

DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES DINAMICAS DEL PUENTE MARGA-MARGA A TRAVES DE MICROVIBRACIONES

M. EUGENIA SEGOVIA

RUBEN BOROSCHEK

M. OFELIA MORONI

MAURICIO SARRAZIN

Departamento de Ingeniería Civil

Facultad de

Ciencias Físicas y Matemáticas

Universidad de Chile.

En Viña del Mar se ha construido el puente Marga-Marga, el cual representa la primera obra de infraestructura aislada sísmicamente. Es de sumo interés determinar sus características dinámicas en forma experimental y luego verificar su comportamiento sísmico. Para esto último se ha dispuesto instrumentar el puente con una red de acelerógrafos, cuya ubicación se decidirá en función de las mediciones experimentales que se describen en este trabajo.

DESCRIPCIÓN DEL PUENTE MARGA-MARGA.

El puente Marga-Marga, como se puede apreciar en la figura 1, está compuesto por vigas de acero continuas de 383 mts de largo, sobre las cuales se apoya el tablero de hormigón armado de 18 mts de ancho. Esta estructura, a su vez, se apoya en cepas distanciadas 50 m entre sí y en los estribos. El apoyo del tablero a cepas y estribos está materializado con elementos de goma que actúan como aisladores sísmicos. Se trata de elementos de 50 x 85, 50 x 50 y 50 x 70 cm en planta por 30 cm de altura, de goma natural de alto amortiguamiento reforzados con placas de acero horizontales, fabricados por Vulco S.A.

Descripción General del Puente Marga - Marga

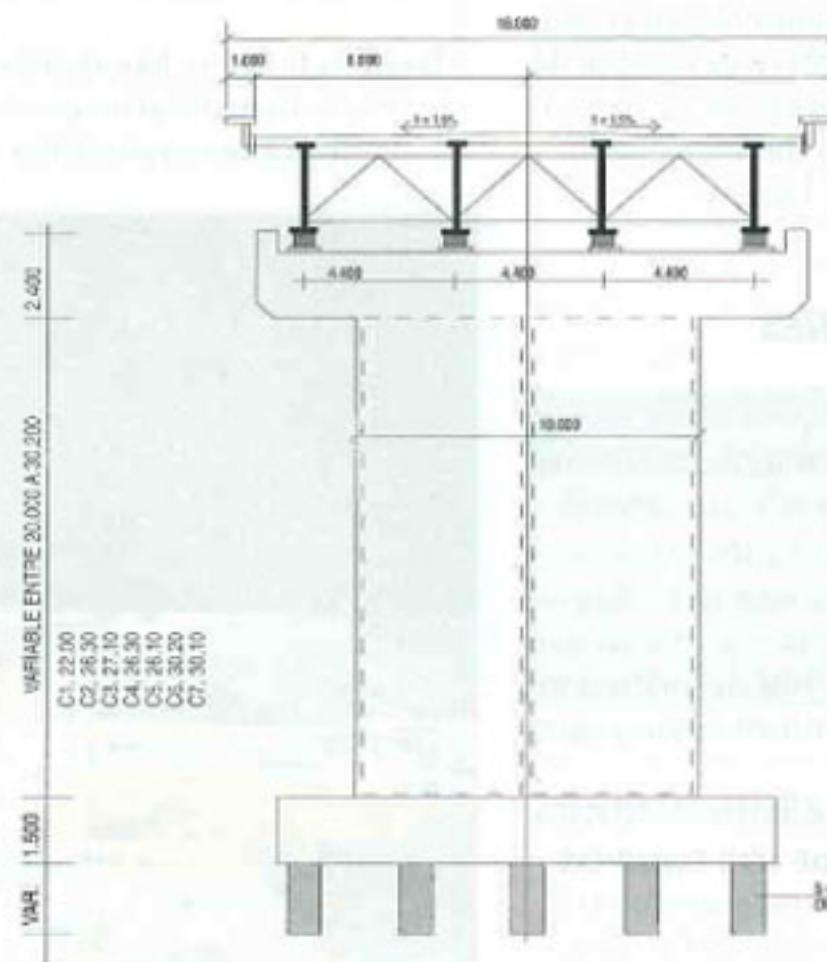
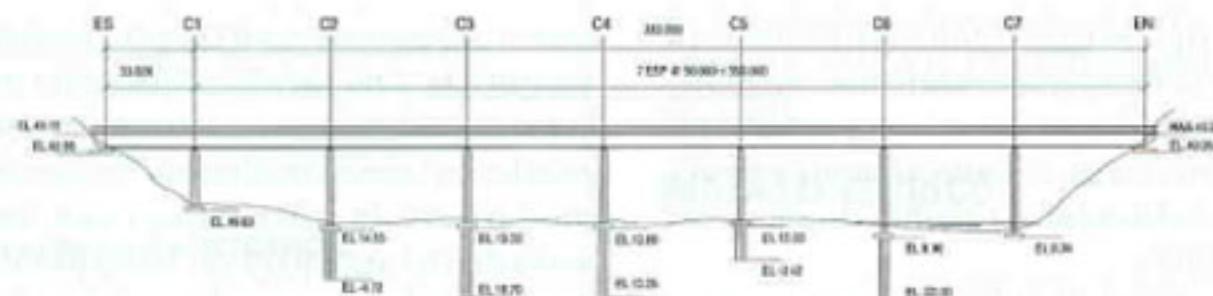


Figura N° 1

Ensayo de Prototipos Vulco: Aisladores

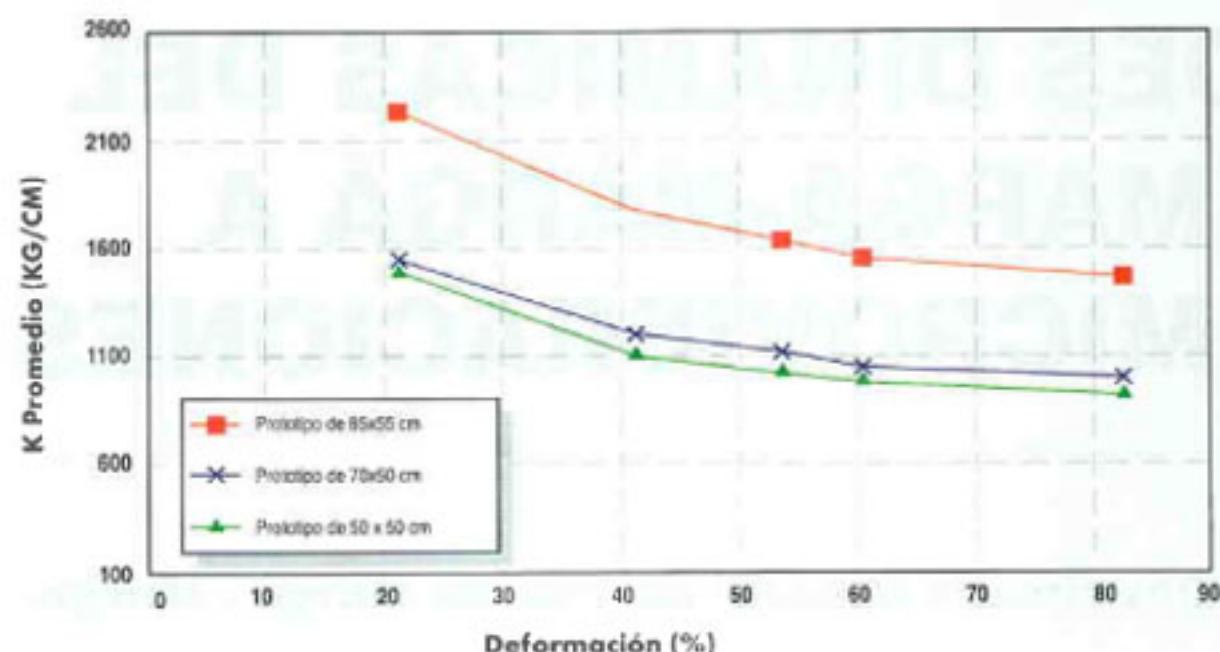


Figura N°2

La rigidez lateral de los aisladores varía con la deformación tal como se muestra en la figura 2, valores que han sido obtenidos experimentalmente en ensayos realizados en IDIEM, Universidad de Chile.

En el diseño del puente se consideró libertad de movimiento en la dirección longitudinal, mientras que se impide el movimiento transversal en ambos estribos. Fuera de los extremos, los desplazamientos tanto longitudinales como transversales del tablero dependen de la flexibilidad de las cepas, la capacidad de deformación de los aisladores y la flexibilidad del tablero.

MEDICIÓN DE MICROVIBRACIONES AMBIENTALES

En la medición de microvibraciones se utilizó un sistema portátil de adquisición de datos, el cual consiste de sensores de movimiento, un equipo de grabación de datos y un computador, que a través de un programa de análisis de señales analiza la información registrada.

CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS EMPLEADOS

La excitación externa de entrada es captada por un sensor de velocidad (sismómetro modelo Ranger SS-1). Se uti-

lizó un equipo marca IOTECH, modelo DAQBOOK 100 para la adquisición de señales, pudiéndose registrar hasta 256 canales en forma simultánea. Este equipo convierte la señal análoga a un formato digital apto para ser leído por un programa de computador (código binario).

TRABAJO DESARROLLADO EN EL PUENTE

Hasta la fecha se han realizado mediciones de microvibraciones en dos oportunidades: Mayo y Julio 1996. En la pri-

mera ocasión el puente aún no estaba habilitado para tráfico vehicular, existiendo sólo solicitudes ambientales, mientras que en la segunda ocasión existía además tráfico vehicular.

En los ensayos se utilizaron cuatro canales simultáneos para cada una de las mediciones, obteniéndose información en cuatro puntos distintos del puente. Para cada medición los sensores se posicionaron de tal forma que se logró cubrir hasta 300 mts de longitud. En total se tomaron 33 registros, con duraciones de 80 a 240 seg., con 200 muestras por segundo. En los ensayos realizados en Julio, se tomaron cuatro registros para analizar el comportamiento transversal y dos para la dirección longitudinal. Los restantes registros son combinación de información proporcionada por canales en posición transversal, longitudinal y vertical medidos simultáneamente. A modo de ejemplo en la figura 3 se muestra las posiciones de los sensores para determinar el comportamiento en la dirección transversal. Toda la información registrada se procesa a través de un programa computacional, obteniéndose como información resultante los espectros de potencia; del análisis de éstos se obtienen las frecuencias predominantes al detectar los máximos excitados y de la relación de sus amplitudes se obtienen las formas modales. En la figura 4 se muestran los Espectros de Densidad



Detalle del puente Marga-Marga

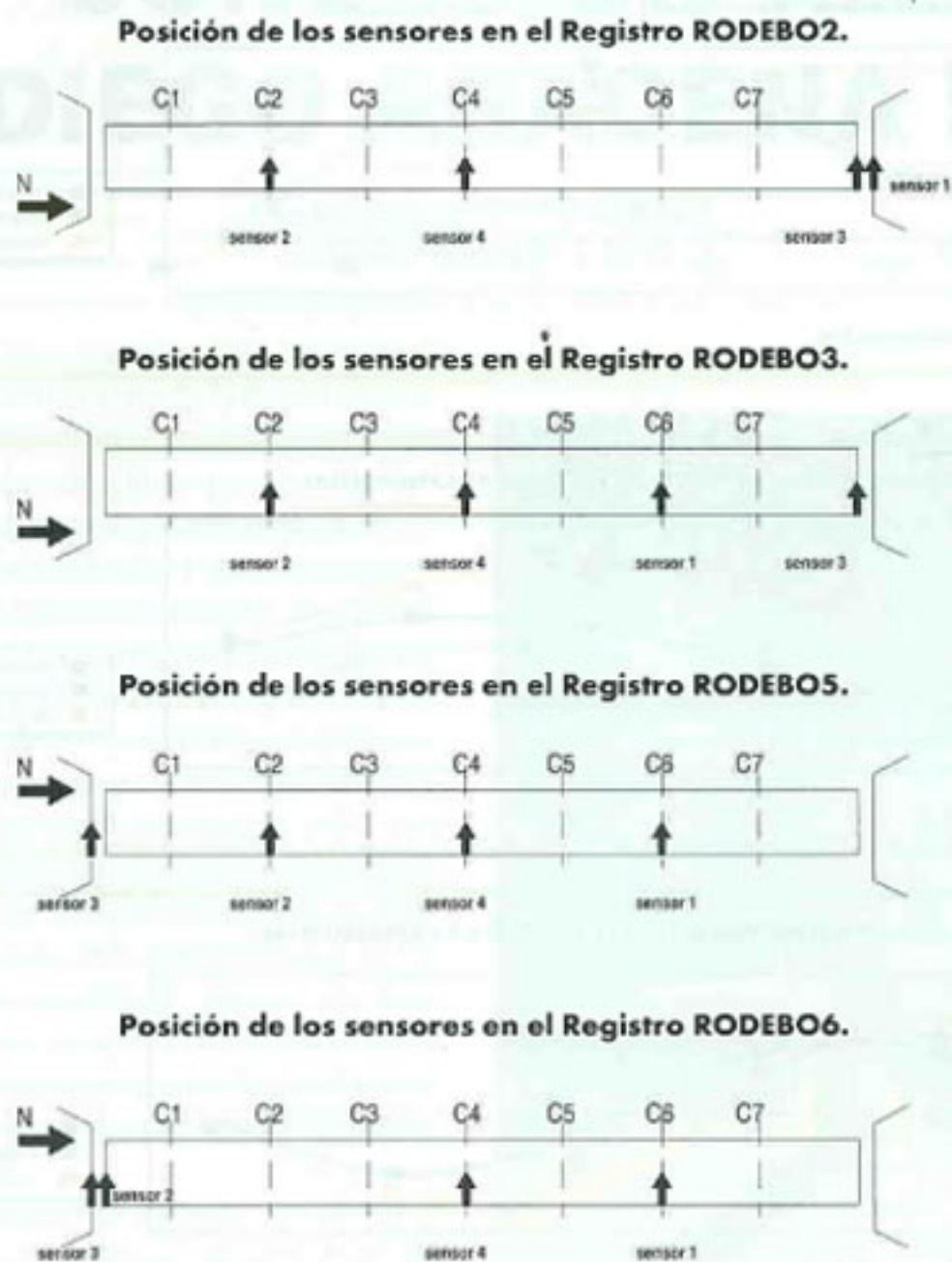
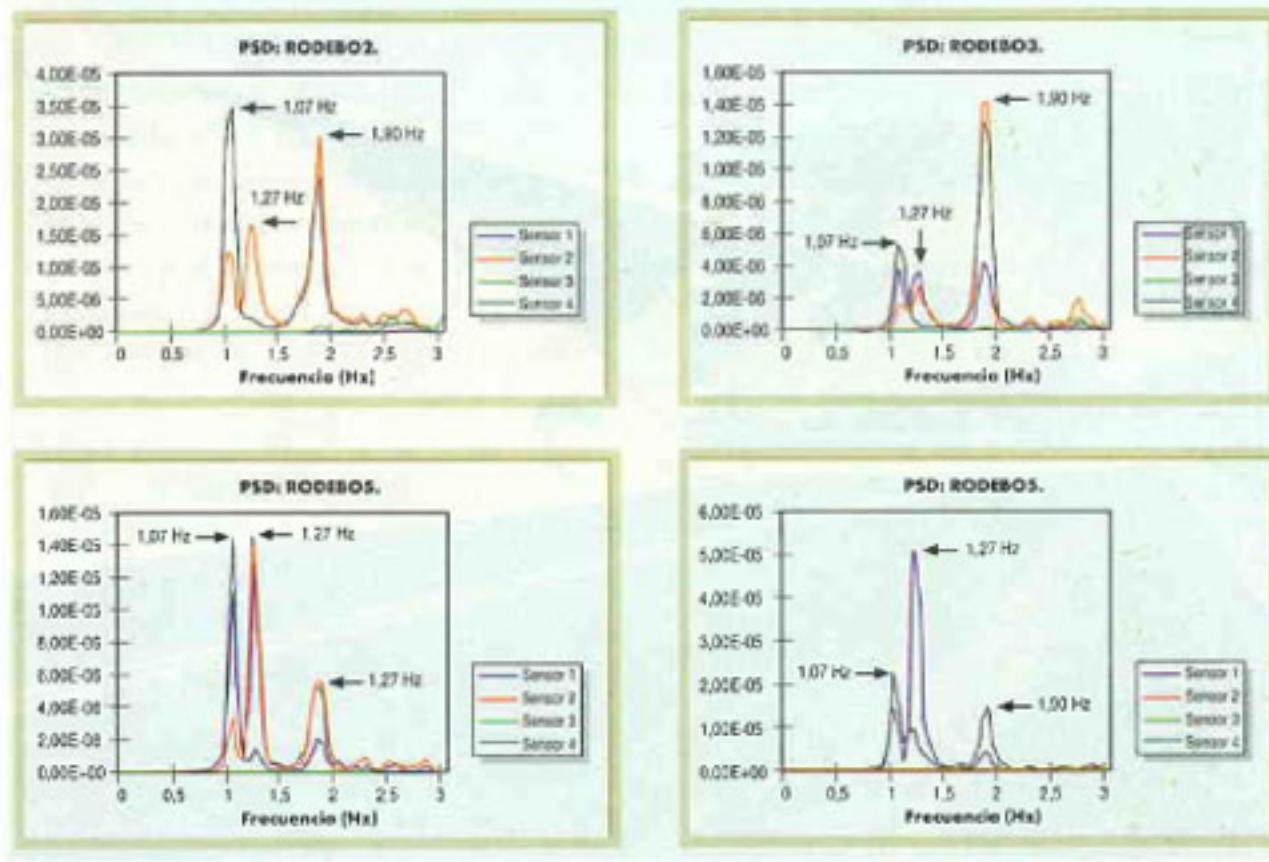


Figura N° 3



Gráficos de la figura N°4

de Potencia obtenidos a partir de las señales registradas en la dirección transversal.

ANÁLISIS DE LOS REGISTROS

Los períodos de los primeros modos obtenidos del análisis de las microvibraciones se encuentran en la Tabla N°1:

Ha habido un leve aumento en los períodos desde la situación sin tráfico de mayo de 1996 a la con tráfico de julio de 1996.

MODELO TEÓRICO

Se desarrolló un modelo teórico con el programa COSMOS/M para comparar con los resultados experimentales. En la adopción de las propiedades elásticas de los aisladores, por ser éstas no lineales, se consideraron dos casos: rigidez infinita y rigidez correspondiente a 5% de deformación unitaria de corte. Los resultados obtenidos para los diferentes modos naturales de vibrar se encuentran en la tabla N° 2 y en la figura 5, en la cual se comparan las formas modales con las obtenidas experimentalmente.

Periodos obtenidos experimentalmente (seg)

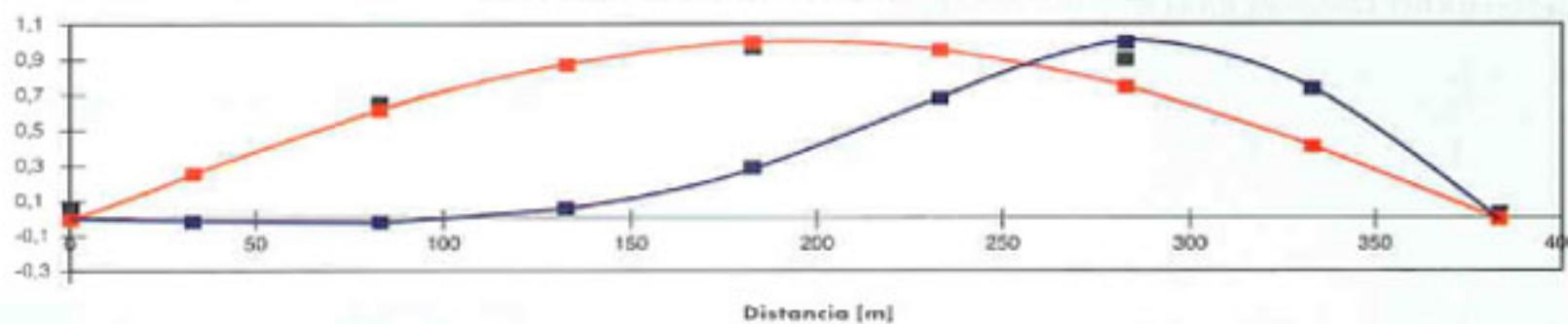
Rigidez	Transversal	Longitudinal		
	T_1	T_2	T_3	T_1
Infinita	0.508	0.447	0.374	0.262
5% deformación	1.416	0.976	0.538	0.636

Tabla N°2

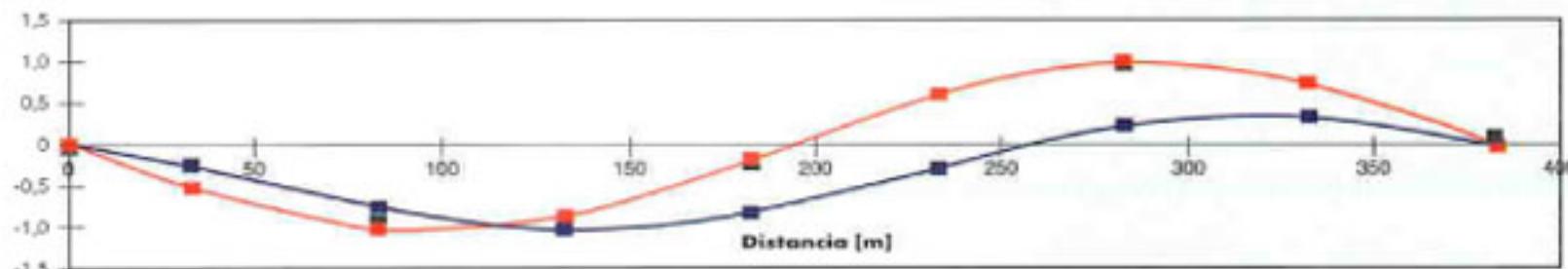
CONCLUSIONES

A través de mediciones de microvibraciones se han determinado algunas características dinámicas del puente Marga-Marga, como son las frecuencias y formas de los primeros modos, tanto

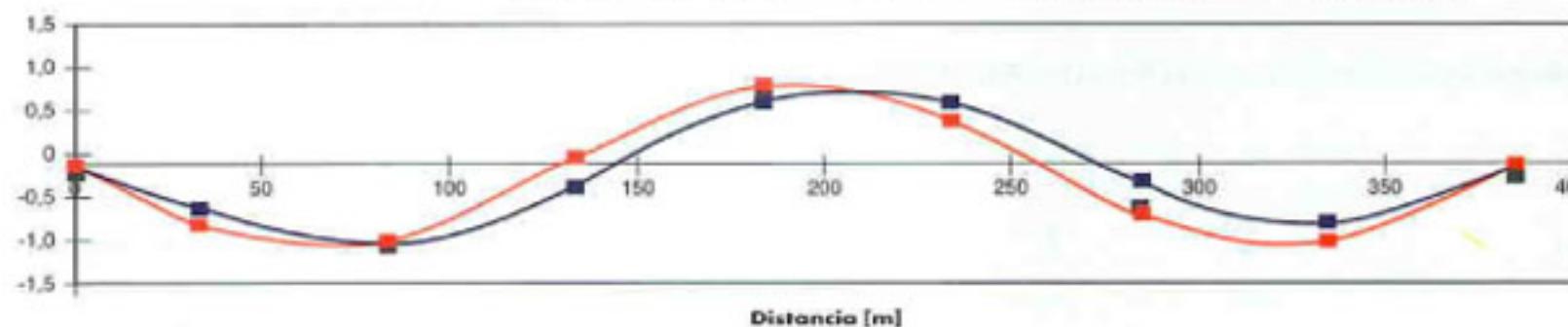
SUPERPOSICION DEL PRIMER MODO TRANSVERSAL TEORICOS Y EXPERIMENTAL.



SUPERPOSICION DEL SEGUNDO MODO TRANSVERSAL TEORICOS Y EXPERIMENTAL.



SUPERPOSICION DEL TERCER MODO TRANSVERSAL TEORICOS Y EXPERIMENTAL.

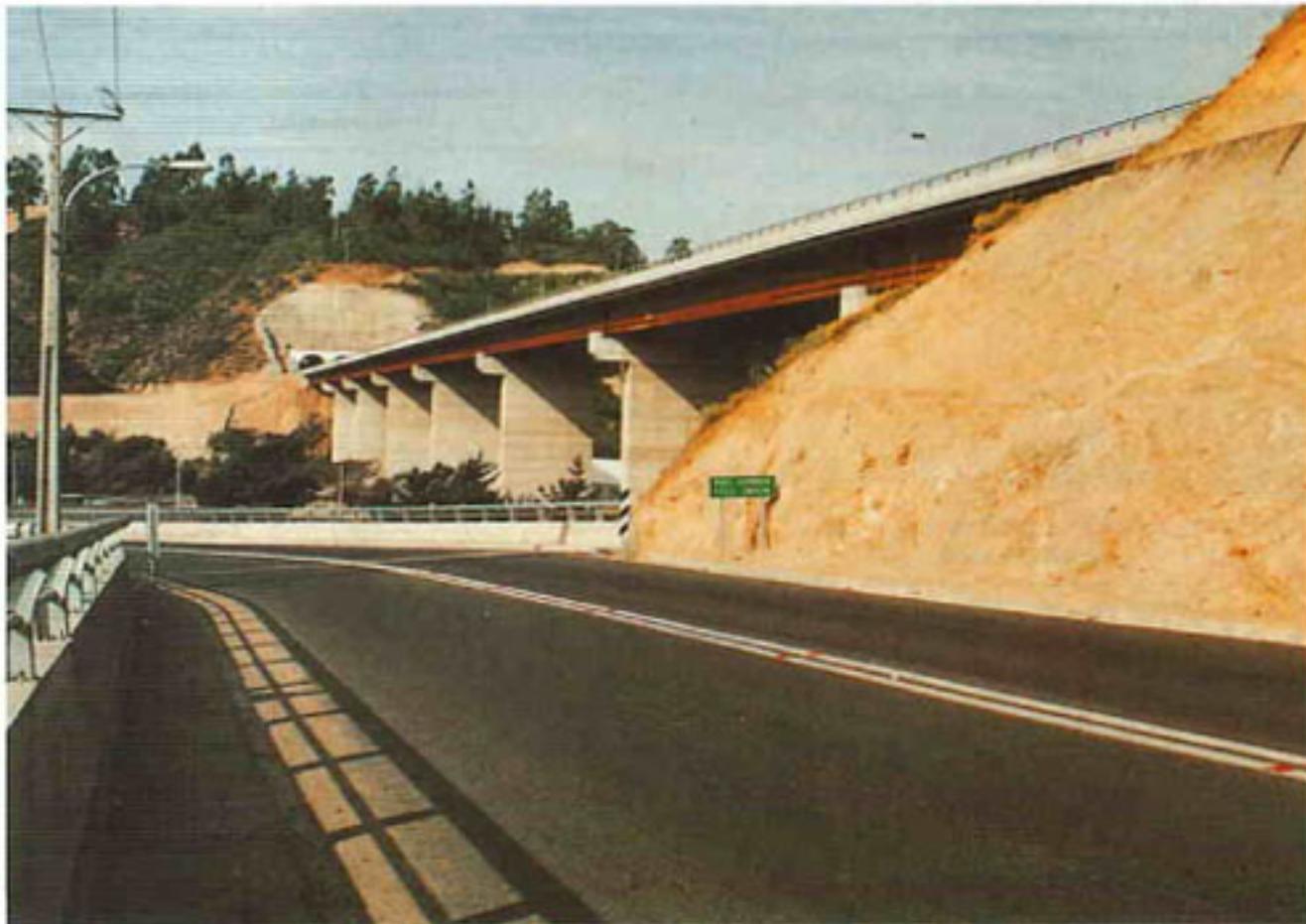


en la dirección transversal como longitudinal. Llama la atención que el primer modo corresponda a un modo transversal, lo cual supone que, contrario a lo supuesto en el diseño original, en los estribos hay impedimento al movimiento longitudinal, al menos para pequeñas vibraciones.

Al modelar en forma simplificada la estructura del puente, se ha logrado limitar las frecuencias experimentales entre valores teóricos, los que corresponden a valores calculados con rigidez infinita de los aisladores y con rigidez correspondiente a una deformación del 5%; considerándose más probable que la rigidez real de los aisladores sea para una deformación algo menor que el 5%.

En el futuro será muy importante comprobar el comportamiento del puente ante sismos reales y en particular el efecto de los apoyos longitudinales.

BIT



Vista general del puente Marga-Marga