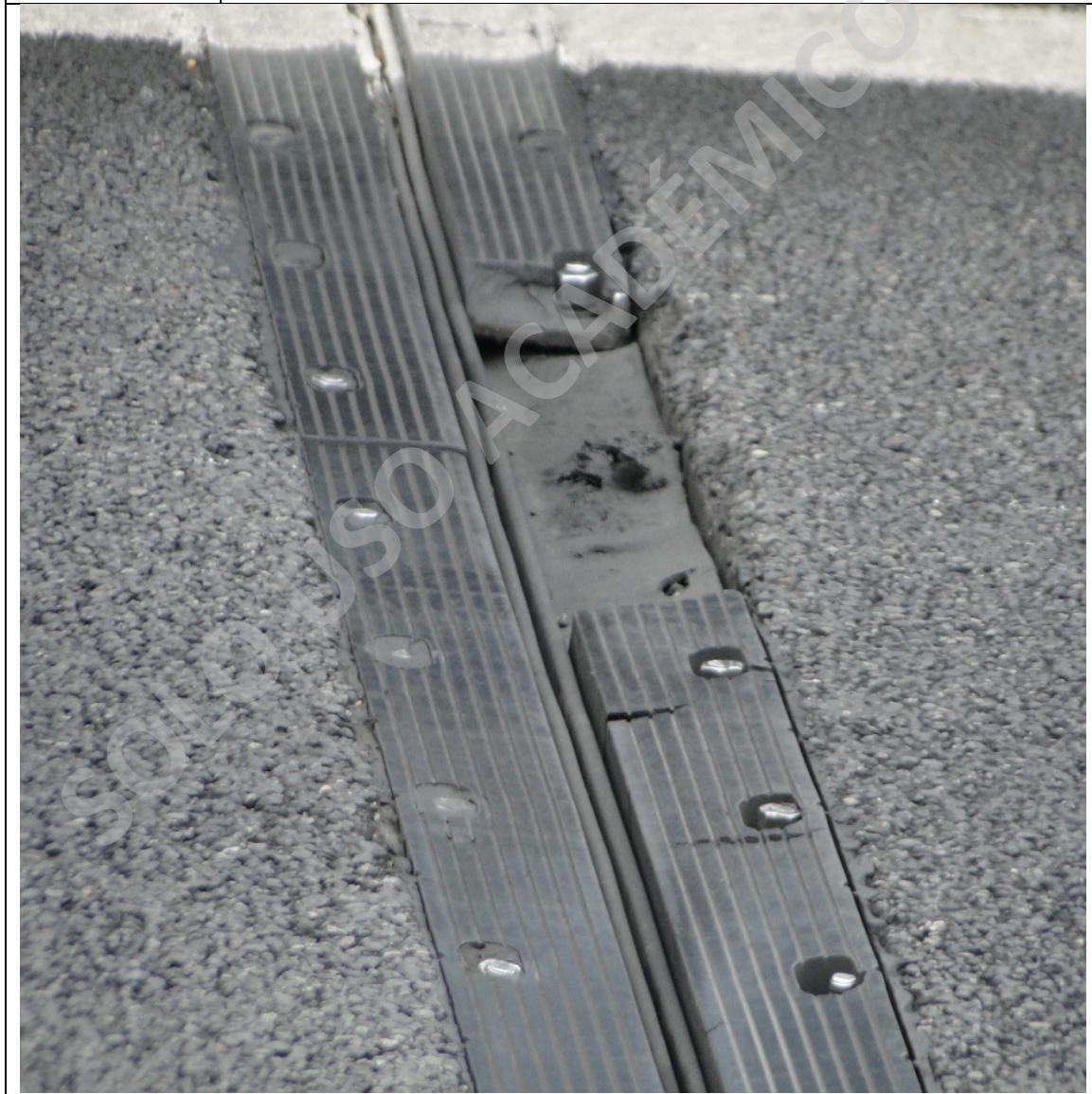
<b>Ruta:</b>	Autopista Central Eje Norte - Sur	<b>Calzada :</b>	Ambas
<b>Puente:</b>	P.S. Retorno Franklin	<b>Km Inicio:</b>	3+265
		<b>Código</b>	46-PS Retorno Franklin
<b>Descripción:</b>	Pérdida de wabocrete en junta de dilatación de vía local Oriente.		



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25: Registro fotográfico de seguimiento

<b>Ruta:</b>	Autopista Central Eje Norte - Sur	<b>Calzada :</b>	Ambas
<b>Puente:</b>	P.S. Av. Matta	<b>Km Inicio:</b>	1+640
		<b>Código</b>	49-PS Av. Matta
<b>Descripción:</b>	Perfil cortado en junta de dilatación de calzada expresa Poniente.		



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26: Registro fotográfico de seguimiento

<b>Ruta:</b>	Autopista Central Eje Norte - Sur	<b>Calzada :</b>	Ambas
<b>Puente:</b>	P.I. Alameda Poniente	<b>Km Inicio:</b>	0+000
		<b>Código</b>	56-P.I. Alameda Poniente
<b>Descripción:</b>	Perfil elastomérico cortado en junta de dilatación.		



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27: Registro fotográfico de seguimiento

<b>Ruta:</b>	Autopista Central Eje Norte - Sur	<b>Calzada :</b>	Ambas
<b>Puente:</b>	P.U. Mapocho Oriente	<b>Km Inicio:</b>	1+850
		<b>Código</b>	70-PU Mapocho O
<b>Descripción:</b>	Falta zona de tapa metálica en junta de dilatación.		



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28: Registro fotográfico de seguimiento

<b>Ruta:</b>	Autopista Central Eje Norte - Sur	<b>Calzada :</b>	Ambas
<b>Puente:</b>	P.I. Domingo Santo María	<b>Km Inicio:</b>	4+421
		<b>Código</b>	84-PI Domingo Santa María
<b>Descripción:</b>	Pérdida de tapa metálica en junta de dilatación Oriente.		



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29: Registro fotográfico de seguimiento

<b>Ruta:</b>	Autopista Central Eje Norte - Sur	<b>Calzada :</b>	Ambas
<b>Puente:</b>	P.S. 14 de la Fama	<b>Km Inicio:</b>	5+657
		<b>Código</b>	86-PS 14 de la Fama
<b>Descripción:</b>	Perfil CETEC deformado en junta de dilatación Norte calzada Poniente.		



Fuente: Elaboración propia

### **5.3 PROCEDIMIENTOS DE EJECUCIÓN PARA RETIRO DE JUNTAS ELASTOMÉRICAS.**

#### **5.3.1 Alcances**

El presente documento establece las disposiciones generales, los materiales y procedimientos de ejecución de los trabajos de retiro e instalación de juntas elastoméricas.

#### **5.3.2 Disposiciones generales**

Entre los trabajos se mencionan los materiales, mano de obra, herramientas y equipos para el sellado de juntas de retiro e instalación de juntas elastoméricas.

En cuanto al transporte, almacenamiento y manipulación se considera que los productos especificados en este documento, deben ser enviados en envases originales cerrados, con el nombre del fabricante, etiquetas, identificación de los productos y número de fabricación.

#### **5.3.3 Materiales**

Como sellante se utilizará Sikadur pav, con las siguientes características.

- Color: Gris
- Densidad: 2,1 kg/dm<sup>3</sup>
- Pot-life 20°C: 40min
- Pot-life 30°C: 20min

#### **5.3.4 Pernos de anclaje**

Los utilizados, serán pernos de acero de A36 de 15cm de longitud de 5/8" de diámetro con hilo y punta en V.



### 5.3.5 Resina epóxica de anclaje

La resina epóxica utilizada es del tipo Sikadur 52, por lo cual deben cumplir con las siguientes especificaciones:

Aspecto: Líquido color amarillo transparente (mezcla A+B)

Densidad: 1,10 kg/dm<sup>3</sup>

Potlife de 1 kg. a 20° C : 20 minutos

Proporción de la mezcla: A: B = 2: 1 (en peso)

Resistencias mecánicas (10 días a 20° C y H.R 65%):

Compresión: 530 kg/cm<sup>2</sup>

Flexión: 500 kg/cm<sup>2</sup>

Tracción: 250 kg/cm<sup>2</sup>

Adherencia al hormigón: 40 kg/cm<sup>2</sup>

Adherencia al acero: 100 kg/cm<sup>2</sup>

Módulo de elasticidad: 10600 kg/cm<sup>2</sup>

Coef. expansión térmica:  $89 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

Viscosidad a 20°C: 500 mPa. S

### 5.3.6 Equipos necesarios

- Demoledor
- Llave de torque
- Taladro
- Soplador

## **5.4 PROCEDIMIENTOS DE EJECUCIÓN PARA INSTALACIÓN DE JUNTAS ELASTOMÉRICAS.**

### **5.4.1 Retiro de Junta Existente y Limpieza de la Superficie**

Se retiran los labios elastoméricos y el fuelle subyacente por medio de la extracción de las tuercas que los unen al sustrato, luego, mediante el uso de demoledores se extraerá todo el sustrato donde se anclan los pernos existentes.

### **5.4.2 Aplicación de Cama de Apoyo y Fraguado**

Posteriormente se preparará Sikadur Pav y se aplicará como cama de apoyo, de tal forma de quedar perfectamente nivelada y con dilatación correspondiente para recibir la junta elastomérica especificada.

### **5.4.3 Perforaciones, limpieza del Sustrato y anclaje**

Una vez fraguada la cama de apoyo, se harán las perforaciones que luego de ser limpiadas se usarán para anclar los pernos aplicando Sikadur 52 por gravedad. Se dejará endurecer por 24 horas.

### **5.4.4 Fraguado, Torqueo y Remates de Terminación**

Finalmente, una vez fraguado del producto epóxico de sujeción de pernos, se procede a la colocación del fuelle y los labios elastoméricos, para a continuación proceder al apriete de las tuercas de estos hasta conseguir el torque correspondiente.

Una vez fijados se realiza el corte y pulido de cabezas de pernos sobrantes y posterior sello de poliuretano de todas las cavidades e intersticios.

Renovación de juntas de tipo banda de caucho plegada con bloques de elastómero armado

La sustitución de juntas existentes por juntas tipo banda de caucho plegada con bloques de elastómero armado. Este tipo de juntas, se componen de dos bloques de elastómero armado empotrados en ambos lados de la junta, unidos entre sí mediante una banda de elastómero plegada.

Se emplea en puentes con tránsito ligero y pesado con una distancia entre juntas de no más de 500 m para puentes de hormigón y de 750 m para puentes metálicos.

Tienen una carrera o recorrido de hasta  $\pm 175$  mm.

Figura 19: Junta tipo banda de caucho plegada en bloques.



La ejecución de la unidad de obra incluye las operaciones siguientes:

- Corte y demolición del pavimento en el ancho ocupado por la junta. Sólo en el caso de que el pavimento, la zona de anclaje o los bordes de la losa se encuentren deteriorado en esta zona, si no, se puede retirar la junta simplemente aflojando los pernos.
- Retirada de la junta existente con sus correspondientes elementos de anclaje

- Impermeabilización de juntas en tablero de estructura mediante la disposición de banda TPE (Polioléfinas Elastoméricas Termoplásticas) y sellado con adhesivo bicomponente de resina epoxídica de baja.

Figura 20: Aplicación de mortero epoxico en (tablero o estribo)



Fuente: Sociedad Concesionaria Autopista Central S.A

Figura 21: Colocación de la banda



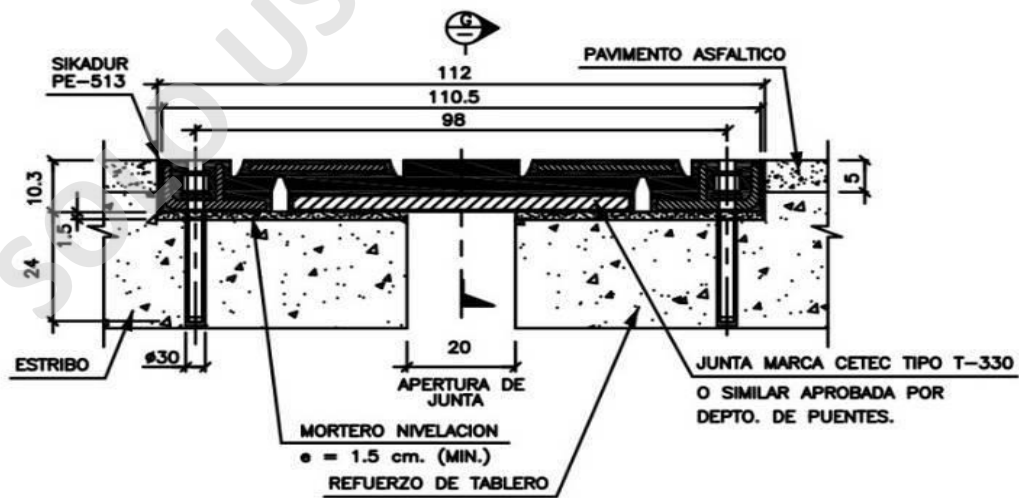
Fuente: Sociedad Concesionaria Autopista Central S.A

Figura 22: Colocación de anclajes



Fuente: Sociedad Concesionaria Autopista Central S.A

Figura 23: Corte transversal junta



Fuente: Sociedad Concesionaria Autopista Central S.A

Las juntas estarán constituidas por bandas de materiales elastoméricos y en su caso perfiles metálicos y una banda de caucho plegada. Deberán ser capaces de absorber deformaciones en tres direcciones perpendiculares entre sí, si bien su función principal es la de recoger los movimientos impuestos por la temperatura y las acciones reológicas, cuando éstas afectan a los tableros de los puentes.

Las características básicas que deben cumplir este tipo de juntas son:

- Elasticidad para seguir los movimientos sin agrietarse o introducir esfuerzos inadmisibles en los tableros. El movimiento total admisible será el indicado en los Planos.
- Estanqueidad en caso de lluvia, nieves, fuertes condensaciones, inundaciones, etc., evitando cualquier filtración.
- Posibilidad de deslizamiento de cualquiera de los bordes en las tres direcciones básicas fundamentales en relación con los ejes de simetría de las juntas.
- Resistencia al desgaste producido por el paso de vehículos en número correspondiente a la intensidad media prevista y a los efectos accidentales de frenado y arranque de los mismos.
- Conservación de las características mecánico elásticas de los materiales de la junta y bordes, dentro de las temperaturas extremas a que van a ser sometidas.
- No ocasionar, en cualquier situación de trabajo, resaltes o hundimientos que se traduzcan en golpeteos molestos al paso de los vehículos.

Están constituidas por una banda de material elastómero, normalmente una mezcla de cauchos con base cloropreno, formuladas adecuadamente para dar elasticidad, resistencia y durabilidad a la misma. Dentro de esta se encuentran unos refuerzos metálicos de acero, que le confieren la rigidez y resistencia necesarias para transmitir las cargas de tránsito e impiden que se curven al absorber los movimientos y por último una banda de caucho plegada. Los bordes de la banda se integran en un bloque de elastómero armado, siendo la banda una prolongación del mismo. La junta se conecta al tablero mediante anclajes fijados químicamente. La continuidad con el pavimento se materializa mediante una banda de transición a base de mortero epoxi o mortero sin retracción.

Los módulos presentan un dibujo superficial que aumenta la seguridad ante el derrapaje y permite la evacuación de aguas superficiales, pero conservando en toda la superficie un recubrimiento mínimo sobre la chapa de acero interior para evitar que, con el desgaste natural, pudiera quedar al exterior.

El conjunto se ancla mediante pernos a los bordes de la estructura.

Juntas de dilatación. Características y especificaciones:

Ensayos dimensionales Internas:

- Variación sobre medidas en plano
- Longitud <1%
- Altura <0,5 %
- Ancho <1%
- Machihembrado Sin deformaciones
- Caucho vulcanizado

Características Internas:

- Dureza Shore A >55
- Densidad (g/a.C.) >1.10
- Resistencia a tracción (Mpa) >15
- Alargamiento hasta rotura (%)>450
- Resistencia a desgarro (kN/m.) >60
- Envejecimiento térmico, 100° C, 70 horas:
- Variación de peso (%) <5
- Dureza Shore A >55

- Variación de la resistencia a tracción (%) <35
- Variación del alargamiento a rotura (%) <40
- Resistencia al Ozono Sin grietas en la zona expuesta

Aceros:

- Resistencia a tracción hasta fluencia (Mpa) >250
- Resistencia a tracción hasta rotura (Mpa) >450
- Alargamiento (%)>23

SOLO USO ACADÉMICO



## **5.5 JUNTA JEENE**

Junta elástica expansiva nucleada estructural

### **5.5.1 Descripción:**

JUNTA JEENE es un perfil elastomérico especialmente diseñado para el sello de juntas de dilatación y contracción, capaz de soportar ciclos térmicos y cargas dinámicas y al mismo tiempo mantener estanqueidad bajo presiones hidráulicas elevadas.

### **5.5.2 El sistema JEENE está constituido por tres elementos esenciales:**

1. Perfil preformado de neopreno
2. Adhesivo epóxico de dos componentes.
3. Sistema de presurización del perfil durante el período de curado.

La combinación de estos tres componentes permite obtener un sistema de sello hermético e impermeable, de fácil instalación y de utilización prácticamente inmediata, resistente a numerosos productos químicos y presiones hidráulicas elevadas, con un buen nivel de limpieza y mínimo mantenimiento.

### **5.5.3 Usos:**

JUNTA JEENE es recomendada para el sello de todo tipo de estructuras donde se prevean movimientos con o sin presiones hidrostáticas, como en:

- Puentes
- Vías
- Túneles
- Piscinas
- Canales
- Aeropuertos

#### 5.5.4 Ventajas:

- Perfecta impermeabilidad de las juntas.
- Resiste ciclos térmicos entre  $-30^{\circ}\text{C}$  y  $80^{\circ}\text{C}$ .
- Mejor desempeño de la junta en función de su forma geométrica.
- Recuperación inmediata en caso de daños localizados.
- Mayor durabilidad.
- Excelente desempeño en condiciones de abrasión y carga dinámica.
- Facilidad para recuperar juntas elaboradas con otros materiales.
- Impide la entrada de impurezas y materiales ajenos a las juntas.
- Facilidad de Aplicación.
- Inmediata liberación al tráfico después de aplicado.

SOLO USO ACADÉMICO

## CAPÍTULO VI

### 6 MANTENIMIENTO PREVENTIVO SISTEMAS DE AMORTIGUACIÓN DE IMPACTOS

#### 6.1 OBJETIVO:

Esta pauta tiene como objetivo principal, garantizar el buen funcionamiento de los dispositivos al momento de ser impactados.

#### 6.2 INSPECCIÓN MENSUAL.

Mensualmente se deberán revisar todos los dispositivos instalados teniendo principal atención en los siguientes aspectos:

Tabla 30: Inspección Visual

Tipo de Dispositivo		
Trinity		Barrier
Amortiguador	Terminal	Amortiguador
Verificar que dispositivo no tenga impactos		
Limpieza de losa y perímetro aledaño para su correcto deslizamiento		
Limpieza de nariz frontal ( Lámina Reflectiva)		
Verificar que no falten pernos y tuercas		
Verificar que no falten pasadores y chavetas		
	Verificar Tensión del Cable y posición de los pernos fusibles	Verificar cable antirrobo
		Verificar posición de tambores
		Verificar cables de Anclaje

Fuente: Sociedad Concesionaria Autopista Central S.A

La visita a cada uno de los puntos quedará reflejada en la lista de chequeo que se adjunta, la cual deberá ingresarse al software de mantención de amortiguadores

### 6.3 INSPECCIÓN TRIMESTRAL.

Cada tres meses, además de la inspección visual antes descrita, se deberá realizar una inspección manual que verifique los siguientes aspectos.

Tabla 31: Inspección Visual

<b>Tipo de Dispositivo</b>		
<b>Trinity</b>		<b>Barrier</b>
<b>Amortiguador</b>	<b>Terminal</b>	<b>Amortiguador</b>
Verificar apriete de pernos según especificaciones		
Verificar torque de pernos de anclaje según especificaciones		
	Verificar Tensión del Cable y posición de los pernos fusibles	Verificar torque de cables de anclaje

Fuente: Sociedad Concesionaria Autopista Central S.A

Tabla 32: Lista de chequeo atenuadores de impacto

Lista de Chequeo Dispositivos Atenuadores de Impacto			
Concepto	Cumple		
	SI	NO	N/A
Interior del dispositivo y Perímetro exterior libre de objetos que impidan el deslizamiento normal			
El dispositivo en general está limpio y libre de oxidación notable			
Todos los pernos, tuercas y pasadores se encuentran en su lugar			
Todos los pernos-fusibles se encuentran en buen estado y en su lugar			
No quedan láminas de corte dañadas			
Existe separación uniforme entre los diafragmas y vallas laterales			
La nariz está en su posición y su lámina reflectiva está en buenas condiciones			
Los cartuchos de poliuretano están en su lugar, de manera de poder leer la leyenda en la parte superior del mismo			
El cable antirrobo se encuentra en su lugar atado en ambos extremos (TAU II)			
Todos los pernos del sistema tienen el apriete especificado por el fabricante			
Todos los pernos de anclaje tienen el torque especificado por fabricante (TAU II)			
El cable de anclaje está tenso y/o torquado de acuerdo a lo especificado por el fabricante			
<p>Fecha: _____ Responsable: _____</p> <p>Nota: Utilice esta lista de chequeo para confirmar que se ha cumplido satisfactoriamente la inspección</p>			

Fuente: Sociedad Concesionaria Autopista Central S.A

Tabla 33: Inventario de amortiguadores de impacto

AMORTIGUADORES DE IMPACTO					
ITEM	TRAMO	CODIGO	TIPO	UBICACION PI	SECTOR
1	A	DT-A-10	TE	A-14,52-SO	Las Acacias Oriente
2	A	DT-A-20	TE	A-14,61-SP	La Vara Poniente
3	A	DT-A-30	TE	A-16,52-SO	Lo Blanco-La Vara Oriente
4	A	DT-A-40	AM	A-17,31-SP	San Bernardo ramala Nor-Pon (Colón)
5	A	DT-A-50	TE	A-17,92-SO	Colón Oriente (parada de buses)
6	A	DT-A-60	AM	A-18,45-SP	San Alfonso Poniente
7	A	DT-A-70	TE	A-19,03-SP	Catemito Nor-Pon
8	A	DT-A-80	TE	A-20,49-SO	Catemito Sur
9	A	DT-A-85	AM	A-21,4-SO	Paradero Lomas de Mirasur
10	A	DT-A-90	TE	A-21,25-SP	Calera de Tango ramal poniente
11	A	DT-A-100	TE	A-22,43-SO	Calera de Tango ramal sur oriente
12	A	DT-A-110	TE	A-22,65-SP	Nos-EstancillaPoniente
13	A	DT-A-120	TE	A-24,09-SO	Nos oriente (Carozzi)
14	A	DT-A-130	TE	A-24,74-SP	Lo Infante poniente
15	A	DT-A-140	TE	A-25,81-SP	Lo Herrera nor-pon
16	A	DT-A-150	TE	A-26,88-SO	Lo Herrera sur-ori
17	A	DT-A-160	AM	A-27,28-SP	Los Naranjos Poniente
18	A	DT-A-170	TE	A-28,73-SP	El Romeral
19	B	DT B-25	AM	B-1,830-NP	Mapocho
20	B	DT B-15	AM	B-0,670-NP	Agustinas
21	B	DB-B-20	AM	B-0,08- NO	Moneda oriente
22	B	DB-B-30	AM	B-0,43-SP	Toesca poniente
23	B	DB-B-40	AM	B -1,1-SO	Sta. Isabel oriente
24	B	DBR-B-55	AM	B-2,85-SP	Isabel Riquelme
25	B	DB-B-60	AM	B-2,38-SO	AV. Matta oriente
26	B	DB-B-70	AM	B-3,97-SO	Carlos Valdovinos oriente
27	B	DB-B-80	AM	B-4,82-SP	Salesianos poniente
28	B	DB-B-100	AM	B-6,05-SP	Departamental poniente
29	B	DB-B-110	AM	B-6,56-SO	Departamental oriente
30	B	DT-B-10	AM	B-9,08-SO	El Parrón oriente
31	B	DT-B-35	AM	B-9,32-SP	A. Vespucio poniente (cementerio)
32	B	DT-B-30	AM	B-11,4-SO	Lo Espejo ramal sur-ori
33	B	DT-B-40	AM	B-12,53-SP	Parque Industrial nor-pon (Watts)
34	B	DT-B-50	AM	B-13,3-SO	Parque Industrial sur-oriente
35	B	DT-B-55	AM	B-2,85-SP	Isabel Riquelme
36	B	DT-B-95	AM	B-5,27-SO	Salesianos oriente
37	B	DT-B-125	AM	B-8,61-SP	El Parrón poniente
38	C	DB-C-10	AM	C-1,5-NO	Vivaceta Costanera
39	C	DB-C-20	AM	C-1,51-NO	Balmaceda
40	C	DB-C-30	AM	C-1,86-NO	Costanera oriente
41	C	DB-C-40	AM	C-2,24-NP	R-12
42	C	DB-C-50	AM	C-2,37-NP	Sta. María
43	C	DB-C-70	AM	C-2,5-NP	Costanera
44	C	DT-C-10	TE	C-2,27-NO	Salida a Renca
45	C	DT-C-15	AM	C-3,485-NO	Salida Jorge Hirmas
46	C	DT-C-20	AM	C-4,77-NP	Domingo Santa María poniente
47	C	DT-C-30	AM	C-5,15-NO	14 de la Fama oriente
48	C	DT-C-40	AM	C-6,08-NP	14 de la Fama poniente
49	C	DT-C-50	TE	C-6,655-NO	Zapadores oriente
50	C	DT-C-60	TE	C-7,68-NP	Zapadores poniente
51	C	DT-C-65	AM	C-2,241-NP	Costanera poniente
52	C	DT-C-70	AM	C-8,5-NP	Empalme norte
53	C	DT-C-80	AM	C-9,37-NO	CAE norte
54	C	DT-C-90	TE	C-9,53-NP	Cardenal Caro poniente
55	C	DT-C-100	AM	C-9,86-NO	Vespucio Sur Ori(salida a VLO)
56	C	DT-C-110	AM	C-9,92-NO	Ramal AVN nor-ori
57	C	DT-C-120	AM	C-10,05-NP	Lazo AVN sur-pon
58	C	DT-C-130	TE	C-10,335-NP	Nudo Quilicura AVN pon (Mutual)

Fuente: Sociedad Concesionaria Autopista Central S.A

AMORTIGUADORES DE IMPACTO					
ITEM	TRAMO	CODIGO	TIPO	UBICACION PI	SECTOR
59	D	DT-D-10	TE	D-3,96-SO	Departamental oriente
60	D	DT-D-20	TE	D-5,82-SO	Lo Ovalle oriente
61	D	DT-D-30	AM	D-6,19-SP	Pablo Neruda poniente
62	D	DT-D-40	AM	D-6,91-SO	Salvador Allende oriente
63	D	DT-D-50	AM	D-7,48-SP	A Vespucio ramal nor-pon
64	D	DT-D-60	AM	D-7,65-SO	A Vespucio lazo nor-ori
65	D	DT-D-70	TE	D-7,8-SP	A Vespucio ramal sur-pon
66	D	DT-D-80	TE	D-8,03-SP	Lo Espejo oriente
67	D	DT-D-90	TE	D-8,08-SO	A Vespucio ramal sur-ori
68	D	DT-D-100	TE	D-8,79-SO	A Vespucio Oriente(Las Turbinas)
69	D	DT-D-110	AM	D-9,00-SO	Lo Espejo nor-ori (lazo)
70	D	DT-D-120	TE	D-10,23-SP	Santa Margarita sur-pon (ramal)
71	D	DT-D-130	TE	D-10,32-SO	Lo Espejo ori (ramal Sta Marg)
72	D	DT-D-140	TE	D-11,11-SO	Santa Margarita ramal sur-ori
73	D	DT-D-150	AM	D-13,97-SO	Las Acacias ori (Emplame Sur)
74	E	DT-E-10	AM	E-5,45-SP	Domingo Sta María poniente
75	E	DT-E-20	TE	E-5,73-SO	Jaime Guzmán oriente (Dorsal)
76	E	DT-E-30	AM	E-6,30-SO	Puerto Montt oriente
77	E	DT-E-40	AM	E-6,36-SP	Jaime Guzmán poniente (Dorsal)
78	F	DT-F-25	AM	F3,700-SO	GV-Costanera al oriente
79	F	DB-F-10	AM	F-3,6-NP	Carrascal poniente
80	F	DB-F-20	AM	F-3,27-NO	Carrascal oriente
81	F	DB-F-30	AM	F-2,97-NP	Mapocho poniente
82	F	DB-F-40	AM	F-1,33-NO	San Pablo oriente
83	F	DB-F-50	AM	F-0,95-SO	Arica oriente
84	F	DT-F1-10	AM	F-1,88-SP	Departamental pon (Pingüinos)
85	F	DT-F-65	AM	F-3,28-SO	Carlos Valdovinos/ GV oriente
86	F	DT-F-25	AM	F-3,7-SO	Costanera al oriente
87	G	DB-G-10	AM	G-0,41-SO	Alameda
88	G	DT-G-10	AM	G-0,75-NP	Apóstol Santiago (Ecuador-Alameda)
89	G	DT-G-11	AM	G-4,4	Enlace Costanera-GV al sur

Fuente: Sociedad Concesionaria Autopista Central S.A

**Donde:**

DT: Dispositivo Trinity

AM: Amortiguador

TE: Terminal

DB: Dispositivo Barrier

## CAPÍTULO VII

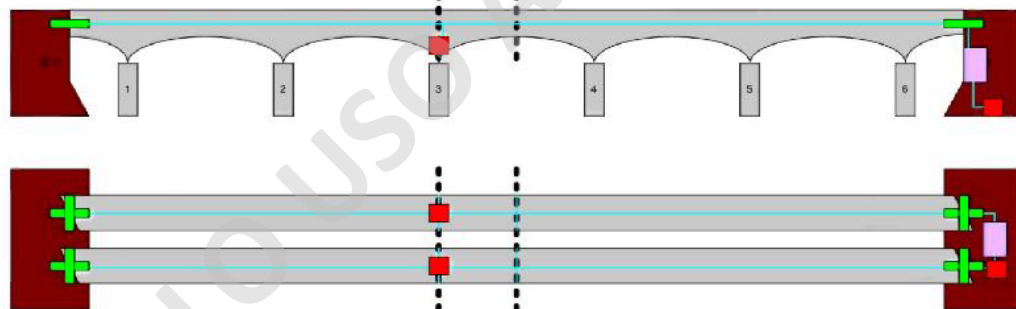
### 7 SISTEMA MONITOREO, PUENTE MAIPO

#### 7.1 DESCRIPCIÓN DE MONITOREO

Sistema de Monitoreo para la fase de servicio y explotación del Puente Maipo, estructura ubicada en la Autopista Central (Ruta 5 - Sur).





El Monitoreo en la fase de servicio permite controlar de manera continua el comportamiento del Puente y además garantizar su durabilidad y manejo en el tiempo. Además permite en caso de evento sísmico, disponer de información en tiempo real sobre los elementos críticos de la estructura, ayudando a la Sociedad Concesionaria Autopista Central S.A a la toma de decisiones .

Figura 24: Esquema Monitoreo durante la Fase de Servicio



Fuente: Sociedad Concesionaria Autopista Central S.A

#### Simbología:

-  Sensores de desplazamiento "x" (estático y dinámico) e eje transversal "y" (dinámico)
-  Acelerometro 3D control eventos Sísmicos (1)  
Acelerometros 3D aceleración Puente (2)
-  Medidores de tensión uniaxial (16)
-  Unidad adquisición



El sistema permite controlar los parámetros de mayor interés en un puente de esta tipología. Al tratarse de un cajón monocelular de hormigón postensado, se trata de una estructura rígida y esto permite disminuir el número y tipo de equipos instalados.

A partir del día de inicio del sistema, se graban los datos históricos ( modo estático).

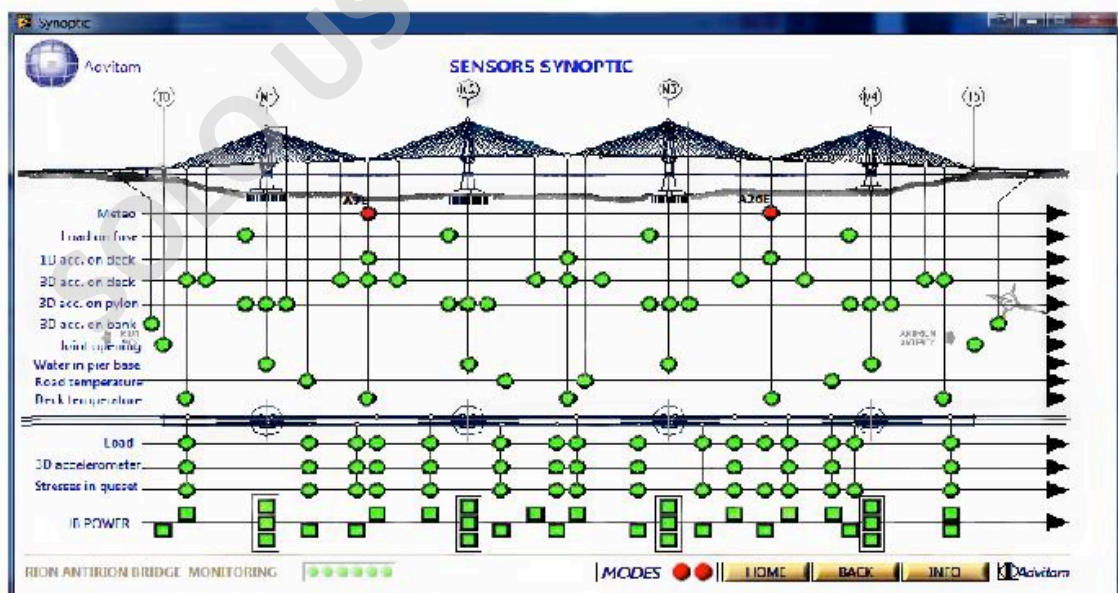
En el caso de eventos dinámicos, estos serán registrados también en los datos históricos.

En caso de detectar una falla en el sistema, se contará con un sistema de hardware watchdog , el cual además de realizar la detección tiene la capacidad de mejorarlo.

El sistema watchdog mejora el tiempo de funcionamiento y la fiabilidad del sistema.

El sistema contempla el Software EverSense, el cual incluye una interfaz amigable para el monitoreo del Puente. Este corresponde a una interfaz web utilizando un Servidor Advitam el que incluye una supervisión remota, visualización de datos, indicadores y alertas. El hosting de los datos y el servidor para EverSense será gratuito durante el primer año, y esta sujeto a contrato por los siguientes años.

Figura 25: Software EverSense



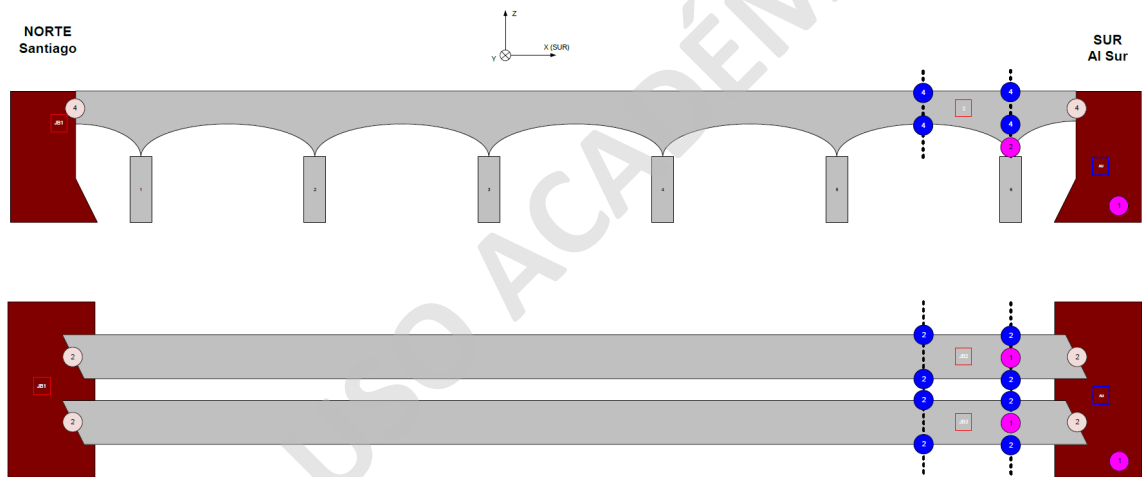
Fuente: Sociedad Consecionaria Autopista Central S.A

Figura 26: Sensor desplazamiento



Fuente: Sociedad Concesionaria Autopista Central S.A

Figura 27: Emplazamiento de Equipos



Fuente: Sociedad Concesionaria Autopista Central S.A

**Simbología**






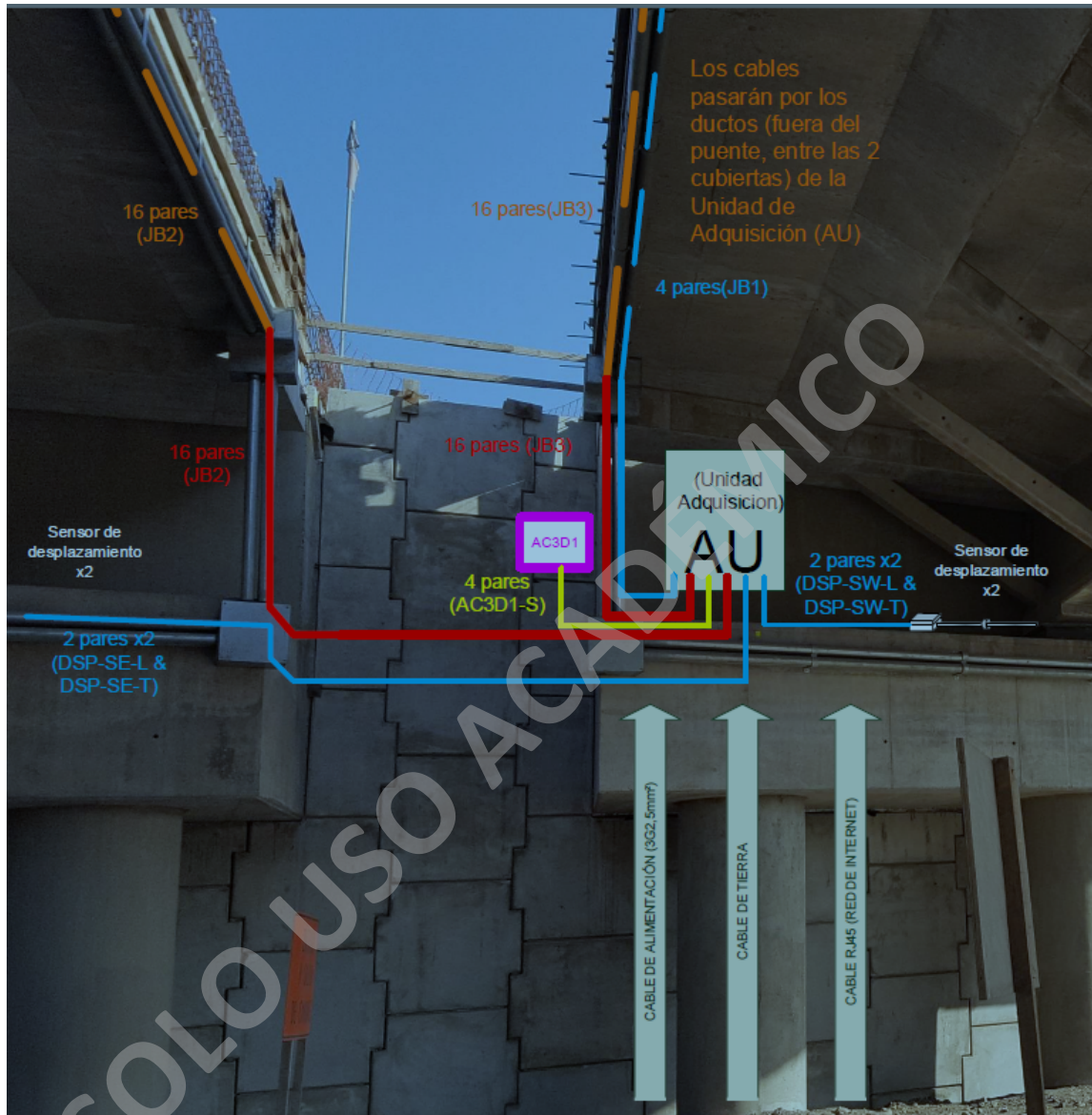
-  ➤ Acelerómetro 3D (Canti=03)
-  ➤ Sensor de Desplazamiento (Canti=08)
-  ➤ Galga extensiométrica (Canti=16)
-  ➤ Unidad de adquisición (Canti=01)
-  ➤ Caja de Conexiones (Canti=03)
- Acceso a la red de Internet

Figura 28: Identificación Equipos instalados



Fuente: Sociedad Consecionaria Autopista Central S.A

## 7.2 ORIENTACIÓN DE LOS EJES

Los ejes XYZ se eligen para definir un sistema ortonormal indirecto:

- El eje X está alineado con la cubierta del puente desde el norte hacia el sur (Santiago a Al Sur)
- El eje Y es perpendicular al puente desde el oeste hacia el este (desde aguas abajo hacia aguas arriba)
- El eje Z es vertical desde el suelo hasta el cielo.

## 7.3 ORIENTACIÓN DE LOS SENSORES Y TIPO DE SOPORTE

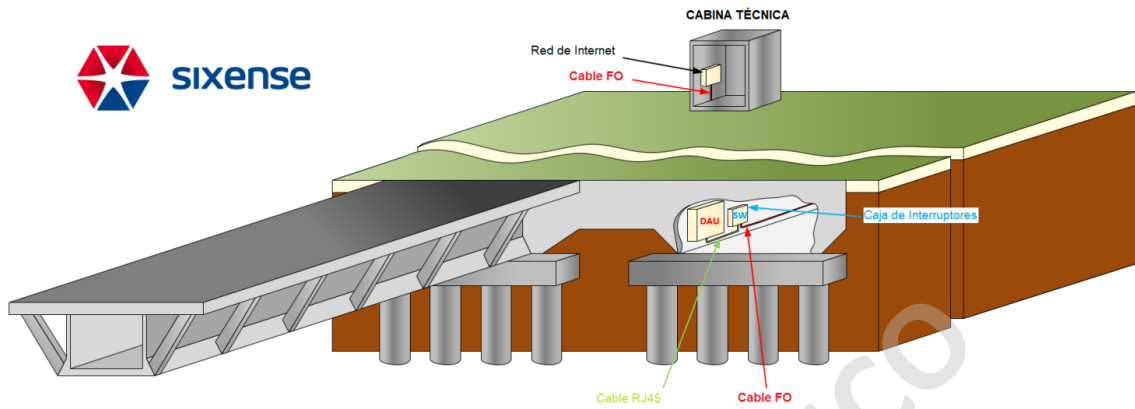
La siguiente tabla muestra para cada sensor su identificación, su orientación y el tipo de soporte necesario:

Figura 29: Catastro de equipos instalados, Puente Maipo

Tipo de Sensor	Id. Sensor	Orientación	Eje/dirección	Orientación del soporte
<b>Acelerómetro 3D</b>	AC3D1-S AC3D2-E AC3D3-W	X, Y, Z	X: Desplazamiento Longitudinal Y: Desplazamiento Transversal Z: Desplazamiento Vertical	Soporte vertical: montado en el suelo
<b>Desplazamiento</b>	DSP-SE-L DSP-SW-L DSP-NE-L DSP-NW-L	X	X: Desplazamiento Longitudinal	Soporte vertical: montado en la pared
<b>Desplazamiento</b>	DSP-SE-T DSP-SW-T DSP-NE-T DSP-NW-T	Y	Y: Desplazamiento Transversal	Soporte vertical: montado en la pared
<b>Galgas Extensiométricas</b>	SG-E-P6-B-E SG-E-P6-T-E SG-E-P6-B-W SG-E-P6-T-W	X	X: Deformación longitudinal	Soporte horizontal: montado en la pared

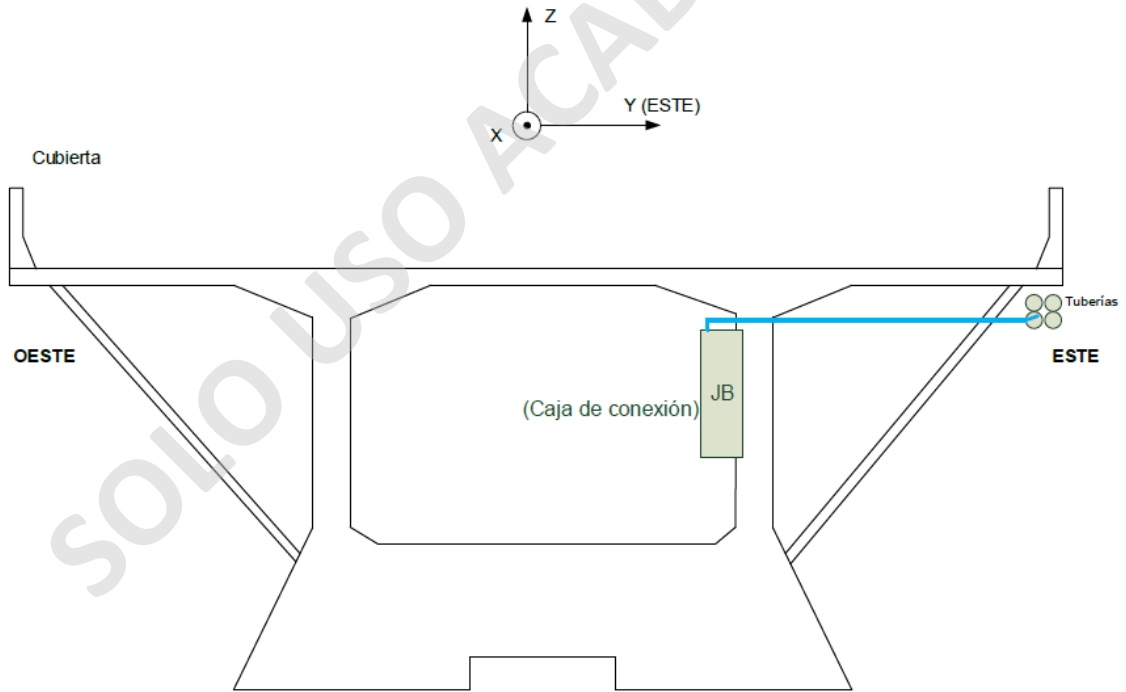
Fuente: Sociedad Concesionaria Autopista Central S.A

Figura 30: Caseta técnica, Puente Maipo



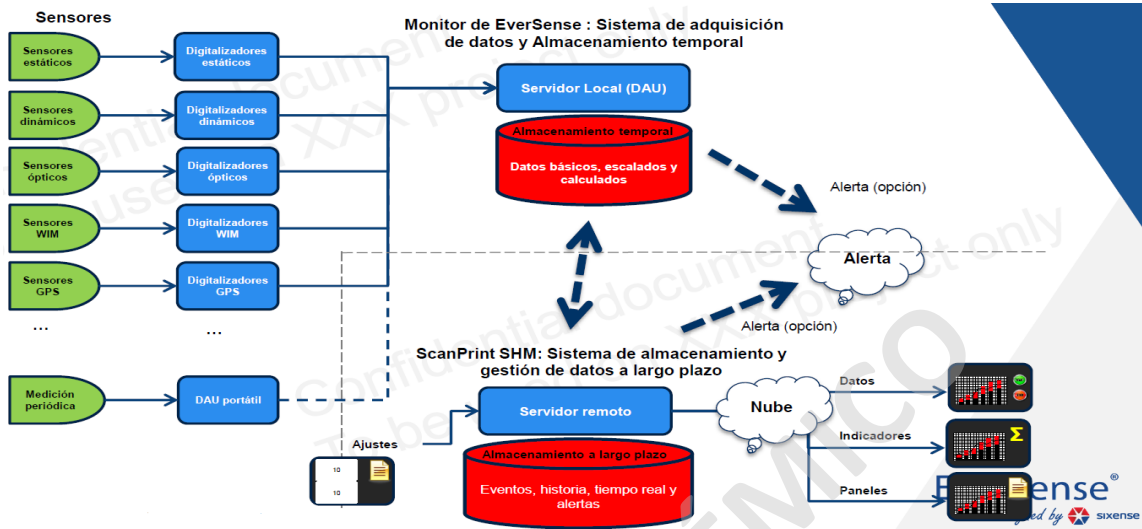
Fuente: Sociedad Concesionaria Autopista Central S.A

Figura 31: Alimentación de caja de conexión



Fuente: Sociedad Concesionaria Autopista Central S.A

Figura 32: Arquitectura de EverSense



Fuente: Sociedad Concesionaria Autopista Central S.A

### ScanPrint SHM

Módulo de Monitoreo estructural de Salud del Software de Administración de Infraestructura de ScanPrint

- Seguimiento de la instalación, mantenimiento y otras actividades

Figura 33: Inicio de sesión



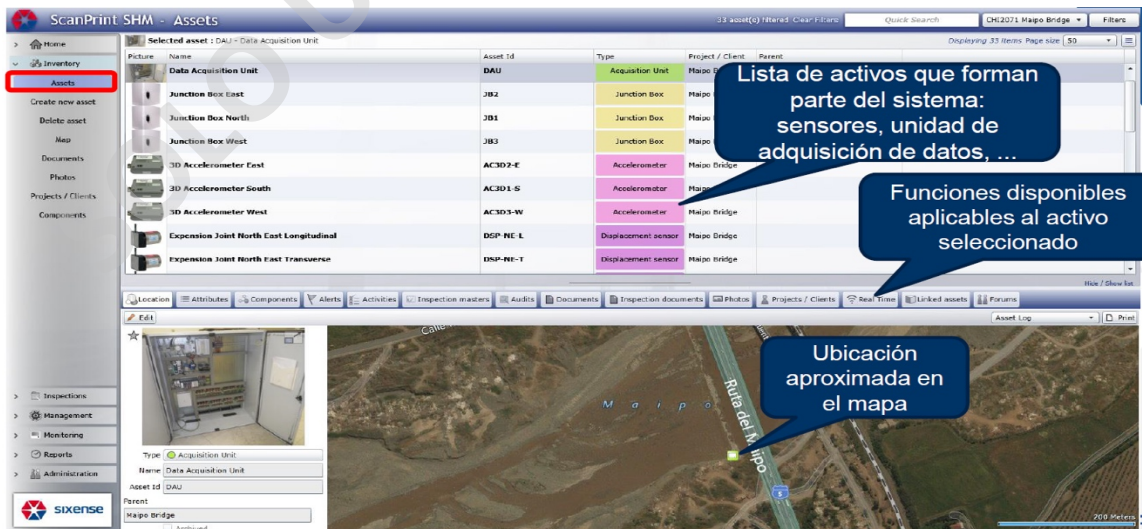
Fuente: Sociedad Concesionaria Autopista Central S.A

Figura 34: Pantalla de bienvenida



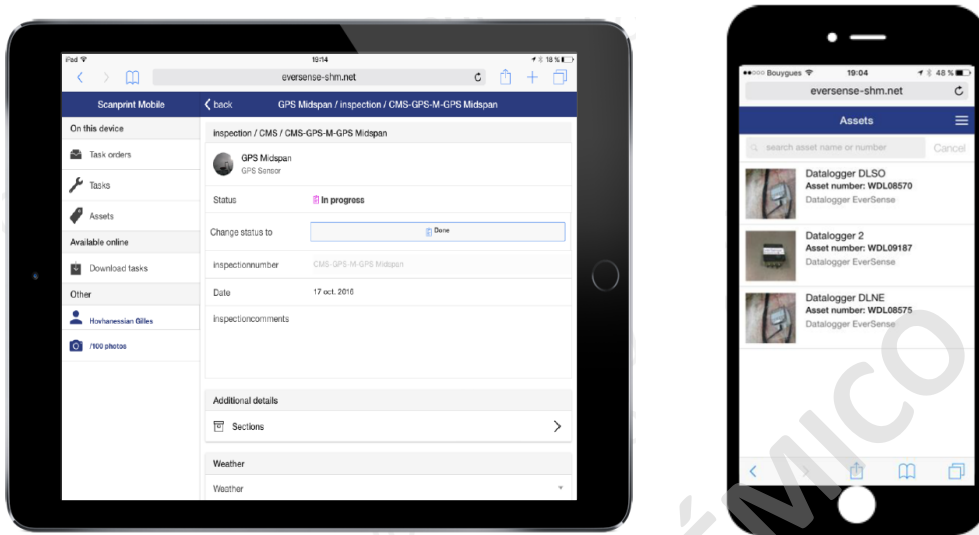
Fuente: Sociedad Concesionaria Autopista Central S.A

Figura 35 Inventario De Activos



Fuente: Sociedad Concesionaria Autopista Central S.A

Figura 36: Inspección en dispositivos móviles



Fuente: Sociedad Concesionaria Autopista Central S.A

Figura 37: Planificación de las inspecciones

Lista de verificación de inspección (ICL)  
 Lista de verificación de la puesta en marcha (CMS)  
 Lista de verificación periódica de mantenimiento especializado

Picture	Asset name	Asset Id	Inspection type	Status	Initial team	Field Operator	From	To	Task
	Datalogger DL50	WDL08570	ICL	Done	Datalogger	Mathias Auvray	04/12/14	04/01/15	ICL
	Datalogger DLNE	WDL08575	ICL	Done	Datalogger	Mathias Auvray	04/12/14	04/01/15	ICL
	Datalogger DL50	WDL08570	PSM	Done	Datalogger	Mathias Auvray	01/09/15	01/10/15	PSM
	Datalogger DLNE	WDL08575	PSM	Done	Datalogger	Mathias Auvray	01/09/15	01/10/15	PSM
	Datalogger DL50	WDL08570	PSM	Done	Datalogger	Mathias Auvray	01/09/16	01/10/16	PSM
	Datalogger DLNE	WDL08575	PSM	Done	Datalogger	Mathias Auvray	01/09/16	01/10/16	PSM
	Datalogger 1	WDL09186	ICL	Done	Datalogger	Chaymee MARHRAOUI	20/02/17	20/03/17	ICL
	Datalogger 2	WDL09187	ICL	Planned	Datalogger	Chaymee MARHRAOUI	20/02/17	20/03/17	ICL
	Datalogger DL50	WDL08570	PSM	Planned	Datalogger	Mathias Auvray	01/09/17	01/10/17	PSM
	Datalogger DLNE	WDL08575	PSM	Planned	Datalogger	Mathias Auvray	01/09/17	01/10/17	PSM

Fuente: Sociedad Concesionaria Autopista Central S.A



## CAPÍTULO VIII

### 8 COSTOS DE CONSERVACIÓN Y MONITOREO DE ESTRUCTURAS

#### 8.1 COSTOS ASOCIADOS A MANTENIMIENTO DE ESTRUCTURAS

Tabla 34: Estimación de costos asociados a mantenimiento rutinario

ÍTEM	PARTIDA	TOTAL NETO (UF)
<b>A</b>	<b>Itemizado Tipo, Conservación Estructuras</b>	
<b>1</b>	<b>OBRAS COMPLEMENTARIAS Lado Oriente y Poniente</b>	<b>2.799,33</b>
1.1	Preparación Área de Trabajo Pista 1 y 2 ; 2 y 3	
1.1.1	Segregación de vías y Señalética A22	2.193,87
1.1.2	Andamios ( Montaje y retiro ) Losa Oriente y Poniente	605,46
<b>2</b>	<b>OBRAS DE RESTAURACIÓN DE EFLORESCENCIA</b>	<b>1.296,25</b>
2.1	Limpieza de Eflorescencia losa y Vigas con Cepillo duro	313,20
2.1.2	Limpieza con acido muriatico si existe presencia de hongos	296,26
2.1.3	Limpieza con acido muriatico si existe presencia de hongos	172,18
2.1.4	Limpieza con agua a presión. Humedecer Superficie.	514,61
<b>3</b>	<b>OBRAS DE RESTAURACIÓN HORMIGONES</b>	<b>1.296,25</b>
3.1	Preparación Superficie	-
3.1.1	Retiro de Material suelto mecanizado ( martillo eléctrico)	100,80
3.1.2	Limpieza con agua a presión. Humedecer Superficie.	5,40
3.1.3	Puente adherentes en area preparada	14,94
3.1.4	Moldaje con buzón de llenado en fondo losa si procede	90,00
3.1.5	Restaur. Hormigón Vigas con Sikagrout 214 o equivalente	101,88
<b>4</b>	<b>OBRAS DE RESTAURACIÓN SELLADO DE FISURAS</b>	<b>3.393,45</b>
4.1	Sellado de fisuras con Resinas Epóxica	-
4.1.1	Inyeccion De Resina Sikadur 52 equipo compresor	3.393,45
<b>5</b>	<b>OBRAS DE RESTAURACIÓN JUNTAS</b>	<b>919,94</b>
5.1	Cambio y reparacion de juntas Elsatamericas y labios epóxicos	500,00
5.1.1	Confección de caja con grout epóxico e instalación de junta Basf	200,00
5.1.2	Restauración de labios epóxicos con Sikadur Pav	219,94
5.2	Juntas de Pav Pasarelas	
<b>TOTAL NETO</b>		<b>9.705,21</b>

## 8.2 COSTOS IMPLEMENTACIÓN MONITOREO PUENTE MAIPO

Tabla 35: Estimación de costos, monitoreo Puente Maipo

ÍTEM	PARTIDA	COSTO TOTAL (UF)
<b>A</b>	<b>Itemizado Tipo, Monitoreo Estructura Puente Maipo</b>	
<b>1</b>	OBRAS COMPLEMENTARIAS MONITOREO PUENTE	
1.1.-	Suministros e Instalación de equipos	9.000,00
<b>2</b>	MANTENIMIENTO SOFTWARE (anual)	
2.1.-	Hosting de datos y servidor para EverSense	1.300,00

Fuente: Sociedad Concesionaria Autopista Central S.A

## CONCLUSIÓN

Lo expuesto a lo largo de este trabajo de título permite abordar el problema que existe en la conservación de estructuras durante la etapa de explotación de obras Concesionadas. Una inspección visual es clave para la identificación mediante un método no destructivo del deterioro por el paso del tiempo o daños causados productos de accidentes de tránsito, y aportar una solución mediante una metodología que permita unificar criterios entre el inspector de obra que la realiza la inspección y la asesoría técnica del MOP.

Por lo tanto, los daños mas recurrentes detectados en las estructuras están asociados a las juntas de dilatación en diferentes estructuras, en puentes se detectan perfiles elastoméricos cortados, perfiles deformados, agrietamientos y perdida de wabocrete en losas de accesos y en juntas metálicas desprendimiento de tapa o cantonera dejando la junta al descubierto producto de un deficiente mantenimiento. En pasarelas peatonales se observa que los daños al igual a los expuestos en puentes están asociados a los sellos en juntas de dilatación.

Las juntas de dilatación son unos de los elementos que sufren mas daños desde que un pavimento es puesto en servicio, debido a que está sometido a cargas vehiculares y a los efectos del clima, por este motivo es necesario realizar un correcto monitoreo en el tiempo para evaluar su comportamiento y mantener el nivel de servicialidad que asegure un desplazamiento seguro para los conductores. Dentro de los trabajos de conservación el reemplazo de una junta de dilatación es muy complejo producto de las etapas que involucra su ejecución, los trabajos contemplan la autorización del MOP para el cierre de calzadas disminuyendo el flujo a una pista y en sectores donde existen vías locales de servicio se realiza un desvío de tránsito para permitir una mejor ejecución.

Los procedimientos de ejecución de trabajo, entregan los lineamientos que debemos seguir y además es una guía que nos permite optimizar los trabajos manteniendo una secuencia lógica en su desarrollo.

Las fichas de inspección visual es un documento que nos permiten optimizar los procesos evaluando y registrando el estado de conservación de una estructura, lo anterior ayuda a organizar la información y permite adjuntar el registro fotográfico.

Se desarrollo una metodología de inspección con el apoyo de fichas de inspección y procedimientos de trabajo, identificando las variables mas recurrentes que afectan las estructuras, esto permite priorizar su mantenimiento en etapas tempranas optimizando los costos de conservación y evitando daños mayores que podrían llegar a dejar fuera de servicio una estructura.

Es necesario que el inspector encargado de realizar la inspección visual tenga conocimientos, experiencia y el criterio necesario para poder evaluar las estructuras, lo anterior garantiza que los resultados reflejen el real estado de conservación permitiendo tomar las acciones necesarias para mantener las estructuras en optimas condiciones.

El uso de tecnologías de punta como lo es el monitoreo del Nuevo Puente Maipo que mediante la utilización de sensores permiten controlar de manera continua y en forma remota el estado de los diferentes elementos estructurales del puente, además de conocer el comportamiento en eventos sísmicos.

## BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Manual de Carreteras Volumen 5. Especificaciones Técnicas Generales de Construcción. Dirección de Vialidad Ministerio de Obras Públicas. Santiago, Chile.
- ❖ Manual de Carreteras Volumen 7. Mantenimiento Vial. Dirección de Vialidad Ministerio de Obras Públicas. Santiago, Chile.
- ❖ Dirección de Vialidad, Ministerio de Obras Públicas, Sitio web: [www.vialidad.cl](http://www.vialidad.cl)
- ❖ Valenzuela, S (2008). Metodología de Gestión de Puentes a Nivel de Red Basada en Inspección Visual. Tesis para optar al título de Ingeniero Civil.
- ❖ Japan International Cooperation Agency JICA (1996). Guía de Inspección para Mantenimiento de Puentes. Proyecto de Rehabilitación y Conservación de Puentes en la República de Chile. Santiago, Chile.

SOLO USO ACADÉMICO

## Índice de figuras.

FIGURA 1: MAPA DE RUTA, AUTOPISTA CENTRAL S.A.....	10
FIGURA 2: MAPA DE ESTRUCTURAS AUTOPISTA CENTRAL S.A.....	11
FIGURA 3: ESTRUCTURA ORGÁNICA MOP .....	12
FIGURA 4: DIAGRAMA DE FLUJO DE INSPECCIÓN. ....	17
FIGURA 5: DIAGRAMA APLICACIÓN TÍPICA DE JUNTA JEENE .....	31
FIGURA 6: JUNTA TX-60 .....	32
FIGURA 7: INSTALACIÓN JUNTA TX-60.....	32
FIGURA 8: JUNTA TX-250 .....	33
FIGURA 9: JUNTA TX-250 .....	33
FIGURA 10: JUNTA FLEXIBLE NEOPRENO.....	34
FIGURA 11: ILUSTRACIÓN: JUNTA MODULAR MAURER STEELFLEX .....	35
FIGURA 12: TRANSFERENCIA DE LA CARGA DE LA RUEDA.....	38
FIGURA 13: DIRECCIÓN DE MOVIMIENTO .....	39
FIGURA 14: CLASIFICACIÓN DE JUNTAS .....	39
FIGURA 15: ESQUEMA DE ABERTURAS .....	40
FIGURA 16: INSTALACIÓN JUNTA DE DILATACIÓN NUEVO PUENTE MAIPO. ....	40
FIGURA 17: INSTALACIÓN JUNTA DE DILATACIÓN NUEVO PUENTE MAIPO. ....	41
FIGURA 18: INSTALACIÓN JUNTA DE DILATACIÓN NUEVO PUENTE MAIPO. ....	41
FIGURA 20: JUNTA TIPO BANDA DE CAUCHO PLEGADA EN BLOQUES. ....	59
FIGURA 21: APLICACIÓN DE MORTERO EPOXICO EN (TABLERO O ESTRIBO).....	60
FIGURA 22: COLOCACIÓN DE LA BANDA .....	60
FIGURA 23: COLOCACIÓN DE ANCLAJES.....	61
FIGURA 24: CORTE TRANSVERSAL JUNTA.....	61
FIGURA 25: ESQUEMA MONITOREO DURANTE LA FASE DE SERVICIO.....	72
FIGURA 26: SOFTWARE EVERSENCE .....	73
FIGURA 27: SENSOR DESPLAZAMIENTO .....	74
FIGURA 28: EMPLAZAMIENTO DE EQUIPOS.....	74
FIGURA 29: IDENTIFICACIÓN EQUIPOS INSTALADOS.....	75
FIGURA 30: CATASTRO DE EQUIPOS INSTALADOS, PUENTE MAIPO .....	76
FIGURA 31: CASETA TÉCNICA, PUENTE MAIPO .....	77
FIGURA 32: ALIMENTACIÓN DE CAJA DE CONEXIÓN .....	77
FIGURA 33: ARQUITECTURA DE EVERSENCE .....	78

FIGURA 34: INICIO DE SESIÓN .....	78
FIGURA 35: PANTALLA DE BIENVENIDA .....	79
FIGURA 36 INVENTARIO DE ACTIVOS.....	79
FIGURA 37: INSPECCIÓN EN DISPOSITIVOS MOVILES.....	80
FIGURA 38: PLANIFICACIÓN DE LAS INSPECCIONES.....	80

## Índice de tablas.

TABLA 1: INSPECCIÓN DE PUENTES Y ESTRUCTURAS. ....	13
TABLA 2: INSPECCIÓN PASARELAS. ....	14
TABLA 3: CLASIFICACIÓN DAÑOS EN ESTRUCTURAS .....	15
TABLA 4: CLASIFICACIÓN DE LA SOCAVACIÓN EN LAS FUNDACIONES .....	15
TABLA 5: RESUMEN GENERAL DE LA INSPECCIÓN DE PUENTES Y ESTRUCTURAS A DESNIVEL.....	18
TABLA 6: INSPECCIÓN DE MUROS DE CONTENCIÓN, ÍTEMS DE INSPECCIÓN.....	19
TABLA 7: CLASIFICACIÓN DAÑOS EN MUROS DE CONTENCIÓN .....	20
TABLA 8: PONDERACIÓN .....	21
TABLA 9: MUROS DE CONTENCIÓN, RUTA 5 .....	21
TABLA 10: MUROS DE CONTENCIÓN, GENERAL VELÁSQUEZ .....	26
TABLA 11: INSPECCIÓN MUROS DE CONTENCIÓN .....	28
TABLA 12: CALIFICACIONES ÚLTIMOS AÑOS, PUENTES.....	30
TABLA 13: DIMENSIONES DE LOS PERFILES .....	31
TABLA 14: MOVIMIENTO .....	34
TABLA 15: JUNTAS DAÑADAS RUTA 5.....	42
TABLA 16: JUNTAS DAÑADAS GENERAL VELÁSQUEZ .....	42
TABLA 17: REGISTRO FOTOGRÁFICO DE SEGUIMIENTO .....	43
TABLA 18: REGISTRO FOTOGRÁFICO DE SEGUIMIENTO .....	44
TABLA 19: REGISTRO FOTOGRÁFICO DE SEGUIMIENTO .....	45
TABLA 20: REGISTRO FOTOGRÁFICO DE SEGUIMIENTO .....	46
TABLA 21: REGISTRO FOTOGRÁFICO DE SEGUIMIENTO .....	47
TABLA 22: REGISTRO FOTOGRÁFICO DE SEGUIMIENTO .....	48
TABLA 23: REGISTRO FOTOGRÁFICO DE SEGUIMIENTO .....	49
TABLA 24: REGISTRO FOTOGRÁFICO DE SEGUIMIENTO .....	50
TABLA 25: REGISTRO FOTOGRÁFICO DE SEGUIMIENTO .....	51
TABLA 26: REGISTRO FOTOGRÁFICO DE SEGUIMIENTO .....	52

TABLA 27: REGISTRO FOTOGRÁFICO DE SEGUIMIENTO .....	53
TABLA 28: REGISTRO FOTOGRÁFICO DE SEGUIMIENTO .....	54
TABLA 29: REGISTRO FOTOGRÁFICO DE SEGUIMIENTO .....	55
TABLA 30: INSPECCIÓN VISUAL .....	67
TABLA 31: INSPECCIÓN VISUAL .....	68
TABLA 32: LISTA DE CHEQUEO ATENUADORES DE IMPACTO .....	69
TABLA 33: INVENTARIO DE AMORTIGUADORES DE IMPACTO .....	70
TABLA 34: ESTIMACIÓN DE COSTOS ASOCIADOS A MANTENIMIENTO RUTINARIO .....	81
TABLA 35: ESTIMACIÓN DE COSTOS, MONITOREO PUENTE MAIPO .....	82

### **Índice de Gráficos.**

GRÁFICO 1: TIPOLOGÍA DE ESTRUCTURAS .....	30
GRÁFICO 2: NUMERO DE ESTRUCTURAS AUTOPISTA CENTRAL .....	30

SOLO USO ACADÉMICO



**ANEXOS:**

Ficha de Inspección

SOLO USO ACADÉMICO