



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

CENTRO DE CIENCIAS DEL DISEÑO Y DE LA CONSTRUCCIÓN
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN Y ESTRUCTURAS

TESIS

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO Y
ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

PRESENTA

ARQ. MARISOL NAVARRO HERNÁNDEZ

PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN INGENIERÍA CIVIL
EN EL AREA DE ESTRUCTURAS

TUTOR

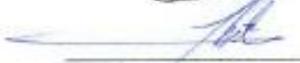
DR. JESÚS PACHECO MARTÍNEZ

COMITÉ TUTORAL

M. EN ARQ. JOSÉ LUIS GARCÍA RUBALCAVA

M. EN ING. JORGE EUDAVE MUÑOZ

AGUASCALIENTES, AGS. 18 DE NOVIEMBRE DEL 2013

| | | | |
|---|--|---|--------------------------|
|  UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES SOLICITUD DE REGISTRO DE PROYECTO RECEPCIONAL | |  | |
| | | | No. de expediente: _____ |
| DATOS DEL ESTUDIANTE | | | |
| NOMBRE: MARISOL NAVARRO HERNÁNDEZ | | ID (No. de Registro): 67776 | |
| PROGRAMA: MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL | | AREA: ESTRUCTURAS | |
| LUGAR DE TRABAJO: TELÉFONO: | | PUESTO/CARGO: | |
| DATOS DEL PROYECTO RECEPCIONAL | | | |
| TÍTULO: "LEVANTAMIENTO GEOMÉTRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACIÓN ACTUAL" | | | |
| TESIS (x) | | TRABAJO PRÁCTICO () | |
| OBJETIVO: REALIZAR EL LEVANTAMIENTO GEOMÉTRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO, EL ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACIÓN ACTUAL, ASÍ COMO LA VALIDACIÓN DEL MODELO MEDIANTE LA COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS CON EL LEVANTAMIENTO DE DAÑOS. | | | |
| CUERPO ACADÉMICO: ESTUDIOS Y PROYECTOS DE INGENIERIA CIVIL | | LÍNEA GENERAL DE APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO (LGAC): CONSTRUCCION Y ESTRUCTURAS | |
| COMITÉ TUTORAL | | | |
| NOMBRE | | FIRMA | |
| Tutor / Asesor Académico: DR. JESÚS PACHECO MARTÍNEZ | |  | |
| Integrante del Comité Tutorial: M. EN ARQ. JOSÉ LUIS GARCÍA RUBALCAVA | |  | |
| Integrante del Comité Tutorial: M. EN ING. JORGE EUDAVE MUÑOZ | |  | |
| VISTO BUENO | | | |
| NOMBRE | | FIRMA | |
| Consejero Académico: DR. JOSE ANGEL ORTIZ LOZANO | |  | |
| Secretario Técnico del Programa: DR. JESUS PACHECO MARTINEZ | |  | |
| Secretario de Investigación y Posgrado: M. EN ING. JOSÉ LUIS LOPEZ LOPEZ | |  | |
| Aguascalientes, Ags. a 21 de 01 de 2013 | | | |
| Código: FO-040200-25 Revisión: 01 Emisión: 11/01/12 | | | |



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

Centro de Ciencias del Diseño
y de la Construcción

No. Oficio: CCDC-D-224-12

Asunto: Integración de Comité Tutorial
programada de Maestría en Ingeniería Civil

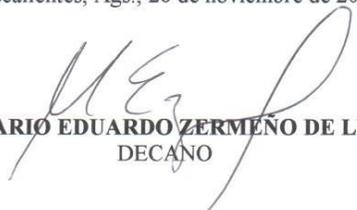
ARQ. MARISOL NAVARRO HERNÁNDEZ
P R E S E N T E

Con fundamento en el Artículo 105-G Sección 2 del Capítulo XI del Reglamento General de Docencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, me permito designar como tutor al DR. JESÚS PACHECO MARTÍNEZ y como asesores al M. EN ARQ. JOSÉ LUIS GARCÍA RUVALCABA y al M. EN ING. JORGE EUDAVE MUÑOZ del proyecto de tesis titulado "LEVANTAMIENTO GEOMÉTRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO, ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACIÓN ACTUAL" en el marco del programa de posgrado de la Maestría en Ingeniería Civil con salida en estructuras, durante el periodo del 23 de Julio del 2012 al 30 de Junio del 2013.

Esta asignación de comité tutorial sustituye a cualquier otra realizada con fecha anterior. Sin otro particular lo exhorto a que continúe trabajando con esmero y dedicación para que pueda obtener el grado en el tiempo y forma establecidos en nuestra legislación vigente.

A T E N T A M E N T E
"SE LUMEN PROFERRE"

Aguascalientes, Ags., 28 de noviembre de 2012.


DR. MARIO EDUARDO ZERMENO DE LEÓN
DECAÑO

c.c.p. Dr. Jesús Pacheco Martínez- Coordinador del programa de Maestría en Ingeniería Civil.
c.c.p. Archivo
JPM/cgm.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES
FORMATO DE CARTA DE VOTO APROBATORIO

DR. MARIO EDUARDO ZERMEÑO DE LEON
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS DEL DISEÑO
Y DE LA CONSTRUCCION.
P R E S E N T E.

Por medio del presente como Tutor designado del estudiante **MARISOL NAVARRO HERNANDEZ** con ID **67776** quien realizó la tesis titulada: **LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL** y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia, me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que él pueda proceder a imprimirla, y así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"

Aguascalientes, Ags., a 8 de Octubre de 2013.

Dr. Jesús Pacheco Martínez.
Tutor de tesis.

M. en Arq. José Luis García Rubalcava
Integrante de comité tutorial

M. en Ing. Jorge Eudave Muñoz
Integrante de comité tutorial

c.c.p.- Interesado
c.c.p.- Secretaría de Investigación y Posgrado
c.c.p.- Jefatura del Depto. de Construcción y Estructuras
c.c.p.- Consejero Académico
c.c.p.- Minuta Secretario Técnico

V.B.

AGRADECIMIENTOS

Principalmente a Dios.

A mis padres Chuny y Kokito que son mi ejemplo de lucha, a mis hermanos Gloria, Lucy, Mario y Caro, a mis sobrinos Pao, Sebastián y Víctor; A mis abuelos, y mi familia en general, por todo el amor y apoyo brindado en mis estudios y en mi vida.

A mis amigos Karla, Luis, Natali, Isela, Adrián, Meño, Migue, Vero, Neide, Mariana, Naye, Chivis y Pe por ser y estar siempre conmigo.

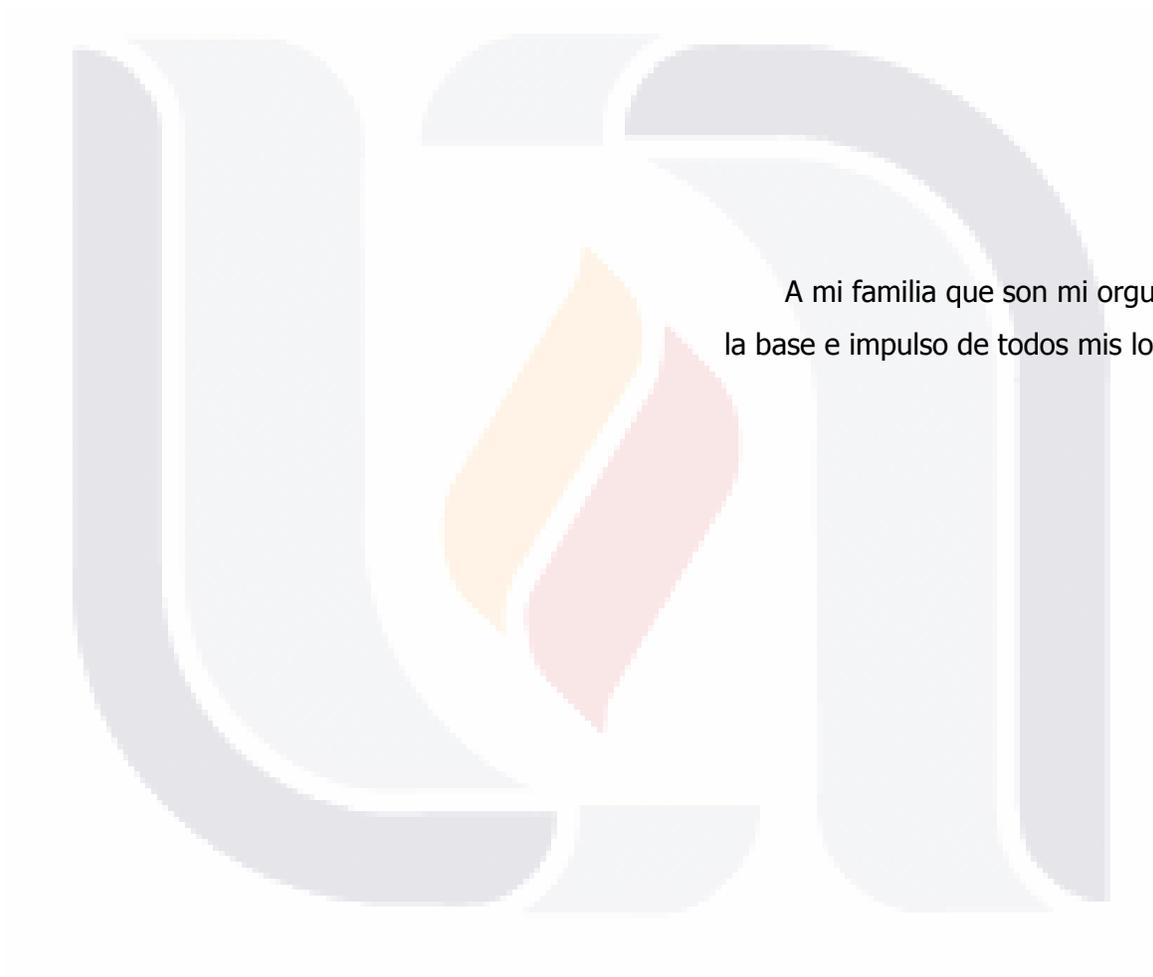
A mis compañeros, que más que ser solo compañeros de clases se convirtieron en verdaderos amigos y que durante estos dos años y medio compartieron conmigo sus conocimientos y su amistad, gracias Mary, Hugo, Carlos, Roberto, Sabas, Edgar, Olivares, Tona, Job, Pepe Chuy, Héctor, Ramos, Enrique, Julio, Raudel, Chuy, Ana Marisol, Hilda, Manzúr, Soto, Tania y a sus respectivas parejas.

Con mucho cariño y respeto, a mi tutor, el Dr. Jesús Pacheco Martínez; mis asesores, el M. en Arq. José Luis García Rubalcava y el M. en ingeniería Jorge Eudave Muñoz y a todos mis maestros, el M. en ing. Reyna, el M. en ing. Amador, M. en ing. EMO, el Dr. Ortiz, el Dr. Martín, el Lic. Gustavo Muñoz, la Lic. Irma y el Dr. Araiza por formar parte de mi preparación académica, por brindarme su tiempo y apoyo, por compartir conmigo sus conocimientos, consejos, y sobre todo por impulsarme a crecer no solo a nivel profesional sino también personal.

A Héctor Ánimas, compañero y amigo del doctorado por permitirme ser parte de este proyecto que significo mucho para mí y a los chavos de servicio Karina, Diego, Abraham, Eduardo, Erick y Noé por su apoyo en el proceso de los datos obtenidos en campo.

A los sacerdotes Agustinos, en especial al padre J. Guadalupe Moreno P. y personal del templo de San Antonio, J. Eduardo Q., José J. G. y Ma. Elena M. por permitirme el acceso al templo y por todo el apoyo que me brindaron en el trabajo en campo.

A la UAA por darme la oportunidad de prepararme y apoyarme económicamente con una beca. A CONACYT por otorgarme una beca y permitirme dedicarme a mis estudios. Y a la SICOM y los topógrafos por todo el apoyo brindado para poder realizar el proyecto.



A mi familia que son mi orgullo y
la base e impulso de todos mis logros

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|----|
| Índice general | 1 |
| Indice de tablas | 3 |
| Indice de figuras..... | 4 |
| Resumen..... | 8 |
| Abstract | 9 |
| Introducción | 10 |
| Capitulo 1. Antecedentes | 18 |
| 1.1. Antecedentes históricos y morfología..... | 19 |
| 1.2. Intervenciones..... | 24 |
| Capitulo 2. Materiales y sistemas constructivos..... | 27 |
| 2.1. Materiales y sistemas constructivos utilizados | 28 |
| 2.1.1. Sistema constructivo 1..... | 30 |
| 2.1.2. Sistema constructivo 2..... | 31 |
| 2.1.3. Sistema constructivo 3..... | 32 |
| 2.1.4. Sistema constructivo 4..... | 33 |
| 2.1.5. Sistema constructivo 5..... | 34 |
| 2.2. Procedencia de los materiales (bancos de materiales). | 35 |
| 2.2.1 banco de matacán..... | 36 |
| 2.2.2 bancos de cantera..... | 38 |
| Capitulo 3. Levantamiento geométrico y de patologías | 42 |
| 3.1. Levantamiento geométrico..... | 43 |
| 3.1.1. Localización de fallas y grietas | 43 |
| 3.1.2. Levantamiento en dos dimensiones | 44 |
| 3.1.3. Levantamiento en tres dimensiones..... | 52 |

| | |
|--|-----|
| 3.2. Levantamiento de daños y patologías estructurales..... | 53 |
| Capitulo 4. Caracterización dinámica del terreno y del edificio..... | 59 |
| 4.1. Proceso de registro e instrumentos utilizados | 60 |
| 4.2. Caracterización del terreno | 67 |
| 4.3. Caracterización del edificio..... | 73 |
| 4.3.1. Bóvedas | 73 |
| 4.3.2. Cúpula | 77 |
| 4.3.3. Muros | 79 |
| Capitulo 5. Modelacion numérica | 83 |
| 5.1. Introducción | 84 |
| 5.2. Consideraciones de análisis estructural. | 86 |
| 5.3. Validación del modelo numérico | 87 |
| 5.3.1. Bóveda | 87 |
| 5.3.2. Cúpula | 91 |
| 5.3.3. Muros | 93 |
| Capitulo 6. Discusion de resultados..... | 95 |
| Conclusiones | 98 |
| Referencias | 100 |
| Anexos..... | 102 |

INDICE DE TABLAS

TABLA 1 Frecuencias del terreno en "x/z" parte 169

TABLA 2 Frecuencias del terreno en "x/z" parte 270

TABLA 3 Frecuencias del terreno en "y/z" parte 171

TABLA 4 Frecuencias del terreno en "y/z" parte 272

TABLA 5 Frecuencias de bóvedas San Antonio "Z"75

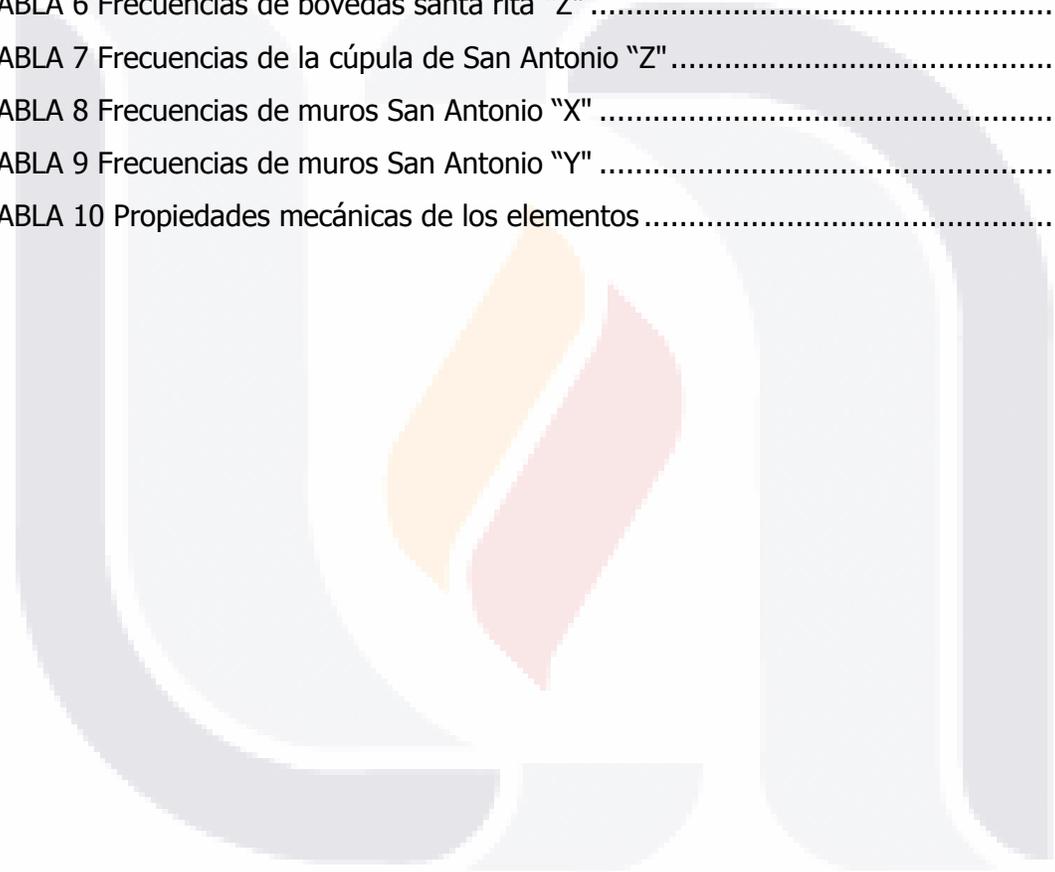
TABLA 6 Frecuencias de bóvedas santa rita "Z"76

TABLA 7 Frecuencias de la cúpula de San Antonio "Z"78

TABLA 8 Frecuencias de muros San Antonio "X"81

TABLA 9 Frecuencias de muros San Antonio "Y"82

TABLA 10 Propiedades mecánicas de los elementos86



INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Fig. 1 Ubicación del templo de San Antonio dentro de la ciudad de Aguascalientes..... | 12 |
| Fig. 2 Crecimiento de hongos líquenes (agosto 2012)..... | 13 |
| Fig. 3 Deterioro de materiales y propiedades (agosto 2012) | 13 |
| Fig. 4 Grieta en la nave principal (agosto 2012)..... | 13 |
| Fig. 5 Grupo de geófonos | 17 |
| Fig. 6 Línea de tiempo de fechas importantes, (imágenes de archivo histórico) (Villegas, 1974) | 19 |
| Fig. 7 Planta arquitectónica templo de San Antonio (García Rubalcava, 2012) | 20 |
| Fig. 8 Planta de azotea templo de San Antonio (García Rubalcava, 2012)..... | 20 |
| Fig. 9 Detalle en planta de anillo metálico en cúpula | 21 |
| Fig. 10 Detalle en alzado de anillo metálico en cúpula | 21 |
| Fig. 11 Foto de detalle de anillo metálico en cúpula | 21 |
| Fig. 12 Muros de matacán, templo de San Antonio. (Agosto 2012)..... | 22 |
| Fig. 13 Fachada principal de cantera, templo de San Antonio. (Agosto 2012) | 22 |
| Fig. 14 Vista lateral, templo de San Antonio. (Archivo general municipal)..... | 23 |
| Fig. 15 Vista lateral, templo de San Antonio. (Agosto 2012)..... | 23 |
| Fig. 16 Pasillo subterráneo, criptas Sta. Rita (2013) | 24 |
| Fig. 17 Vigas metálicas en nártex | 25 |
| Fig. 18 Bóveda antes de la restauración del 2008 | 26 |
| Fig. 19 Restauración de cúpula | 26 |
| Fig. 20 Inyección de grietas | 26 |
| Fig. 21 Diferentes sistemas constructivos del muro de carga. Fachada..... | 28 |
| Fig. 22 Diferentes sistemas constructivos del muro de carga. Muro poniente..... | 29 |
| Fig. 23 Diferentes sistemas constructivos del muro de carga. Muro poniente..... | 29 |
| Fig. 24 Fachada Templo de San Antonio y diferentes tipos de roca usada para su construcción | 30 |
| Fig. 25 Cimentación de los muros del Templo de San Antonio..... | 31 |
| Fig. 26 Muro de despegue construido de mampostería..... | 32 |
| Fig. 27 Muro principal de la nave hecho de mampostería con sillar de piedra. | 33 |

Fig. 28 Muro principal del camarín, cuerpo posterior del edificio, construido con bloques de piedra con residuos de materia orgánica. 34

Fig. 29 Ubicación de bancos de materiales dentro del estado de Aguascalientes..... 35

Fig. 30 Ubicación de parque temático el caracol..... 36

Fig. 31 Material del muro del camarín de santa Rita, en la parte posterior del templo de San Antonio 37

Fig. 32 Muestras de huellas de maquinaria sobre el matacán del parque el Caracol 37

Fig. 33 Ubicación de ex hacienda la Cantera..... 38

Fig. 34 Cantera rosa del muro de la nave principal del templo de San Antonio..... 39

Fig. 35 Banco de material ex hacienda la Cantera 39

Fig. 36 Ubicación del banco de cantera de Clavellinas en el municipio de Asiento, Aguascalientes 40

Fig. 37 Cantera amarilla de la fachada principal del templo de San Antonio..... 41

Fig. 38 Banco de material de Clavellinas 41

Fig. 39 Localización de fallas cercanas 43

Fig. 40 Levantamiento geométrico de bóvedas con estación total..... 44

Fig. 41 Planta de acceso 45

Fig. 42 Planta de coro 46

Fig. 43 Planta de azotea 47

Fig. 44 Levantamiento de fachada principal..... 48

Fig. 45 Foto de fachada principal..... 48

Fig. 46 Levantamiento de fachada Norte..... 49

Fig. 47 Foto de fachada norte 49

Fig. 48 Levantamiento de fachada oriente..... 50

Fig. 49 Foto frontal de fachada oriente 50

Fig. 50 Foto posterior de fachada oriente 50

Fig. 51 Levantamiento fachada poniente..... 51

Fig. 52 Foto posterior de fachada poniente 51

Fig. 53 Foto frontal de fachada poniente..... 51

Fig. 54 Levantamiento en tres dimensiones del templo de San Antonio..... 52

| | |
|---|----|
| Fig. 55 Ejemplo de ficha de levantamiento de daños | 53 |
| Fig. 56 Levantamiento de daños, arcos y bóveda de la nave principal de San Antonio | 54 |
| Fig. 57 Levantamiento de daños, muro interior en el acceso | 55 |
| Fig. 58 Levantamiento de daños, trabe de cúpula | 56 |
| Fig. 59 Levantamiento de daños, interior cúpula | 57 |
| Fig. 60 Levantamiento de daños, columnas del exterior y torrecillas laterales | 58 |
| Fig. 61 Grupo de geófonos..... | 60 |
| Fig. 62 Acelerómetro y registro de datos..... | 61 |
| Fig. 63 Proceso de datos en tape.exe | 61 |
| Fig. 64 Proceso de datos en tape.exe | 62 |
| Fig. 65 Proceso de datos en tape.exe | 62 |
| Fig. 66 Proceso de datos en tape.exe | 63 |
| Fig. 67 Datos obtenidos por los geófonos en milivolts | 63 |
| Fig. 68 Leer archivo | 64 |
| Fig. 69 Lectura de registros en las tres direcciones de cada punto medido | 64 |
| Fig. 70 Calculando espectros de Fourier | 65 |
| Fig. 71 Espectros de Fourier de "X", "Y" y "Z" | 65 |
| Fig. 72 Función de transferencia..... | 66 |
| Fig. 73 Espectro de frecuencia | 66 |
| Fig. 74 Localización de geófonos para caracterización de terreno | 67 |
| Fig. 75 Localización de los 8 grupos de geófonos de la línea 1 | 68 |
| Fig. 76 Espectro de frecuencia de "X/Z" | 68 |
| Fig. 77 Espectro de frecuencia de "Y/Z" | 68 |
| Fig. 78 Localización de geófonos para caracterización bóvedas | 73 |
| Fig. 79 Localización de los 8 grupos de geófonos de la bóveda 1..... | 74 |
| Fig. 80 Espectro de frecuencia en "Z" de bóveda 1 de San Antonio (B1) | 74 |
| Fig. 81 Localización de geófonos en cúpula | 77 |
| Fig. 82 Espectro de frecuencia en "Z" de pasillo de cúpula (PC1) de San Antonio (B1)..... | 78 |
| Fig. 83 Localización de geófonos en muros..... | 79 |
| Fig. 84 Localización de los 8 grupos de geófonos de la bóveda 1..... | 80 |

| | |
|---|----|
| Fig. 85 Espectro de frecuencia de "X" | 80 |
| Fig. 86 Espectro de frecuencia de "Y" | 80 |
| Fig. 87 Grieta de nave principal del templo en arcos y bóveda | 84 |
| Fig. 88 Columnas con desplomes..... | 85 |
| Fig. 89 Grietas en trabe de cúpula a los costados de columnas | 85 |
| Fig. 90 Discretización de bóveda | 87 |
| Fig. 91 •Esfuerzos normales en el sentido transversal en la parte superior de bóveda (unidades en kg/cm ²)..... | 88 |
| Fig. 92 •Esfuerzos normales en el sentido transversal en la parte inferior de bóveda (unidades en kg/cm ²)..... | 88 |
| Fig. 93 Desplazamientos en sentido transversal en los arcos (en cm) | 89 |
| Fig. 94 Resultados de análisis modal de bóveda en SAP2000 v.14 | 90 |
| Fig. 95 Deformaciones de cúpula en centímetros | 91 |
| Fig. 96 Esfuerzos máximos en cúpula kg/cm ² | 91 |
| Fig. 97 Deformaciones en la cúpula, resultado de análisis modal | 92 |
| Fig. 98 Resultados de análisis modal de cúpula en SAP2000 v.14 | 92 |
| Fig. 99 Deformaciones en el modelo en centímetros..... | 93 |
| Fig. 100 Esfuerzos normales en el sentido transversal (kg/cm ²)..... | 93 |
| Fig. 101 Resultados de análisis modal de cúpula en SAP2000 v.14 | 94 |

RESUMEN

El templo de San Antonio es, sin duda, una de las obras arquitectónicas patrimoniales más importantes del estado de Aguascalientes. Dicho edificio, aunque en general se conserva en buen estado considerando que fue construido hace más de cien años, actualmente presenta algunas patologías como es el caso de grietas y humedades. Por lo anterior, se realizó un análisis de la situación estructural actual del templo, donde se pudieran determinar los factores internos y externos que están causando dichas patologías y de esta forma evaluar si alguna de ellas podría poner en riesgo la estabilidad del templo o de alguna de sus partes. Para poder realizar el análisis de una forma más precisa se llevó a cabo una investigación de los materiales y técnicas constructivas, de las intervenciones que se han realizado en el mismo y un levantamiento geométrico y de patologías. Adicionalmente se realizó una caracterización dinámica que permitió obtener el periodo fundamental de vibración de la estructura, así como el periodo natural del terreno. Por último se hizo una validación del modelo comparando los resultados del análisis con las patologías observadas en el levantamiento de daños y comparando los resultados del análisis modal con las frecuencias obtenidas "in situ". Los resultados del análisis muestran que los daños mayores que existen son los que se presentan en el sistema de bóveda. Se desconoce si las grietas están activas o inactivas por lo que se sugiere instalar testigos que permitan conocer si se presenta algún movimiento en las grietas para tener mayores elementos para una intervención oportuna.

Palabras clave

• Templo de San Antonio • Análisis estructural • Patologías • Caracterización dinámica • Estabilidad estructural • Monumento histórico •

ABSTRACT

San Antonio is undoubtedly one of the most important architectonic heritage buildings in the state of Aguascalientes. The building is kept in good condition in spite of it was built over a hundred years ago, however currently has some pathologies such as cracks and moisture on located points. Due to these reasons, an analysis of the current state of structural condition of the building was performed, by means of which the internal and external factors that are causing these pathologies were identified, additionally the stability of the building or any of its parts was evaluated. In order to realize all of that, an investigation on the used materials and utilized construction techniques, and on interventions to the building was carried out, in addition to a surveying of the geometry of the building and a detailed inventory of pathologies. Additionally, a dynamic characterization was carried out in order to determine the fundamental period of vibration of the structure, as well as the natural period of the terrain. Finally, a validation of the model by comparing the numerical results versus the observed pathologies, and the modal analysis results versus the frequencies obtained experimentally in the field. The results of the analysis show that the main damages are those on the vaulted ceiling. it is unknown if the fissures are active or inactive so it is recommended to install benchmarks in order to assess if the fissures move or grow, and in order to have elements for a intervention proposal.

Keywords

- San Antonio church • Structural analysis • Pathology • Dynamic characterization • Structural stability • Historical Monument •



ASPECTOS GENERALES

En la actualidad resulta de vital importancia crear conciencia sobre la preservación del patrimonio natural y cultural, ya que éste nos permite comprender el presente y conocer la evolución de nuestra historia, el arte, la sociedad, la naturaleza, la economía, entre otros aspectos; Además, nos proporciona como sociedad una sensación de unión, identificación y pertenencia.

Hablaré de un caso en particular de patrimonio cultural, los monumentos históricos. Son considerados como monumentos históricos los bienes vinculados con la historia de la nación, es decir, los inmuebles construidos en los siglos XVI al XIX, destinados a templos y sus anexos; arzobispados, obispados y casas curales; seminarios, conventos o cualesquiera otros dedicados a la administración, divulgación, enseñanza o práctica de un culto religioso; así como a la educación y a la enseñanza, a fines asistenciales o benéficos; al servicio y ornato públicos y al uso de las autoridades civiles y militares. Los muebles que se encuentren o se hayan encontrado en dichos inmuebles y las obras civiles relevantes de carácter privado realizadas de los siglos XVI al XIX inclusive. (Ley federal de monumentos y zonas arqueológicas, artísticos e históricos, 1972)

Un monumento histórico puede ser considerado valioso por varios aspectos, por ejemplo, por el estilo arquitectónico que representa, por el proceso constructivo que pudo presentar nueva tecnología o nuevos métodos constructivos o simplemente por la época en la que fue construido y por lo tanto el reflejo de la sociedad.

Para poder preservar las construcciones consideradas como monumentos históricos, resulta indispensable determinar las condiciones estructurales en que se encuentra, ya que con el paso de los años, factores naturales como el viento, lluvia, exposición al sol, humedad, discontinuidades o fallas en el terreno, sismos, entre otros, podrían contribuir en la degradación y pérdida de propiedades de los materiales de la construcción, lo que podría poner en riesgo su estabilidad estructural.

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El templo de San Antonio de Padua, ubicado en el centro de la ciudad de Aguascalientes en el cruce de las calles Pedro Parga y Zaragoza (Fig. 1), es reconocido, no solo por su importancia religiosa, si no también arquitectónica, simbólica, urbanística e histórica. Además de estar catalogado por el INAH como monumento histórico de propiedad federal. Sin duda, es una de las obras arquitectónicas más importantes del estado de Aguascalientes.

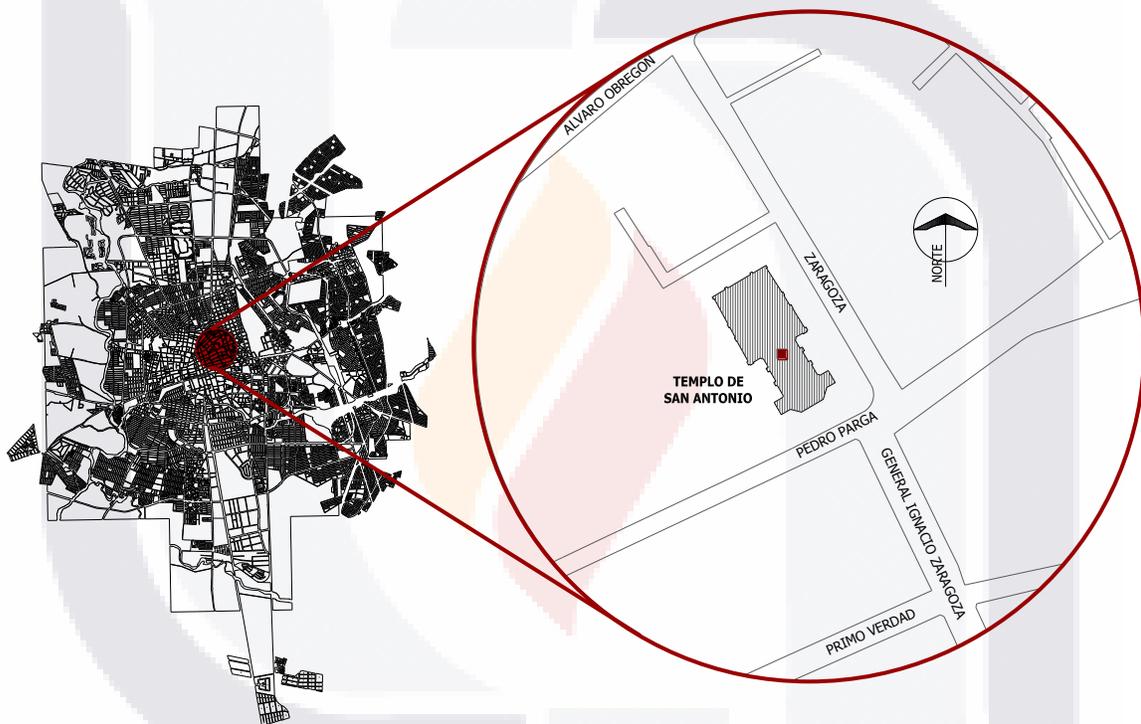


Fig. 1 Ubicación del templo de San Antonio dentro de la ciudad de Aguascalientes

Actualmente dicha construcción presenta algunos daños como humedades, crecimiento de hongos y líquenes (Fig. 2), desgaste de algunos materiales (Fig. 3) e incluso grietas que se pueden apreciar a simple vista (Fig. 4). Las primeras grietas fueron observadas desde hace más de 28 años, sin embargo, se desconoce su fecha de aparición. Durante la restauración del templo y las calles aledañas en el 2008, se detectó la aparición de nuevas grietas. (José Luis García Rubalcava, 2012; Mercedes Barba, 2012)

Las causas de dichas patologías no se conocen de manera certera, pero se considera que podrían ser, entre otras, la exposición a los factores de la intemperie (humedad y cambios de temperatura) y las vibraciones causadas por el tránsito vehicular o bien por maquinaria utilizada durante la restauración de las calles colindantes. La acción conjunta de todos estos factores influye en la degradación y pérdida de propiedades de los materiales de la construcción, así como en el cambio de la geometría de los elementos estructurales por la generación de discontinuidades (grietas y fisuras) y la deflexión de elementos horizontales. Otra causa podría ser la construcción de un pasillo subterráneo que conecta a la capilla de Santa Rita, ubicada en la parte posterior del templo, con la sacristía. Dicha construcción se llevó a cabo en una etapa posterior a la construcción del templo, por lo que podría haber causado inestabilidad en la estructura.



*Fig. 2 Crecimiento de hongos
líquenes (agosto 2012)*



*Fig. 3 Deterioro de materiales
y propiedades (agosto 2012)*



*Fig. 4 Grieta en la nave
principal (agosto 2012)*

Dado el sistema estructural del edificio, estas patologías pueden ser síntomas de problemas estructurales que pudieran poner en riesgo la estabilidad del templo o de alguna de sus partes por lo que se justifica la realización de un análisis estructural del estado actual para saber la gravedad de dichas patologías, así como cuáles deben ser tomadas en cuenta para salvaguardar la estabilidad del templo.

JUSTIFICACIÓN

La necesidad de realizar un levantamiento geométrico y de daños del templo de San Antonio y el análisis estructural de la situación actual surge como apoyo al proyecto de tesis de doctorado llamado "El empleo de la vibración ambiental como parámetro para evaluar la salud estructural de edificios históricos" cuyo objetivo es el desarrollo de una metodología que emplee la respuesta de vibración por efecto del ruido ambiental de los edificios históricos para evaluar la seguridad estructural y determinar sus características, ya que al reducir la eficiencia estructural de un edificio, hay un cambio en las propiedades dinámicas de la estructura, asociadas con la rigidez y este cambio en las propiedades mecánicas causa cambios en la frecuencia de vibración. (*Pacheco et al, 2012*).

Para realizar un análisis estructural de la situación actual del templo de San Antonio, es necesario conocer las propiedades de los materiales sin utilizar métodos que dañen o pongan en riesgo su estabilidad estructural debido a su valor y relevancia, además de conocer los antecedentes de su morfología, el proceso constructivo, las intervenciones que ha tenido anteriormente, los daños o patologías que existen en la construcción, así como la procedencia de los materiales con los que fue construido.

De igual manera, resulta importante y necesario identificar los factores internos y externos que están produciendo los daños y hacer una evaluación de la severidad de las patologías estructurales, información que puede contribuir a la preservación del edificio para las generaciones futuras.

OBJETIVOS Y ALCANCES

Objetivo General:

El objetivo general de este trabajo es realizar un análisis de la situación actual del templo de San Antonio por medio de la validación de un modelo numérico hecho en SAP2000 con el método de elementos finitos. Dicha validación se hará por medio de una comparación entre el levantamiento geométrico y de daños del templo de San Antonio y el resultado del análisis estructural de la situación actual.

Objetivos particulares y alcances:

- Realizar una revisión detallada de la información existente de las técnicas que se aplican en el estudio de patologías y análisis estructural de edificios históricos o con características similares a las del templo de San Antonio.
- Investigar antecedentes históricos referentes a los sistemas estructurales y los materiales empleados en la construcción del templo de San Antonio, así como su procedencia.
- Visitar los bancos de materiales y extraer muestras para comparar con los materiales del templo, de esta forma se podrá establecer si tienen características similares.
- Hacer un levantamiento geométrico y de daños visibles que pongan en riesgo la seguridad estructural del edificio utilizando un programa computacional de dibujo en dos y tres dimensiones.
- Obtener el periodo natural del terreno y el periodo fundamental de la estructura por medio de sensores (geófonos) y programas para el proceso de datos como tape, degtra y excel.
- Llevar a cabo una modelización numérica de la condición estructural del templo considerando un análisis lineal, elástico y al material como homogéneo e isotrópico.
- Realizar la validación de la modelización numérica mediante una comparación de los resultados numéricos, con los daños estructurales observados.

METODOLOGÍA

Se realizó una revisión detallada de la información existente de las técnicas que se aplican en el estudio de patologías y análisis estructural de edificios históricos o con características similares a las del templo de San Antonio buscando artículos, tesis y libros. Del mismo modo se investigaron los antecedentes históricos referentes a los sistemas estructurales y los materiales empleados en la construcción del templo de San Antonio, así como su procedencia, en libros y artículos de revistas del archivo histórico, sin embargo, la mayor información fue proporcionada en entrevistas con arquitectos que han intervenido anteriormente en restauraciones del templo ya que a la fecha no existen documentos publicados que aborden el tema.

Se visitó el templo de San Antonio con la finalidad de identificar los distintos sistemas constructivos y materiales que lo componen. Después de la inspección visual al edificio y de entrevistar a los especialistas en el tema, se investigó la procedencia de los materiales empleados y posteriormente se llevó a cabo una visita a los posibles bancos de materiales con la finalidad de extraer muestras de materiales y poder realizar la comparación de los materiales extraídos de los bancos con los que componen el edificio.

Una vez adquiridas las propiedades de los materiales es necesario conocer la composición geométrica del edificio por lo que se realizó un levantamiento geométrico con ayuda de equipo topográfico como estaciones totales, en dicho levantamiento se identificaron las juntas constructivas por cambios de materiales y de igual se procedió a hacer el levantamiento de daños con la finalidad de registrar los puntos que se encuentran afectaciones como grietas, desplomes o deformaciones, entre otras patologías que puedan poner en riesgo la seguridad estructural edificio.

Por medio de sensores de velocidad, geófonos (Fig. 5), se obtuvo el periodo natural del terreno, así como la el periodo fundamental del edificio.



Fig. 5 Grupo de geófonos

Posteriormente se llevó a cabo la modelización numérica en el programa Sap2000 de la condición estructural de los elementos del templo que se encuentran con patologías aparentemente más severas, considerando un análisis lineal, elástico y al material como homogéneo e isotrópico.

Obtenidos los resultados del levantamiento y de la modelización numérica se realizó la validación de la misma mediante la comparación de los resultados numéricos, con los daños estructurales observados, y de las frecuencias obtenidas con el análisis modal con las obtenidas con los sensores tanto del terreno como del edificio.



CAPITULO 1. ANTECEDENTES

1.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS Y MORFOLOGÍA.

El templo de San Antonio es una obra ecléctica, es decir, que conjuga diferentes estilos arquitectónicos como barroco y neoclásico por mencionar algunos.

La obra fue construida y dirigida por el arquitecto (post mortem) J. Refugio Reyes Rivas. Se inició su construcción en octubre de 1895, sin embargo, un año después se suspendió por falta de recursos económicos, reanudándose la edificación en septiembre de 1897. (Alejandro Topete del Valle, 1973) Fue bendecida en diciembre de 1908 (Fig. 6). El costo de la obra fue financiado, casi en su totalidad por el hacendado Antonio Morfín (Alejandro Topete del Valle, 1973; Beatriz Rojas, Jesús Gómez Serrano, Andrés Reyes Rodríguez, Salvador Camacho, & Carlos Reyes Sahagún, 2008)

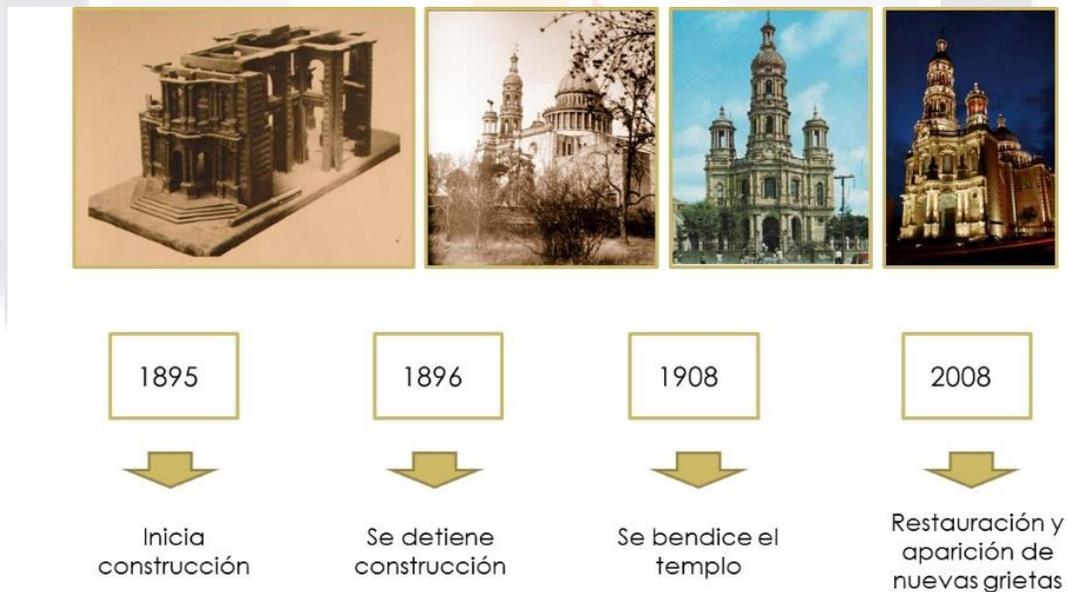
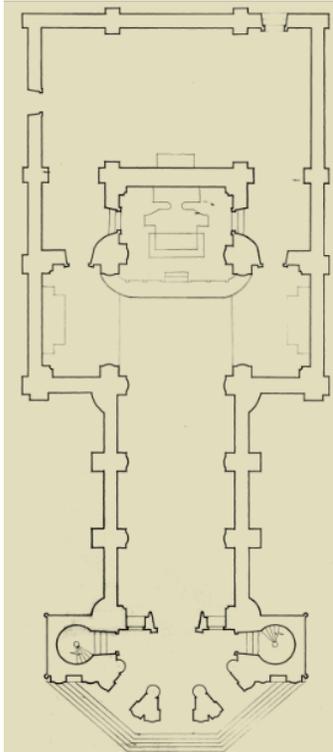
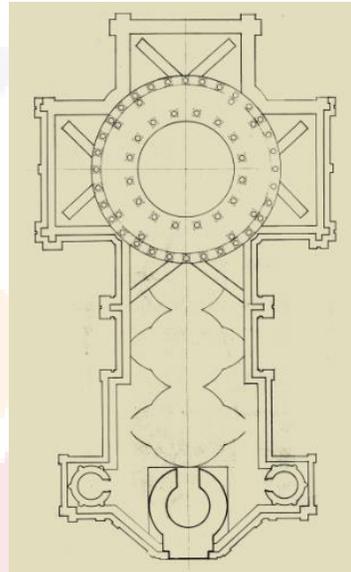


Fig. 6 Línea de tiempo de fechas importantes, (imágenes de archivo histórico) (Villegas, 1974)

La planta tiene forma de cruz latina (Fig. 7), misma que era usada en la mayoría de los templos de esa época. En la parte posterior del templo se encuentra un camarín dedicado a Santa Rita.



*Fig. 7 Planta arquitectónica templo de San Antonio
(García Rubalcava, 2012)*



*Fig. 8 Planta de azotea templo de San Antonio
(García Rubalcava, 2012)*

Sobre el crucero se encuentra una cúpula de doble tambor desplantada en 4 pechinas y sostenida por 3 filas de columnas (Fig. 8) coronadas por anillos metálicos hechos a base de rieles (Fig. 9, Fig. 10 y Fig. 11), sistema de la invención del Arquitecto Refugio Reyes, quien aprendió del uso de acero mientras trabajó en obras de ferrocarril en Zacatecas. (*Villegas, 1974*)

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

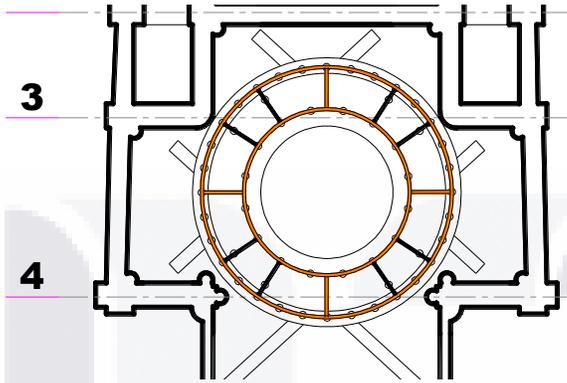


Fig. 9 Detalle en planta de anillo metálico en cúpula

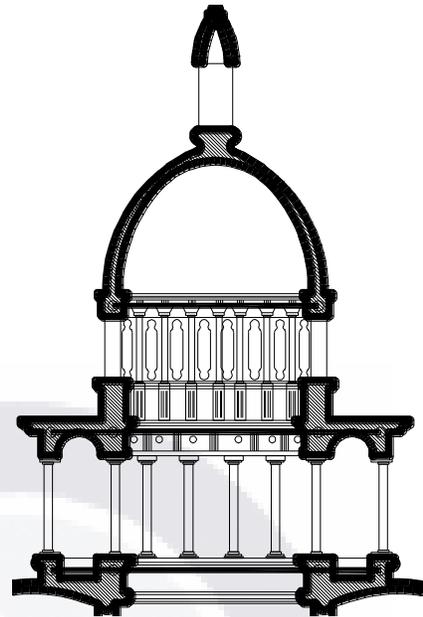


Fig. 10 Detalle en alzado de anillo metálico en cúpula

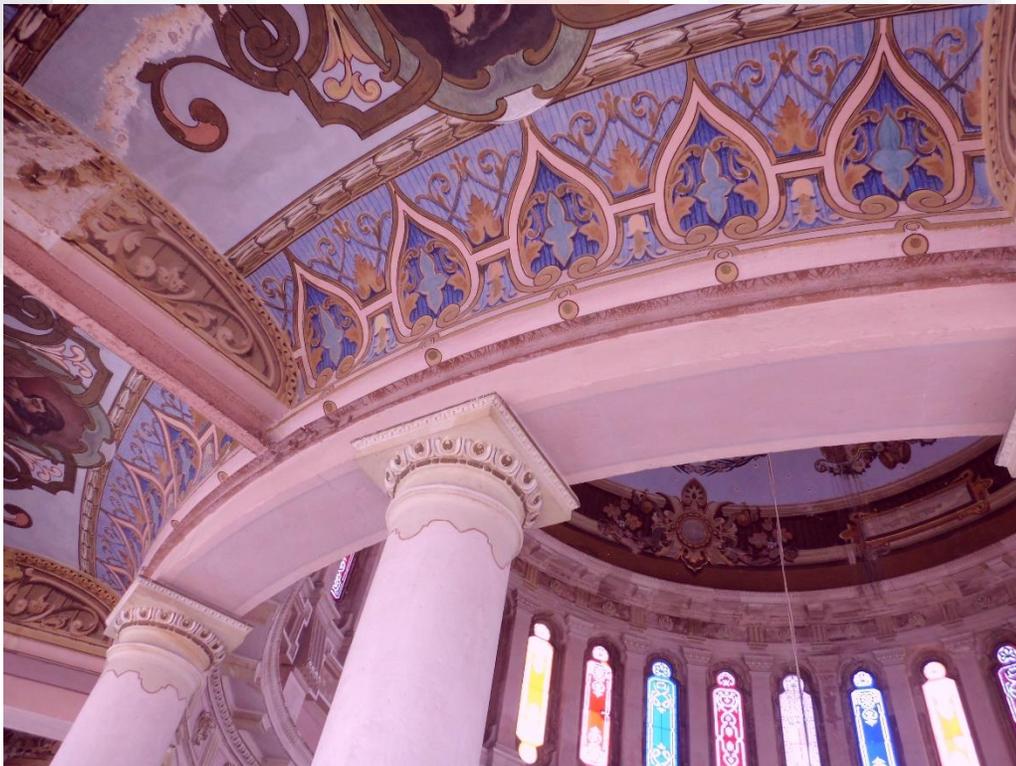


Fig. 11 Foto de detalle de anillo metálico en cúpula

La cubierta es de vigueta y bóveda de ladrillo, apoyada en muros de carga, arcos de medio punto y columnas.

Fue construido principalmente con muros de sillar de matacán (Fig. 12), (sin refuerzo, unidos con mortero de arena y cal apagada únicamente) que, especialistas afirman (*García Rubalcava, 2012; Méndez Martínez, 2012*), fue extraído del banco de materiales de la ex hacienda Ojocaliente. Actualmente el lugar donde se ubicaba dicho banco de materiales es de propiedad federal, mismo que se encuentra en lo que ahora es el parque temático el caracol.

La fachada es de sillar de cantera de 3 colores, verde, amarilla y rosa (Fig. 13). La verde y amarilla fueron extraídas del banco de materiales ubicado en la ex hacienda de Ciénega Grande, en Clavellinas (Asientos) (*Topete del Valle, 1973; Méndez Martínez, 2012; García Rubalcava, 2012*) y la rosa, extraída posiblemente de la ex hacienda la Cantera (José Luis García Rubalcava, 2012) que pertenecía al principal benefactor de la construcción del templo, Antonio Morfín Vargas (Alejandro Topete del Valle, 1973; José Luis García Rubalcava, 2012).



*Fig. 12 Muros de matacán, templo de San Antonio.
(Agosto 2012)*



Fig. 13 Fachada principal de cantera, templo de San Antonio. (Agosto 2012)

**LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL**

La fachada se compone por dos cuerpos horizontales, sobre los cuales descansan una torre al centro y dos torrecillas laterales (Fig. 14, Fig. 15).



*Fig. 14 Vista lateral, templo de San Antonio.
(Archivo general municipal)*



*Fig. 15 Vista lateral, templo de San Antonio.
(Agosto 2012)*

1.2. INTERVENCIONES

Se desconocen con seguridad la cantidad de intervenciones que ha sufrido el templo de San Antonio ocurridas antes de los años 80's, sin embargo, García Rubalcava, 2013, quien ha estado a cargo de las últimas restauraciones, explica que ya existían intervenciones, como es el caso de la construcción de unas criptas subterráneas que conectan la capilla de Santa Rita con la sacristía y la restauración de una grieta en un muro de la parte posterior del templo (Fig. 16).



Fig. 16 Pasillo subterráneo, criptas Sta. Rita (2013)

En el nártex (acceso principal del templo) existen unas vigas metálicas (Fig. 17), que aparentemente fueron colocadas posteriormente a la conclusión del edificio, ya que son de un estilo distinto a la construcción del templo, mas no existe la certeza del año de la fecha de la intervención.



Fig. 17 Vigas metálicas en nártex

En el 2008 se inicia la última intervención que se ha realizado hasta el día de hoy, dicha intervención se realizó en varias etapas a cargo del Arq. José Luis García Rubalcava director de rescate patrimonial y restauración de la que entonces fuera conocida como la secretaría de obras públicas del estado de Aguascalientes (*García Rubalcava, 2008*).

Los principales daños detectados en esa intervención fueron piezas faltantes de cantera, emboquillado y rajueleado; aparición de líquen y musgo (Fig. 18), grietas, humedades, escurrimientos y desprendimiento de pintura al interior de cúpula, entre otros.



Fig. 18 Bóveda antes de la restauración del 2008

La restauración consistió básicamente en la limpieza de la cantera, inyección de grietas (Fig. 20), reintegración de piezas faltantes de los elementos ornamentales y consolidación de las piezas deterioradas, reintegración de color en la cúpula y las torres (Fig. 19).

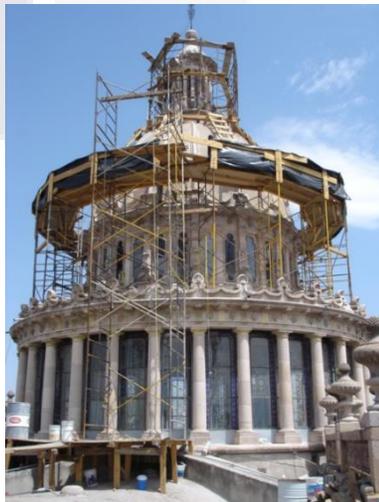


Fig. 19 Restauración de cúpula



Fig. 20 Inyección de grietas



CAPITULO 2. MATERIALES Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

2.1. MATERIALES Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS UTILIZADOS

El sistema estructural del templo está construido a base de muros de carga de mampostería principalmente. Dentro de los muros, se identifican cinco diferentes sistemas con base en el tipo de materiales y el acabado.

El sistema constructivo 1 es el de la fachada (Fig. 21), los sistemas 2, 3 y 4 corresponden a los muros de la nave principal (Fig. 22) y el sistema 5 es el del camarín (Fig. 23)

Sistema
constructivo 1

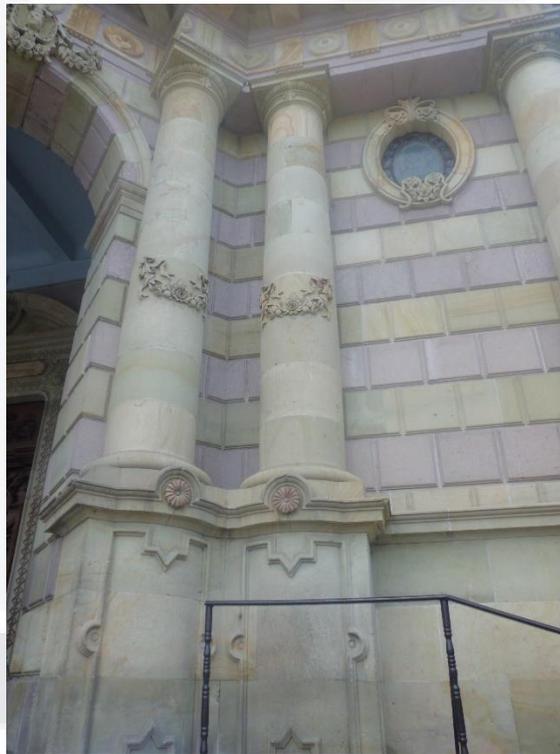


Fig. 21 Diferentes sistemas constructivos del muro de carga. Fachada

Sistema
constructivo 4

Sistema
constructivo 3

Sistema
constructivo 2



Fig. 22 Diferentes sistemas constructivos del muro de carga. Muro poniente

Sistema de
constructivo 5



Fig. 23 Diferentes sistemas constructivos del muro de carga. Muro poniente.

2.1.1. Sistema constructivo 1

Corresponde a la fachada, está compuesta de cantera de dos colores pegada a hueso y en su mayoría, labrada con detalles, aparentemente, la primera se trata de una toba (ceniza volcánica litificada) de grano muy fino de color verde-amarillo con pseudo-estratificaciones, porosa (absorbe el agua) y otra de color rosa-beige sin pseudo-estratificaciones de grano fino (Fig. 24).

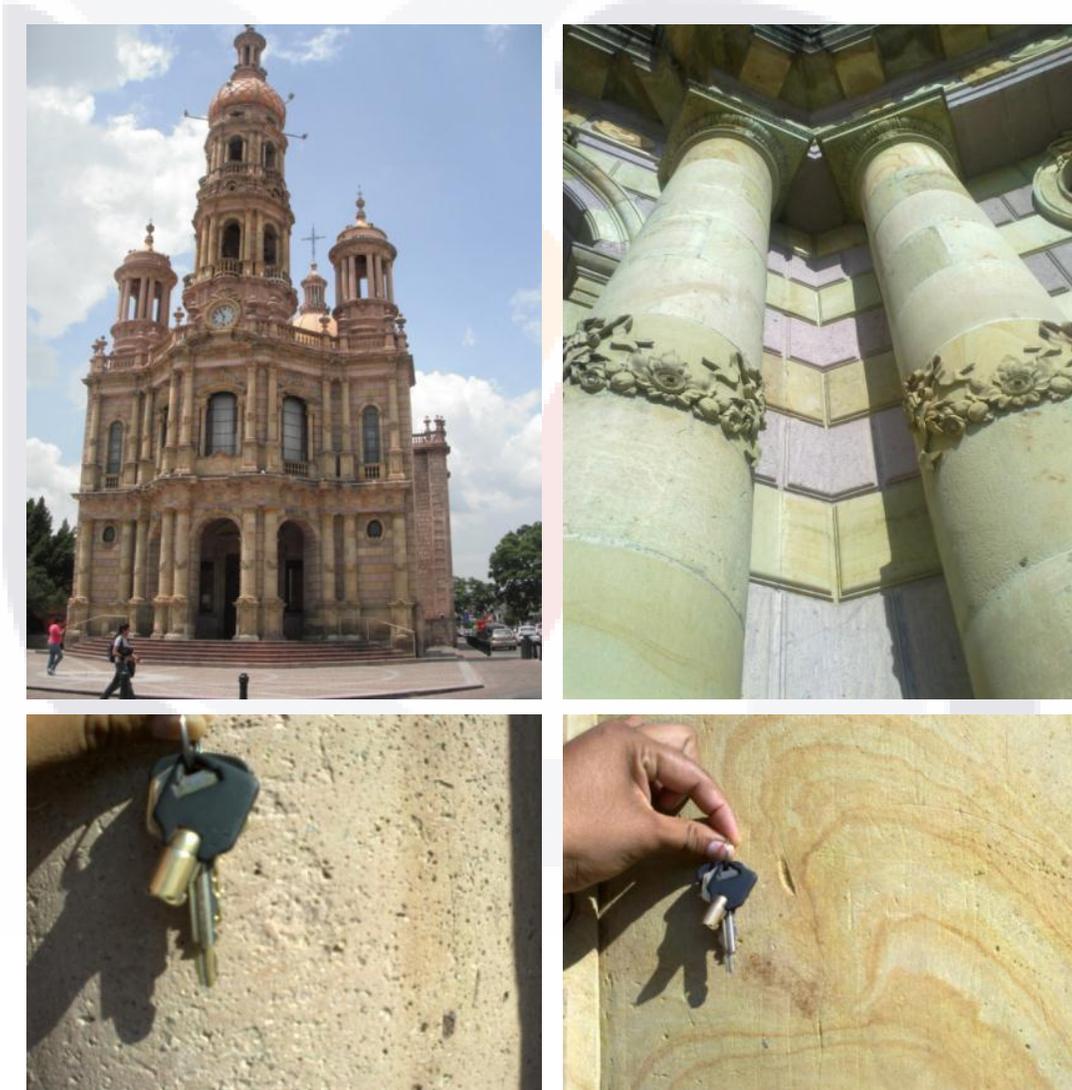


Fig. 24 Fachada Templo de San Antonio y diferentes tipos de roca usada para su construcción

2.1.2. Sistema constructivo 2.

Se trata aparentemente del Muro de cimentación construido de mampostería a base de bloques prismáticos de toba, posiblemente ignimbrita, bien litificada, con grano de fino a mediano, color naranja-salmón con juntas rajueledas del mismo material, no porosa y no absorbe agua. (Fig. 25)

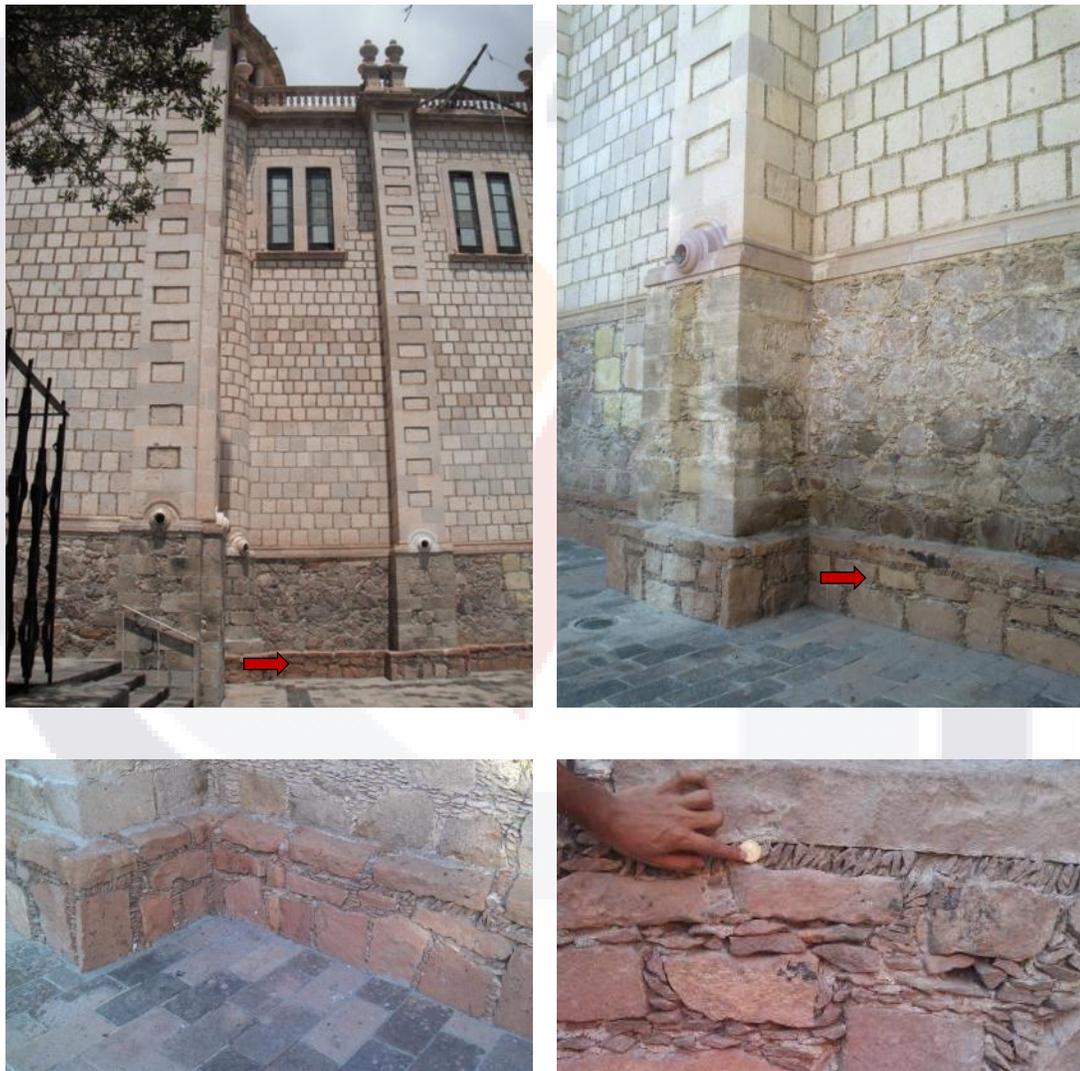


Fig. 25 Cimentación de los muros del Templo de San Antonio.

2.1.3. Sistema constructivo 3.

Consiste en un muro de desplante de mampostería de fragmentantes de roca de formas sensiblemente redondeadas de diferentes tamaños, colocadas de forma aleatoria y con juntas rajueledas con el mismo material. Es porosa y absorbe el agua. (Fig. 26)



Fig. 26 Muro de despegue construido de mampostería.

2.1.4. Sistema constructivo 4.

Se refiere a los muros de la nave, contruidos con mampostería de sillar de una toba color beige-café claro, grano de medio a grueso, de bloques cuadrados de tamaño promedio 35x35 cm, rajueleado con, lo que parece ser, el desperdicio (fragmentos) de toba gris y verde de la fachada. (Fig. 27)



Fig. 27 Muro principal de la nave hecho de mampostería con sillar de piedra.

2.1.5. Sistema constructivo 5.

Los muros del camarín de Santa Rita (cuerpo posterior) son de mampostería con bloques de lo que aparentemente es una arenisca arcillosa muy porosa, (en uno de los bloques se encontró materia orgánica lo que podría confirmar su origen sedimentario). Los bloques están burdamente cuadrados, rajueleados horizontalmente con fragmentos de toba gris que parece ser desperdicios de la usada en la fachada. (Fig. 28)

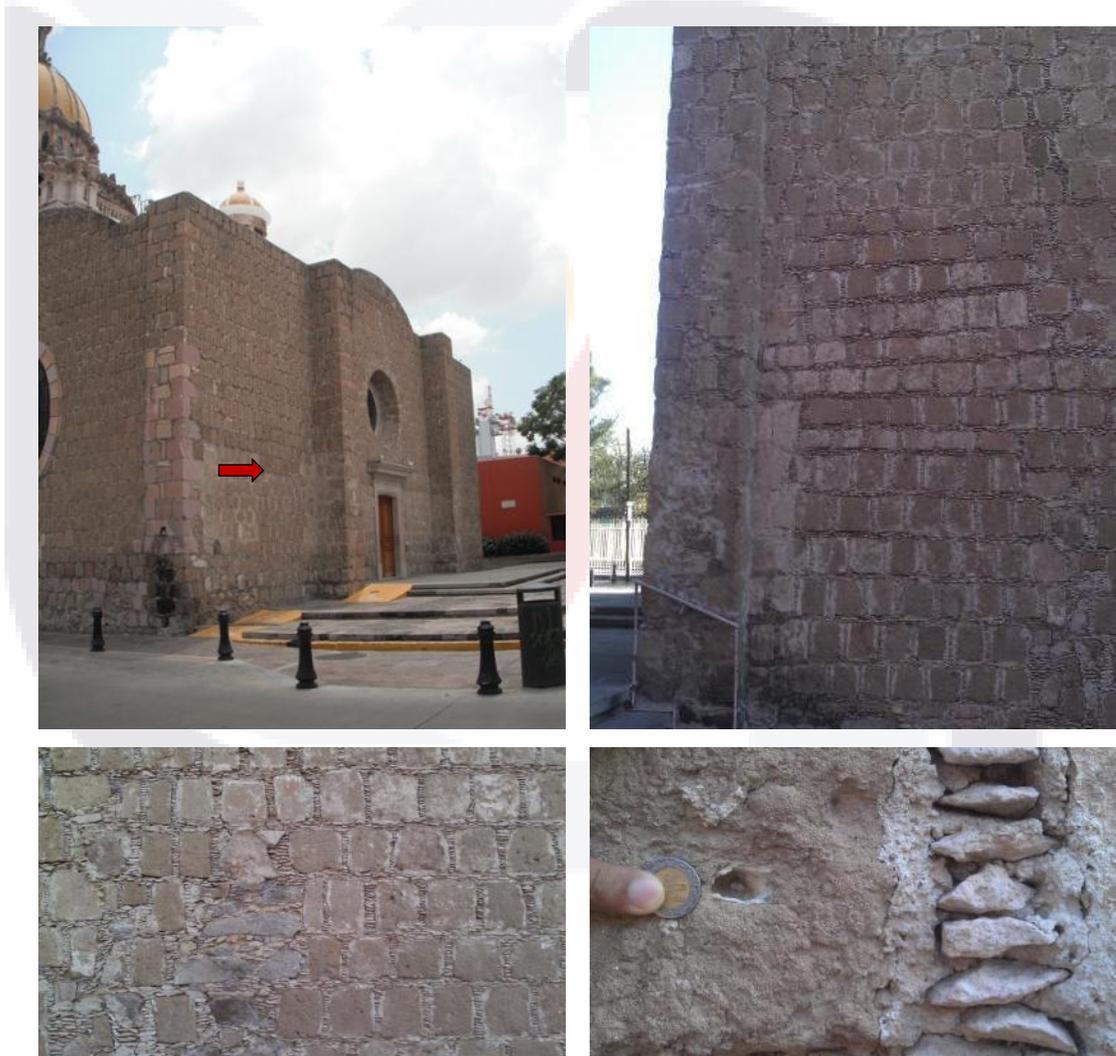


Fig. 28 Muro principal del camarín, cuerpo posterior del edificio, construido con bloques de piedra con residuos de materia orgánica.

2.2. PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES (BANCOS DE MATERIALES).

Después de conocer la ubicación de los 3 posibles bancos de materiales (Fig. 29), se realizó la visita a cada uno de ellos, con la finalidad de poder extraer muestras de material y compararlo con las características del material existente en los muros del templo de San Antonio. Los bancos que se visitaron fueron el banco de ex hacienda Ojocaliente, ubicado en el parque temático el caracol, dentro del municipio de Aguascalientes, el banco de la ex hacienda La Cantera, donde actualmente se encuentra ubicada la ciudad de los niños y por último el banco de cantera amarilla ubicado en Clavellinas, Asientos, mismo que hasta la fecha funciona como tal.

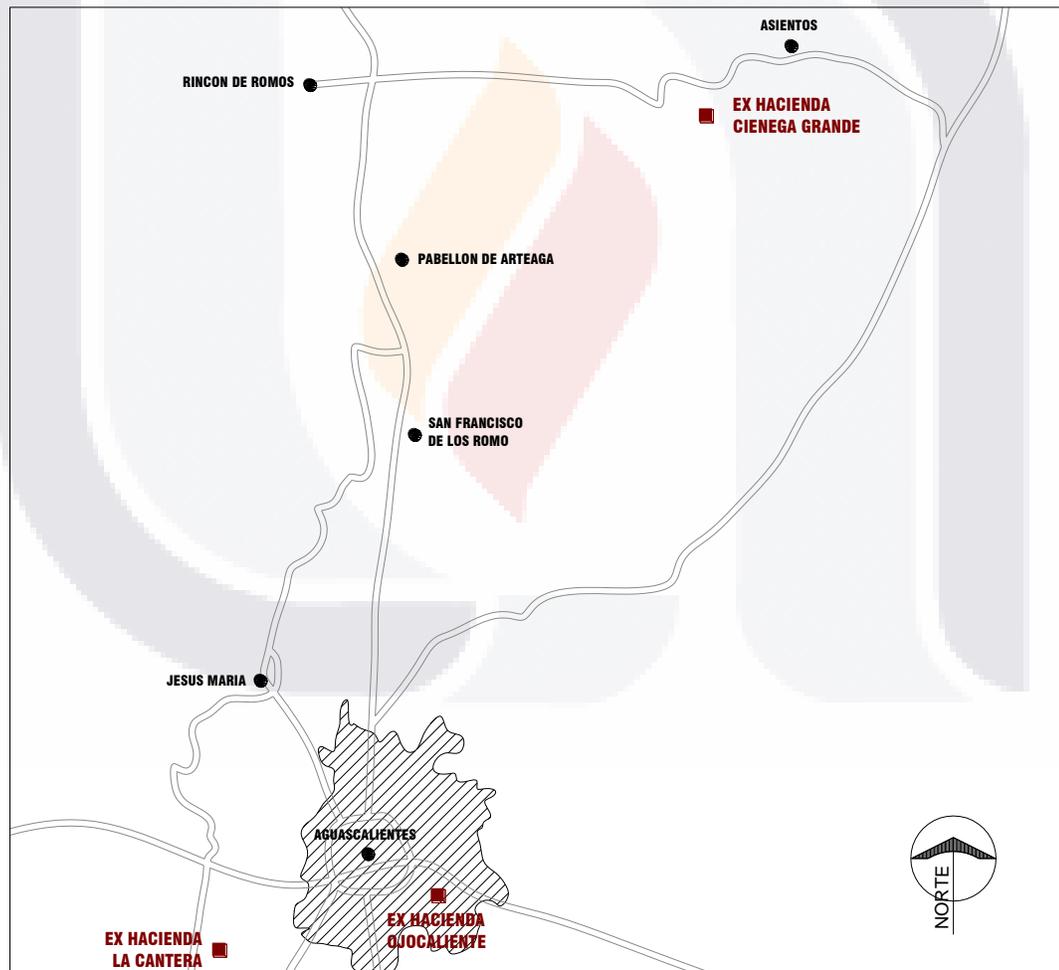


Fig. 29 Ubicación de bancos de materiales dentro del estado de Aguascalientes

2.2.1 Banco de matacán.

La piedra con la que fueron construidos los muros de la parte posterior (matacán) fue extraída del banco de materiales de la ex hacienda Ojocaliente (Fig. 30) (*García Rubalcava, 2012; Méndez Martínez, 2012*).

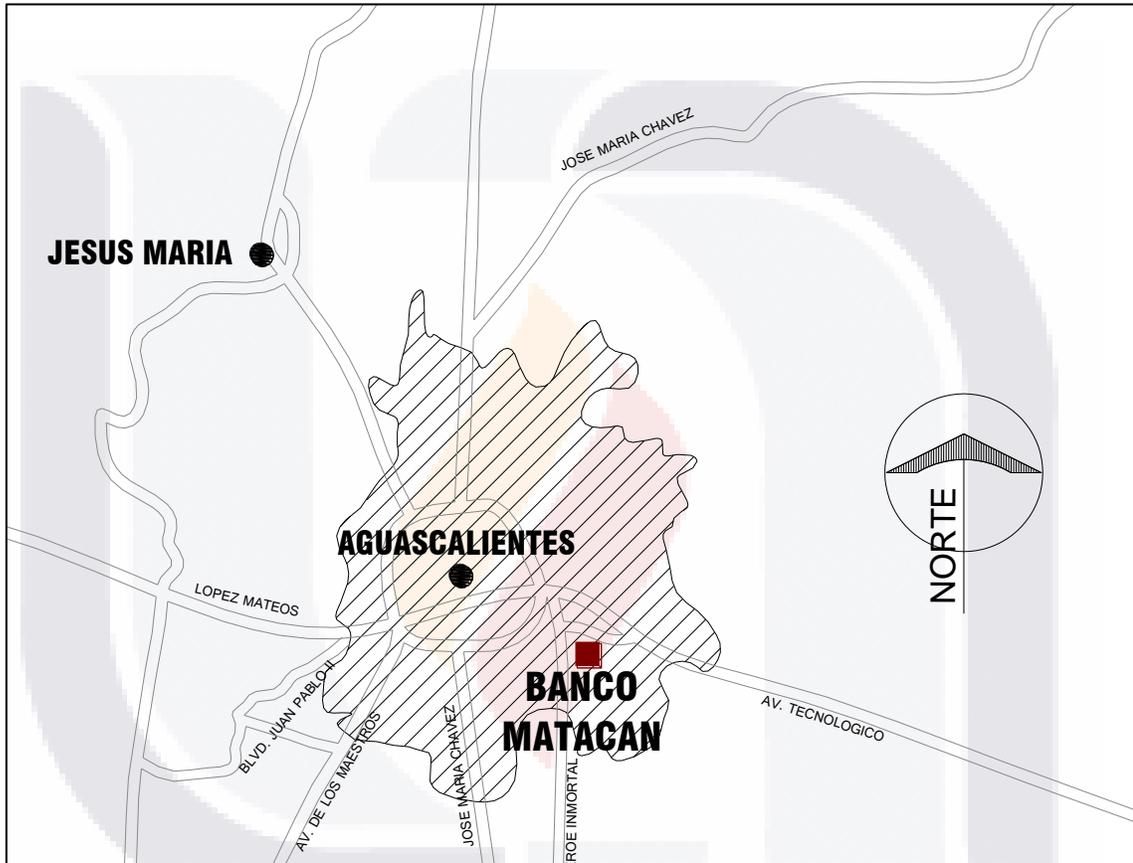


Fig. 30 Ubicación de parque temático el caracol

Al realizar la visita al sitio donde actualmente se encuentra ubicado el parque temático el caracol, se pudo apreciar a simple vista marcas de la maquinaria con la que era extraído material, lo que podría comprobar la teoría de que el material haya sido obtenido de este lugar.

Se extrajeron algunas muestras del material del parque (Fig. 32), mismas que se compararon con el material del templo y resultaron con similitudes aparentes. (Fig. 31).



Fig. 31 Material del muro del camarín de santa Rita, en la parte posterior del templo de San Antonio

Fig. 32 Muestras de huellas de maquinaria sobre el matacán del parque el Caracol

2.2.2 Bancos de cantera.

La fachada es de sillar de cantera de 3 colores, verde, amarilla y rosa.

La cantera rosa, fue extraída posiblemente de la ex hacienda la Cantera (Fig. 33) (*García Rubalcava, 2012*) que pertenecía al principal benefactor de la construcción del templo, Antonio Morfín Vargas (*Topete del Valle, 1973*)

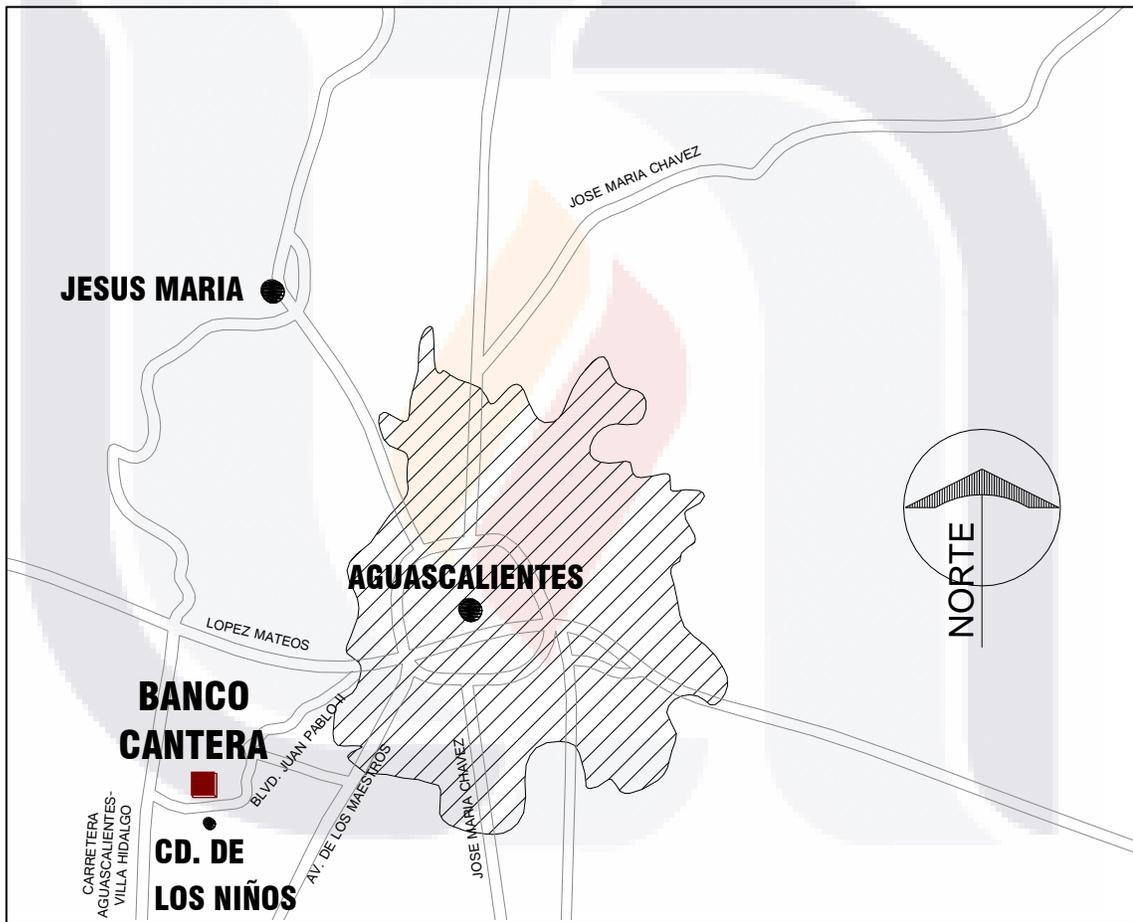


Fig. 33 Ubicación de ex hacienda la Cantera

En la visita a este banco (Fig. 35) nos encontramos con piedras de distintas características que variaban según su ubicación, desde material más poroso, hasta más consolidado, sin embargo, en algunas piezas se encontraron características similares a las piedras que componen el templo (Fig. 34).



Fig. 34 Cantera rosa del muro de la nave principal del templo de San Antonio

Fig. 35 Banco de material ex hacienda la Cantera

**LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL**

Por último se visitó el banco de cantera amarilla de clavellinas, Ubicado en el municipio de Asientos, Aguascalientes (Fig. 36), actualmente funciona como tal.

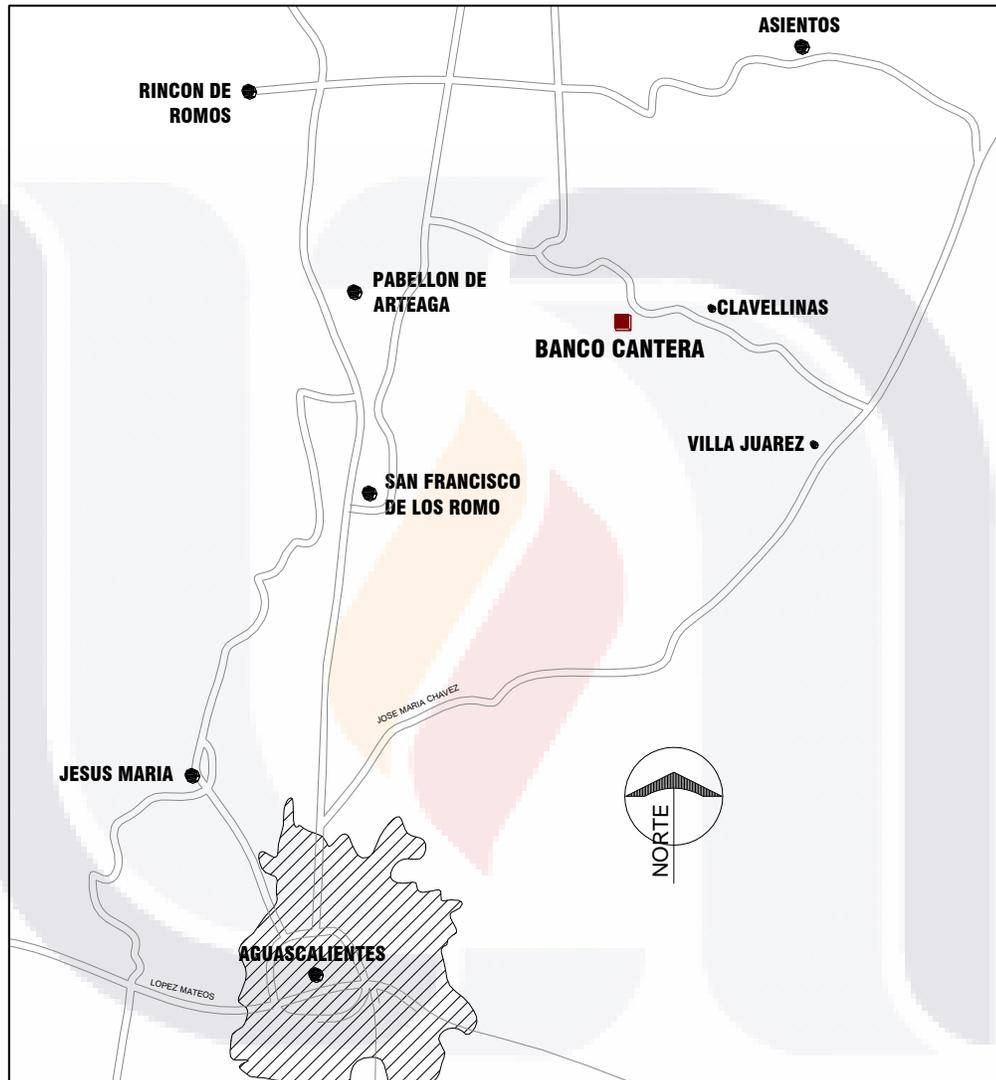


Fig. 36 Ubicación del banco de cantera de Clavellinas en el municipio de Asiento, Aguascalientes

Aunque actualmente el banco se encuentra ya casi agotado (Fig. 38), aun funciona como tal, aunque el material q se puede apreciar ahora es de menor calidad existen similitudes con el de la cantera amarilla y verde del templo de San Antonio (Fig. 37).



Fig. 37 Cantera amarilla de la fachada principal del templo de San Antonio

Fig. 38 Banco de material de Clavellinas



CAPITULO 3. LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE PATOLOGIAS

3.1. LEVANTAMIENTO GEOMÉTRICO.

3.1.1. Localización de fallas y grietas

Inicialmente se investigó si existían fallas asociadas a la subsidencia del valle de Aguascalientes cercanas que pudieran estar ocasionando las patologías, sin embargo la falla más cercana se encuentra a más de 500 metros de distancia (Fig. 39) (SIFAGG, 2013).

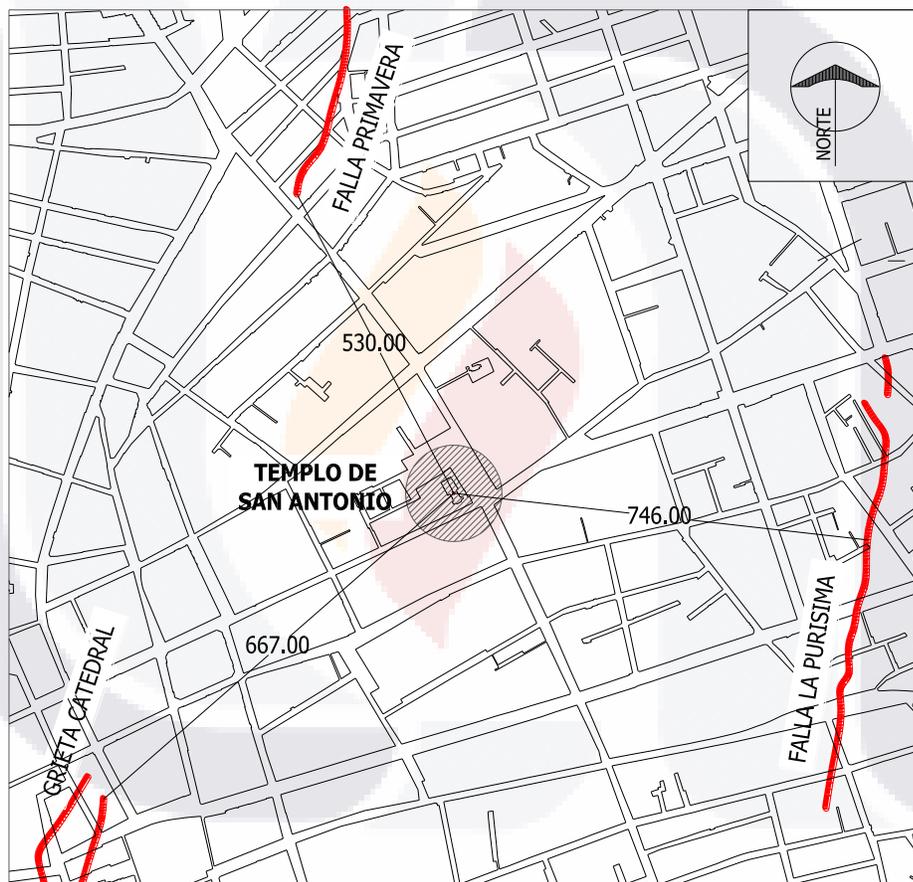


Fig. 39 Localización de fallas cercanas

3.1.2. Levantamiento en dos dimensiones

Se realizó el levantamiento topográfico con el apoyo de equipo y personal de SICOM utilizando una estación total (Fig. 40). Se establecieron las coordenadas iniciales y puntos de referencia para obtener las coordenadas de los puntos principales de los elementos estructurales como muros, columnas, arcos y bóvedas de exteriores y la cúpula.



Fig. 40 Levantamiento geométrico de bóvedas con estación total

Ya existía un levantamiento del templo en dos dimensiones, proporcionado por el M. en Arq. José Luis García Rubalcava, por lo que, para la planta de acceso (Fig. 41), y las fachadas (Fig. 44, Fig. 46, Fig. 48, Fig. 51) solo se modificaron algunas cosas que no correspondían con el levantamiento y se tomó como base para la digitalización de la planta del coro (Fig. 42) y de azotea (Fig. 43).

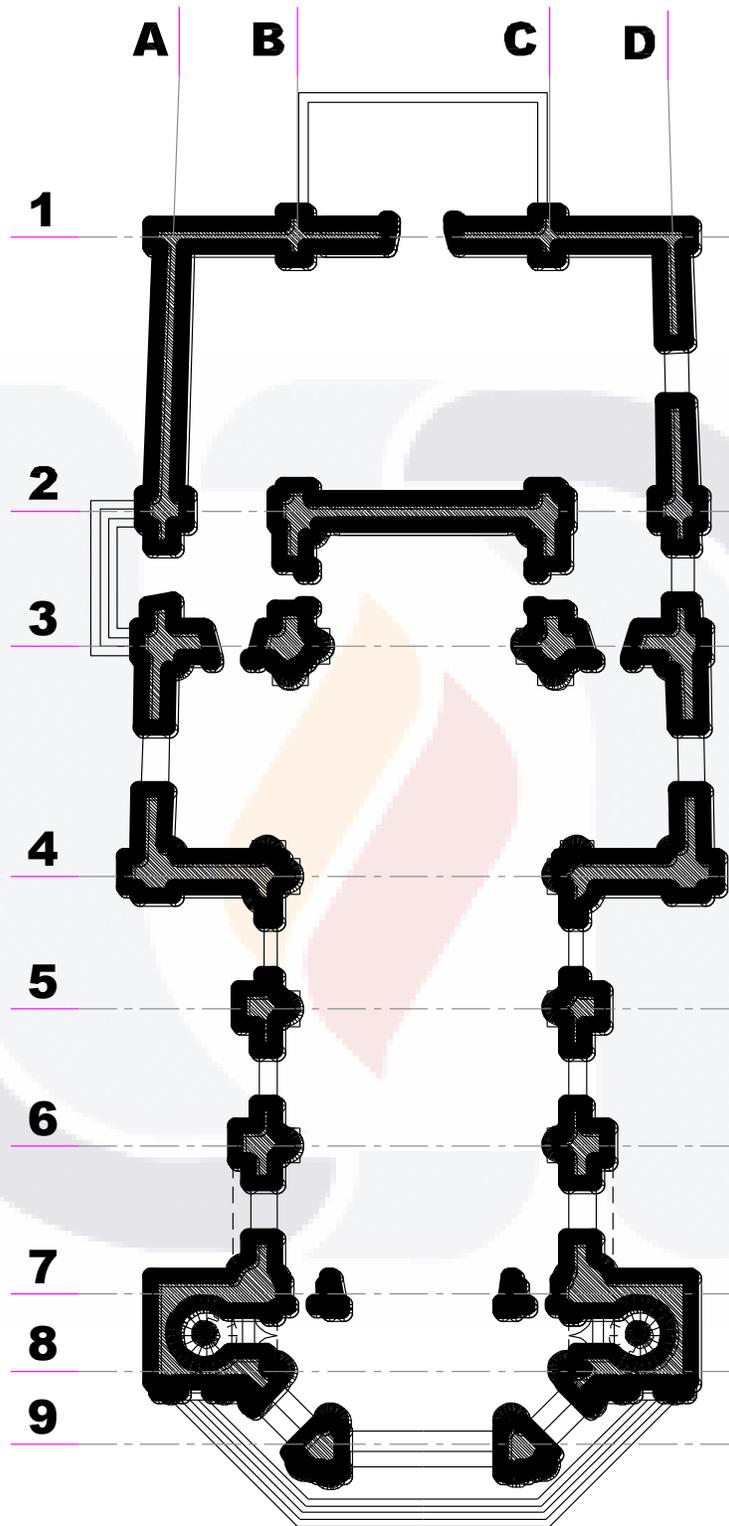


Fig. 41 Planta de acceso

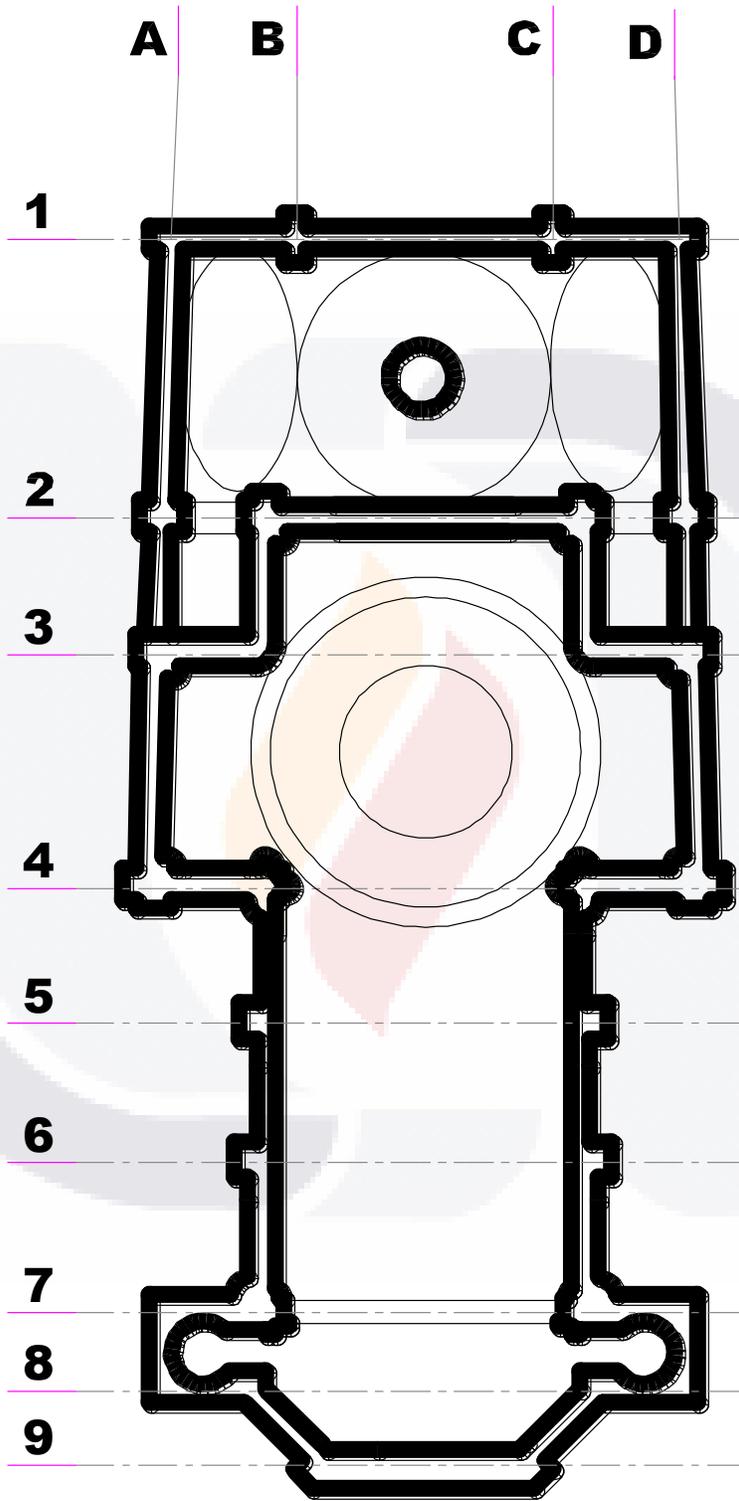


Fig. 42 Planta de coro

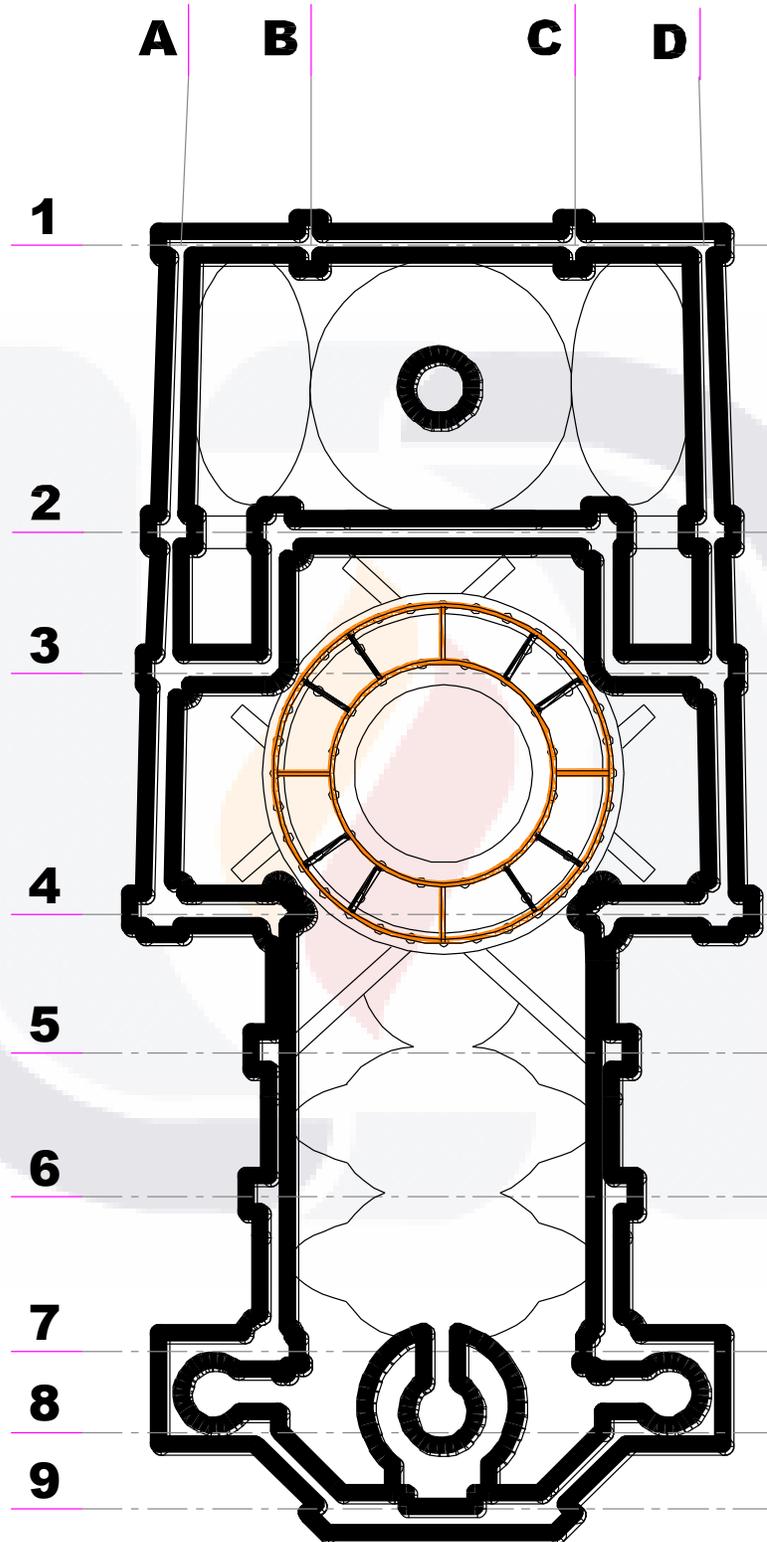


Fig. 43 Planta de azotea

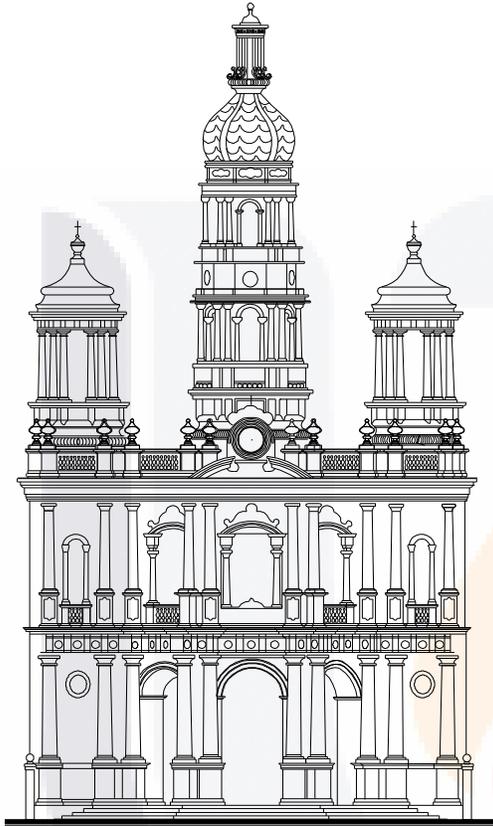


Fig. 44 Levantamiento de fachada principal



Fig. 45 Foto de fachada principal

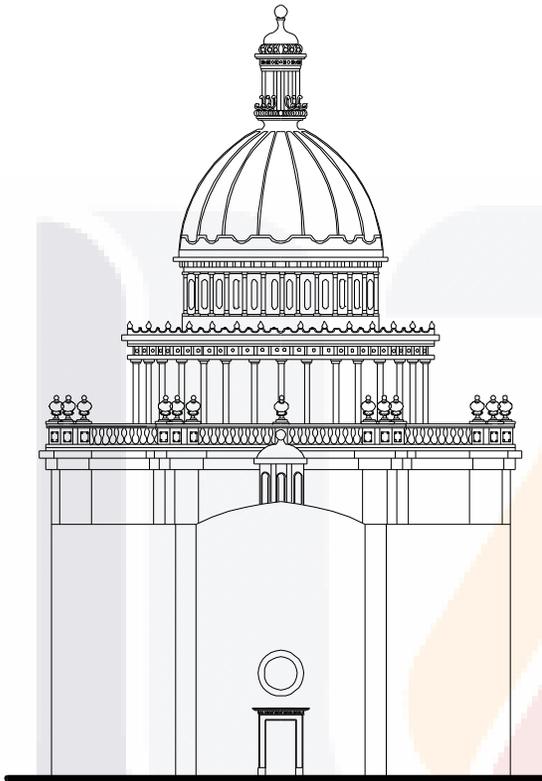


Fig. 46 Levantamiento de fachada Norte



Fig. 47 Foto de fachada norte

**LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL**

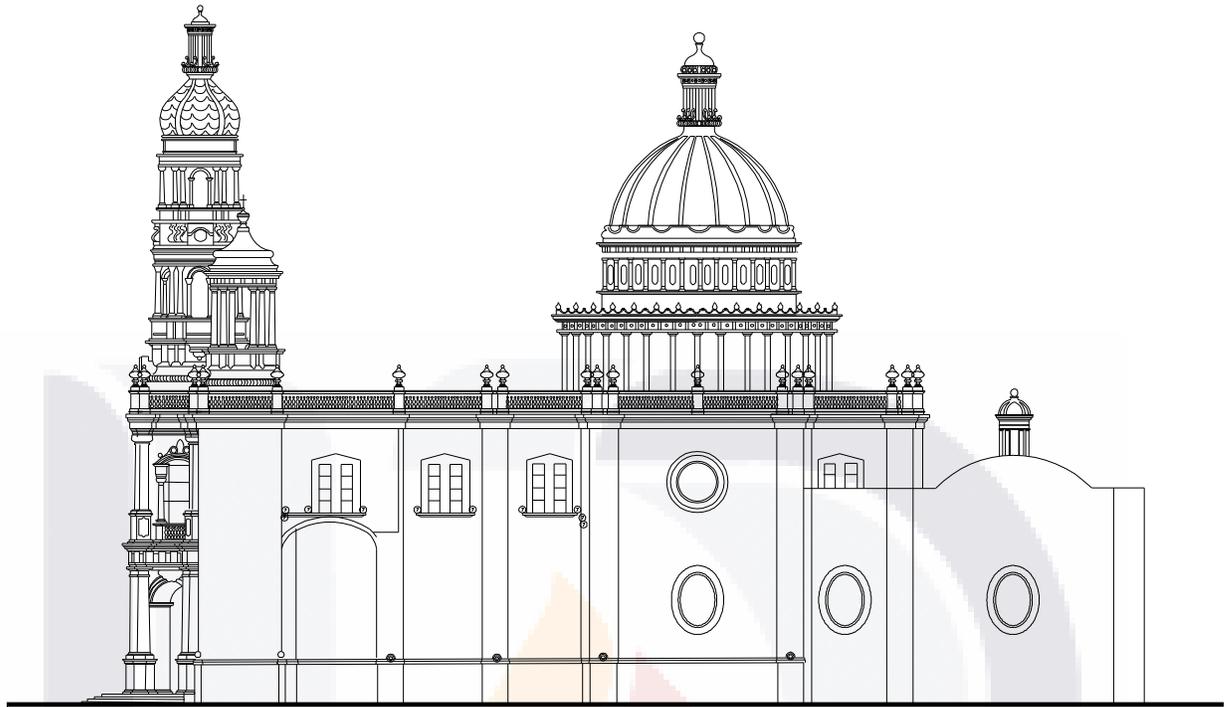


Fig. 48 Levantamiento de fachada oriente



Fig. 49 Foto frontal de fachada oriente



Fig. 50 Foto posterior de fachada oriente

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

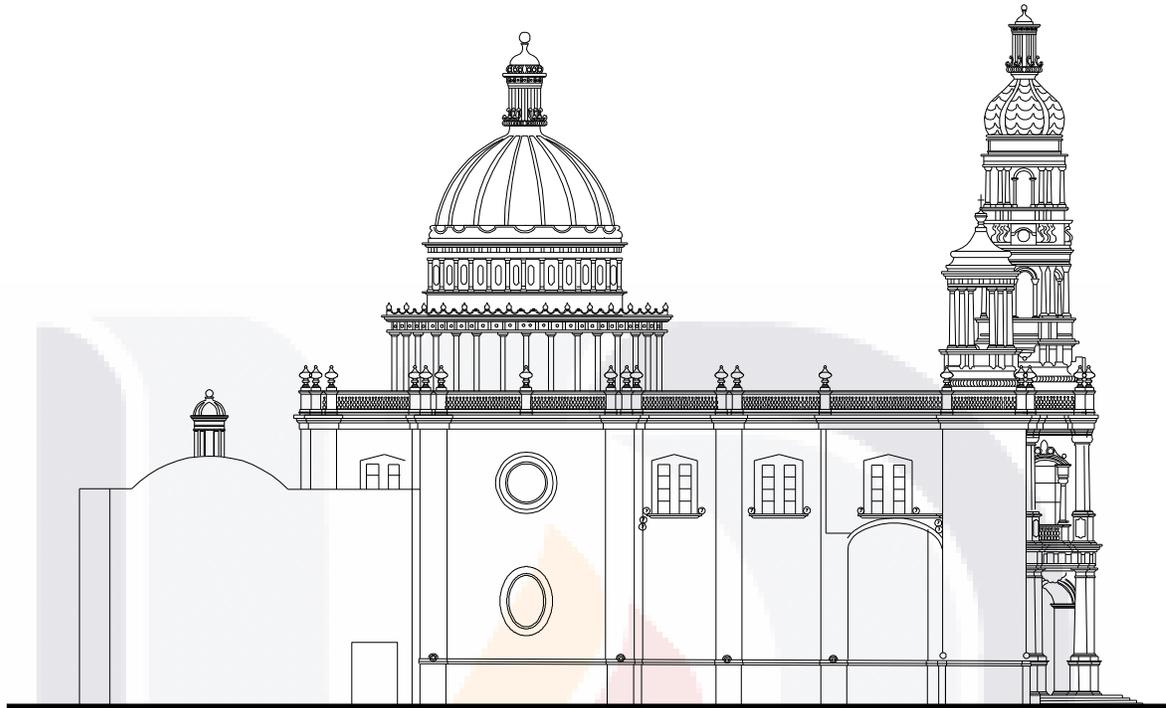


Fig. 51 Levantamiento fachada poniente



Fig. 52 Foto posterior de fachada poniente



Fig. 53 Foto frontal de fachada poniente

3.1.3. Levantamiento en tres dimensiones.

Posteriormente se digitalizó el levantamiento en AutoCAD en tres dimensiones (Fig. 54) uniendo las coordenadas de los puntos obtenidos con medio de la estación total. Este modelo geométrico se utilizó como insumo para el modelo numérico.

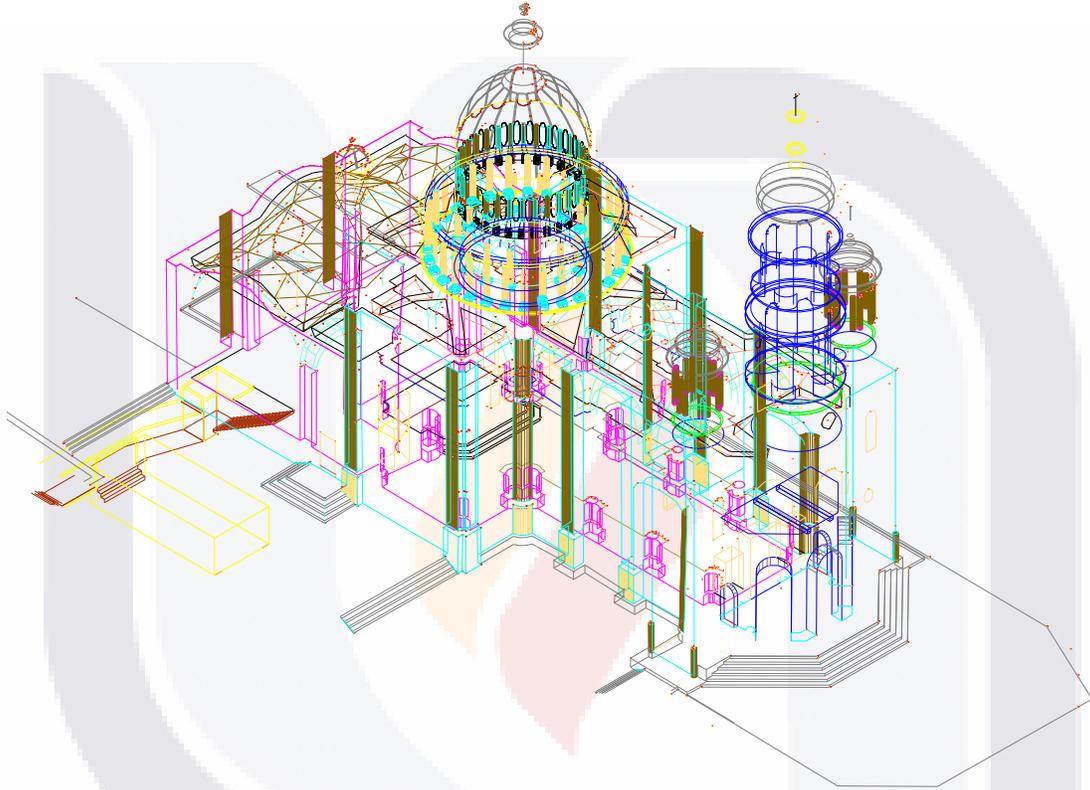
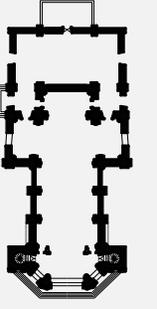


Fig. 54 Levantamiento en tres dimensiones del templo de San Antonio

En el levantamiento se puede observar que existe un desplome hacia afuera en las columnas.

3.2. LEVANTAMIENTO DE DAÑOS Y PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES.

El levantamiento de daños nos permite identificar las patologías que tiene el edificio, tales como desplomes, grietas, humedades, deterioro de materiales, entre otros, ya sean visibles o no, dependiendo del método que usemos para llevarlo a cabo. En este caso se realizó una inspección, levantando únicamente los daños visibles y que se consideró podrían poner en riesgo la seguridad estructural del edificio. Para dicho levantamiento de utilizaron unas fichas (Fig. 55) para llevar el registro de patologías en interiores, exteriores, bóvedas, cúpula y planta de coro.

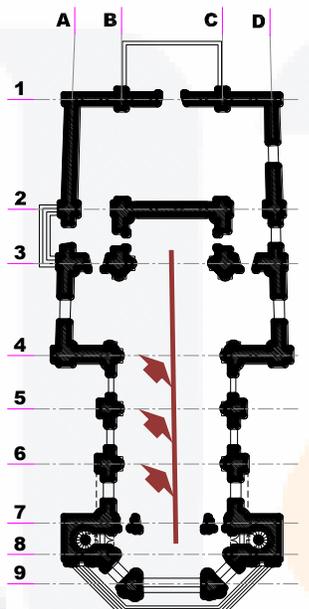
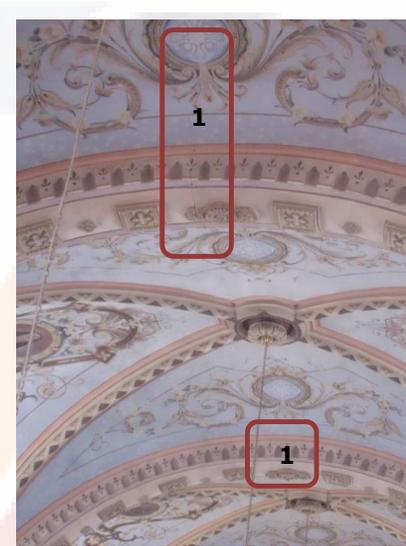
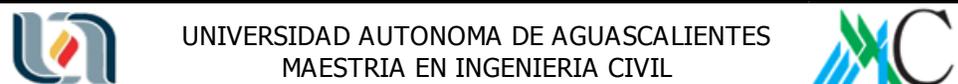
| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | |
|--|------------------------|
| FECHA | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | |
| LOCALIZACION EN PLANTA | LOCALIZACION EN ALZADO |
|  | |
| | FOTOGRAFIA |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | |
| UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL | |

TEMPLO DE SAN ANTONIO

Fig. 55 Ejemplo de ficha de levantamiento de daños

Los daños que más se pudieron observar son desgaste de materiales, grietas y humedad, cada ficha detalla el tipo de patología que existe en cada el elemento de forma particular, los más relevantes o que se consideraron de mayor importancia son los que se muestran a continuación (Fig. 56, Fig. 57, Fig. 58, Fig. 59 y Fig. 60), el resto de la fichas se pueden ver en el anexo "A"

**LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL**

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | |
|--|---|-------|-----------|----------------------------|----|
| <table border="1" style="margin-left: auto;"> <tr> <td>FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td>01</td> </tr> </table> | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 01 |
| FECHA | MAYO 2013 | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 01 | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | ARCOS 4,5 Y 6 DE BOVEDA DE NAVE S.A. | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | |
|  |  | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | |
| <p>1. Grieta que pasa por todo el eje longitudinal, se aprecia en los arcos transversales y entre el eje 5 y 6 la fisura se observa en algunos puntos de la bóveda. En el arco del eje 4 la fisura sube al pasillo del deambulatorio</p> | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| <p>Esta grieta apareció a partir de la restauración de la calle Zaragoza</p> | | | | | |
|  | | | | | |

TEMPLO DE SAN ANTONIO

Fig. 56 Levantamiento de daños, arcos y bóveda de la nave principal de San Antonio

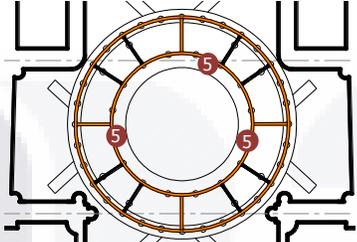
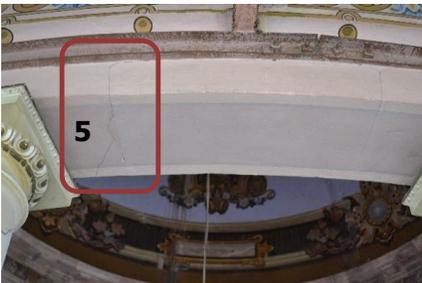
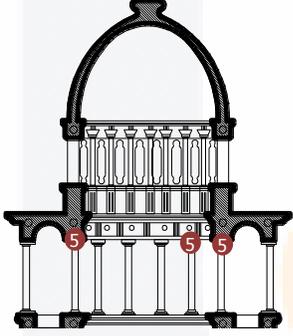
LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | |
|---|--------------------------------|-------|-----------|----------------------------|----|
| <table border="1"> <tr> <td>FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td>02</td> </tr> </table> | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 02 |
| FECHA | MAYO 2013 | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 02 | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | MURO INTERIOR S.A. EJE 7 (C-B) | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | |
| | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | |
| <ol style="list-style-type: none"> Grieta que pasa por todo el eje longitudinal en marco de acceso principal Separación de piezas | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| | | | | | |

TEMPLO DE SAN ANTONIO

Fig. 57 Levantamiento de daños, muro interior en el acceso

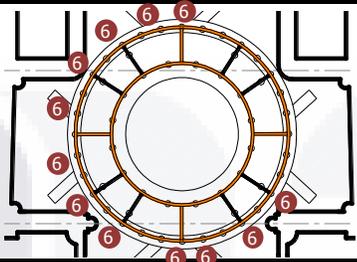
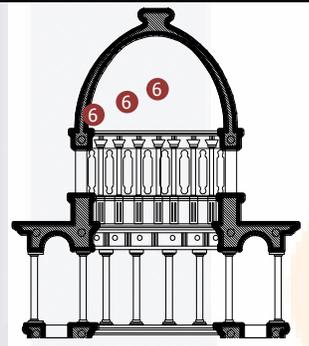
**LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL**

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | |
|---|---|-------|-----------|----------------------------|----|
| <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="width: 50px;">FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td>21</td> </tr> </table> | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 21 |
| FECHA | MAYO 2013 | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 21 | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | INTERIOR CUPULA | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | |
|  |  | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN ALZADO |  | | | | |
|  | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Marcas de humedad por condensación en boveda del primer tambor de la cúpula. 2. Pequeñas fisuras que pueden ser por humedad en la boveda del primer tambor 3. Grieta posiblemente por separación de piezas, es constante a todo alrededor de la cúpula 4. Desprendimiento de acabado por humedad 5. Grieta en ambos lados de las columnas de la cúpula, estas aparecen en casi todas las columnas 6. Grieta y escurrimiento de pintura debida a la humedad por filtración recurrente en todas las nervaduras en cupula. | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| La humedad se encuentra controlada actualmente | | | | | |
|  | UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL | | | | |
|  | | | | | |

TEMPLO DE SAN ANTONIO

Fig. 58 Levantamiento de daños, trabe de cúpula

**LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL**

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | |
|---|---|-------|-----------|----------------------------|----|
| <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="width: 50px;">FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td>22</td> </tr> </table> | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 22 |
| FECHA | MAYO 2013 | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 22 | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | INTERIOR CUPULA | | | | |
| LOCALIZACION EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | |
|  |  | | | | |
| LOCALIZACION EN ALZADO | | | | | |
|  | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Marcas de humedad por condensación en boveda del primer tambor de la cúpula. 2. Pequeñas fisuras que pueden ser por humedad en la boveda del primer tambor 3. Grieta posiblemente por separación de piezas, es constante a todo alrededor de la cúpula 4. Desprendimiento de acabado por humedad 5. Grieta en ambos lados de las columnas de la cúpula, estas aparecen en casi todas las columnas 6. Grieta y escurrimiento de pintura debida a la humedad por filtración recurrente en todas las nervaduras en cupula. | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| La humedad se encuentra controlada actualmente | | | | | |
|  | UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL | | | | |
|  | | | | | |

TEMPLO DE SAN ANTONIO

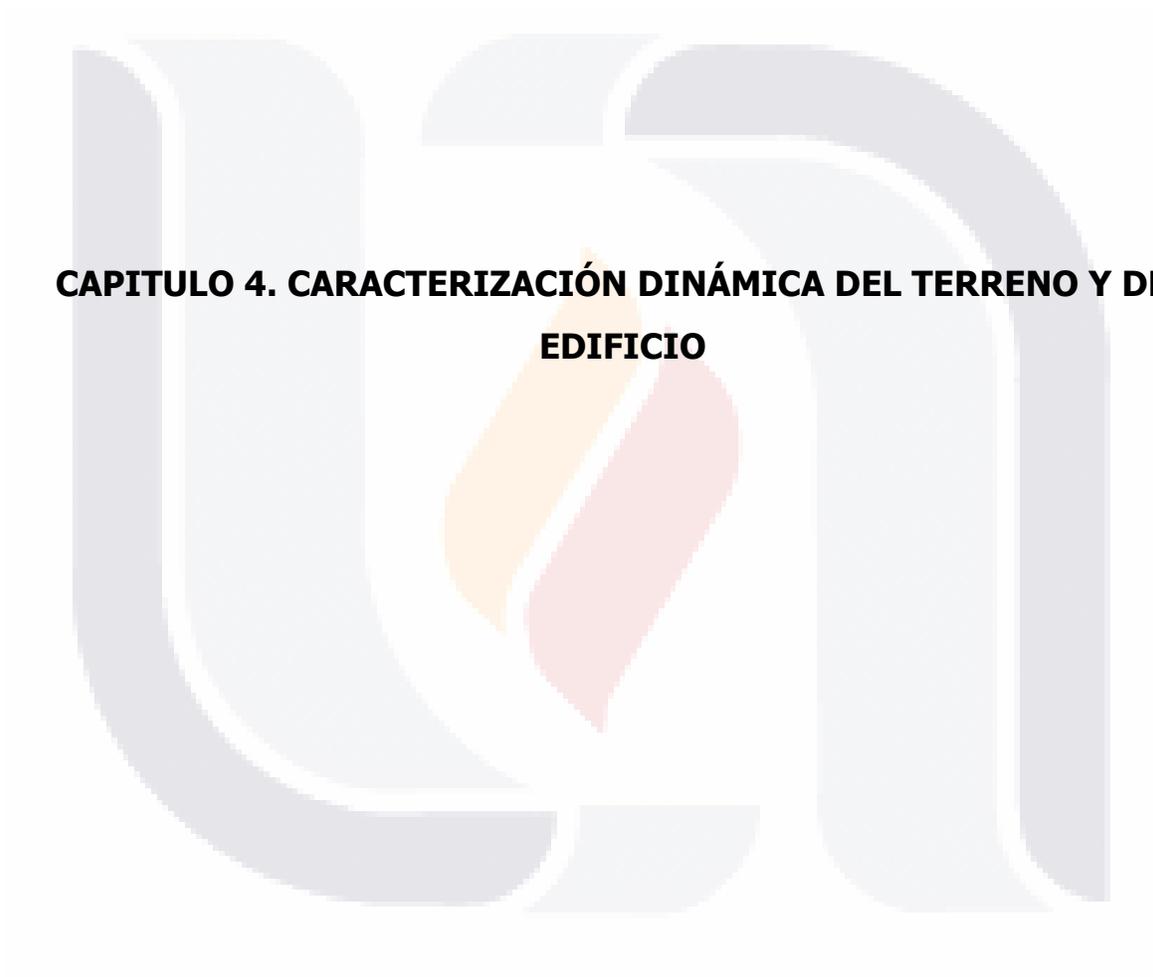
Fig. 59 Levantamiento de daños, interior cúpula

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | |
|--|--------------------------------------|-------|-----------|----------------------------|----|
| <table border="1"> <tr> <td>FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td>37</td> </tr> </table> | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 37 |
| FECHA | MAYO 2013 | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 37 | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | MURO EXTERIOR FACHADA PRINCIPAL PTE. | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | |
| | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | |
| <ol style="list-style-type: none"> Grietas inyectadas en parte superior e inferior de ventana de coro La piedra clave de arco de acceso en nartex se deslizó hacia abajo, ya fue reparado Fisura en columna | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| | | | | | |

TEMPLO DE SAN ANTONIO

Fig. 60 Levantamiento de daños, columnas del exterior y torrecillas laterales



CAPITULO 4. CARACTERIZACIÓN DINÁMICA DEL TERRENO Y DEL EDIFICIO

4.1. PROCESO DE REGISTRO E INSTRUMENTOS UTILIZADOS

Para conocer el periodo natural de vibración del terreno del templo de San Antonio, así como el periodo de vibración de su estructura se utilizaron sensores de velocidad (geófonos). Los géofonos son sensores usados en exploración geofísica que registran la velocidad con que se mueve el terreno. Durante el movimiento el geófono genera un voltaje que es proporcional a la velocidad del movimiento del terreno, la señal eléctrica producida por el geófono es recibida por un sismógrafo (Fig. 62) donde se gráfica. El proceso de adquisición de datos y el almacenamiento de los mismos es realizado por una computadora portátil. Con el sistema antes descrito es posible obtener registros de las vibraciones mecánicas en términos de velocidad. Los registros son series de tiempo discretas por lo que es posible calcular el espectro de frecuencias de cada registro. (Geometrics Inc., 2009)

Los géofonos que se utilizaron son GS-20DX, tienen una respuesta superior a 250 Hz, su frecuencia natural es de 4.5 Hz, la tolerancia de frecuencia es de $\pm 5\%$, sensibilidad de voltaje intrínseca es de $\pm 10\%$ 0.28 v/cm/seg. (Fig. 61)



Fig. 61 Grupo de géofonos

Los registros tomados en el sitio fueron almacenados en una computadora conectada al equipo como archivos con extensión .dat el cual es un formato que usa el fabricante del instrumento (*Geometrics Inc.*)

**LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL**



Fig. 62 Acelerómetro y registro de datos

Para transformar los registros obtenidos con los geófonos en formato tipo .dat, estos se procesaron en un programa llamado Tape Reader, con el cual se genera un archivo ASCII con extensión .txt que puede ser leído por cualquier procesador de texto hojas de cálculo como se observa en las siguientes figuras.

Se describe a continuación la secuencia del procesamiento de los datos de ellos registros obtenidos:

Se selecciona el archivo tipo .dat obtenido (Fig. 63)

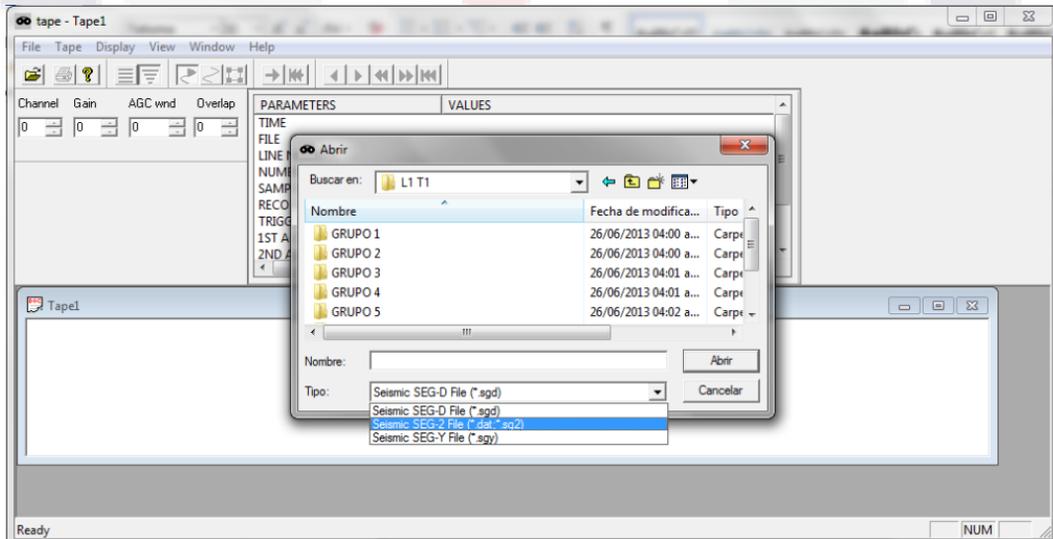


Fig. 63 Proceso de datos en tape.exe

**LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL**

Se obtiene los registros de cada uno de los geófonos (Fig. 64)

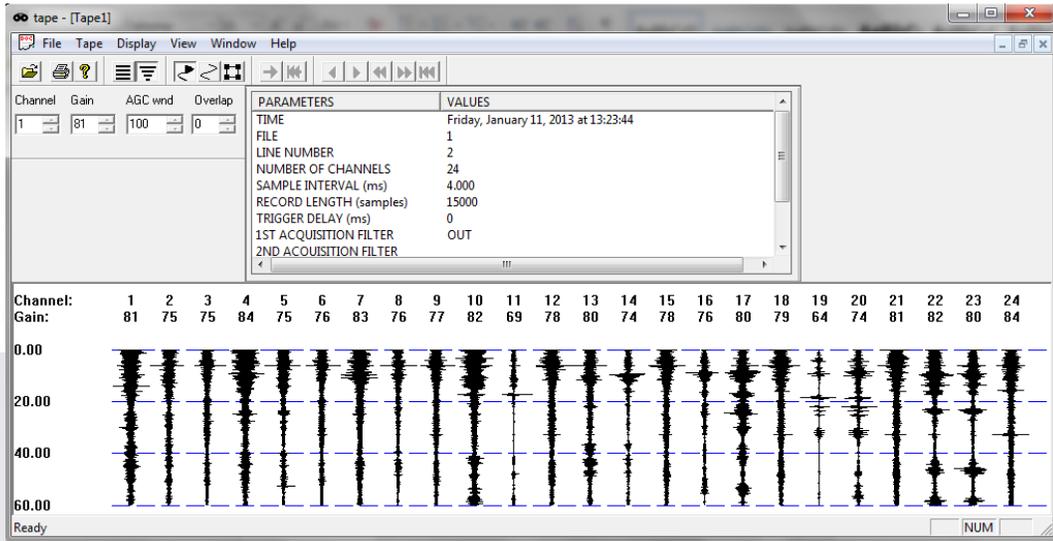


Fig. 64 Proceso de datos en tape.exe

Se convierte a ASCII (Fig. 65)

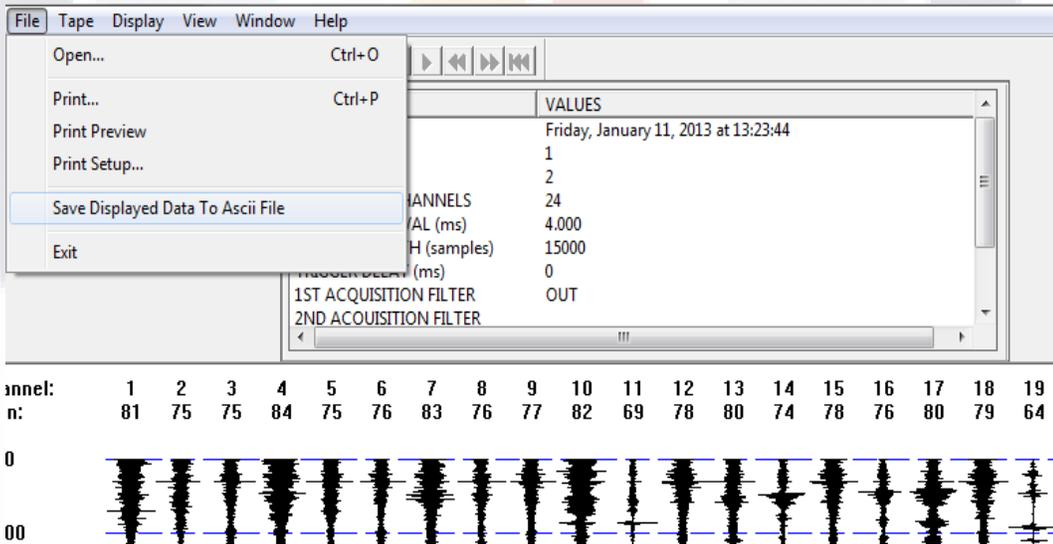


Fig. 65 Proceso de datos en tape.exe

Por último se exporta como archivo .txt para que sea posible leer en Excel (Fig. 66).

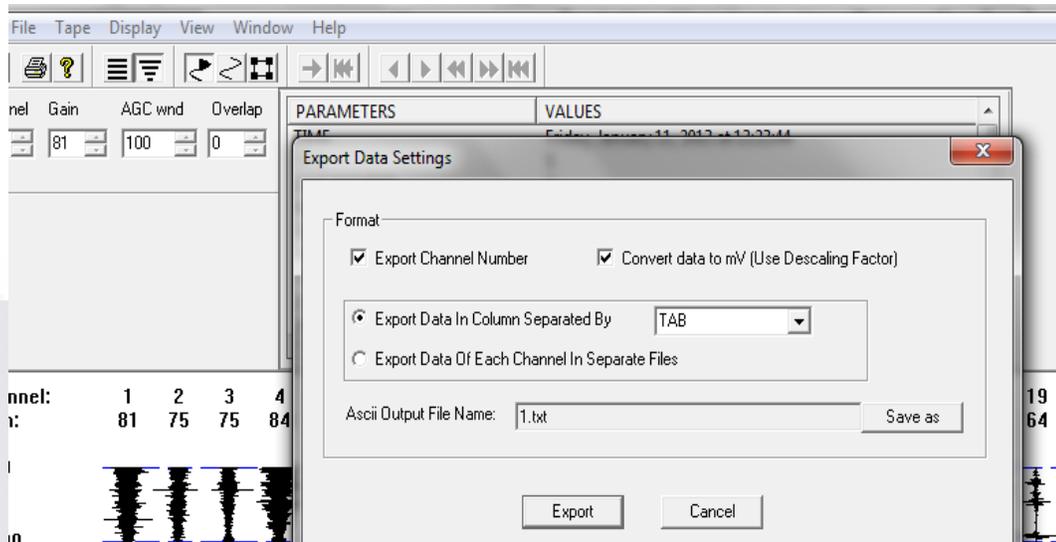


Fig. 66 Proceso de datos en tape.exe

Los datos son obtenidos en milivolts por lo que (Fig. 67) se calculan las velocidades del movimiento del terreno o de la estructura, según sea el caso, utilizando la función de respuesta del geófono (0.28 v/cm/seg). (www.geospace.com gs20dx)

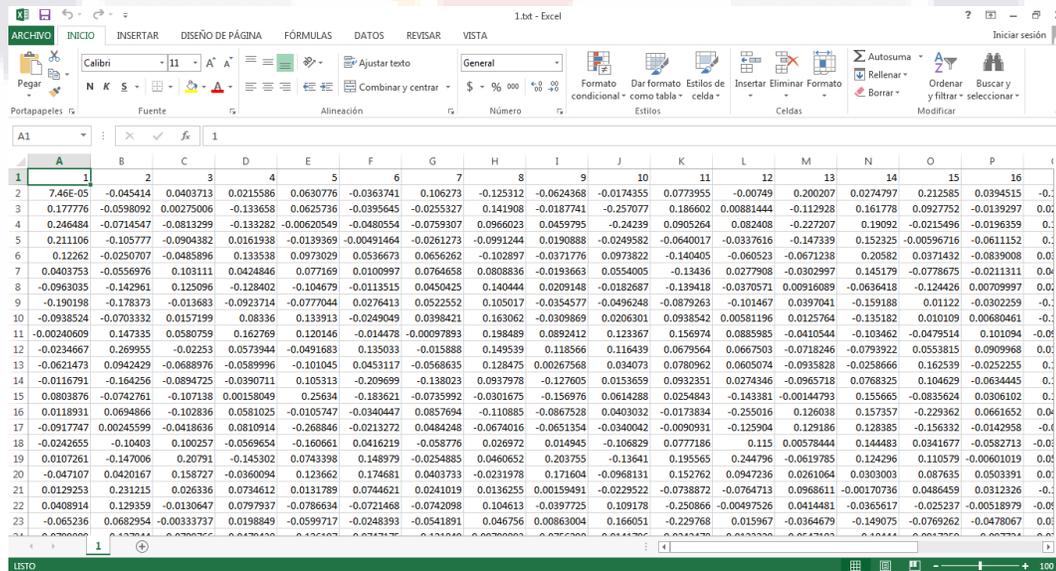


Fig. 67 Datos obtenidos por los geófonos en milivolts

Posteriormente, para obtener los espectros de frecuencia de cada serie y la relación espectral H/V, se utilizó el programa Degtra como se muestra a continuación.

Se selecciona el tipo de archivo con DT 0.004 (Fig. 68)

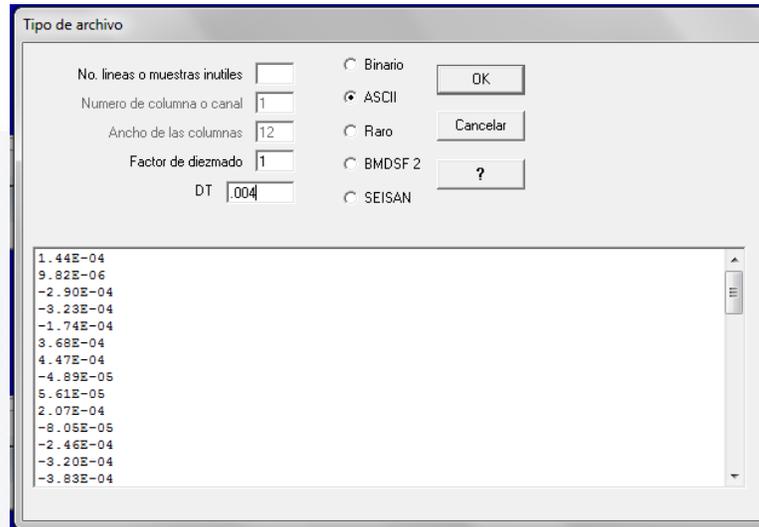


Fig. 68 Leer archivo

Se leen los registros de las direcciones "X", "Y" y "Z" de cada punto medido, los cuales se visualizan en cada una de las ventanas del programa (Fig. 69)

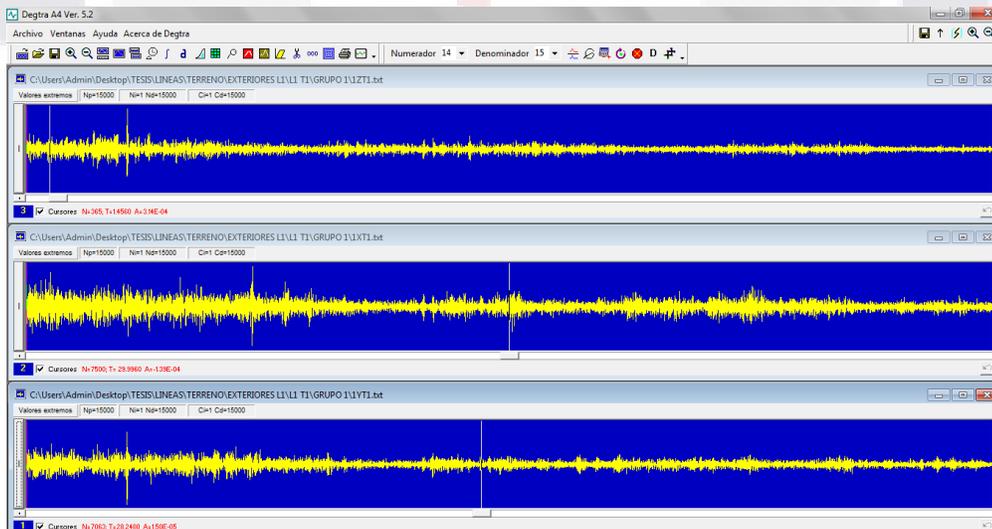


Fig. 69 Lectura de registros en las tres direcciones de cada punto medido

**LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL**

Se obtienen los 3 espectros de amplitudes de Fourier en sentido "X", "Y" y "Z" (Fig. 70, Fig. 71)

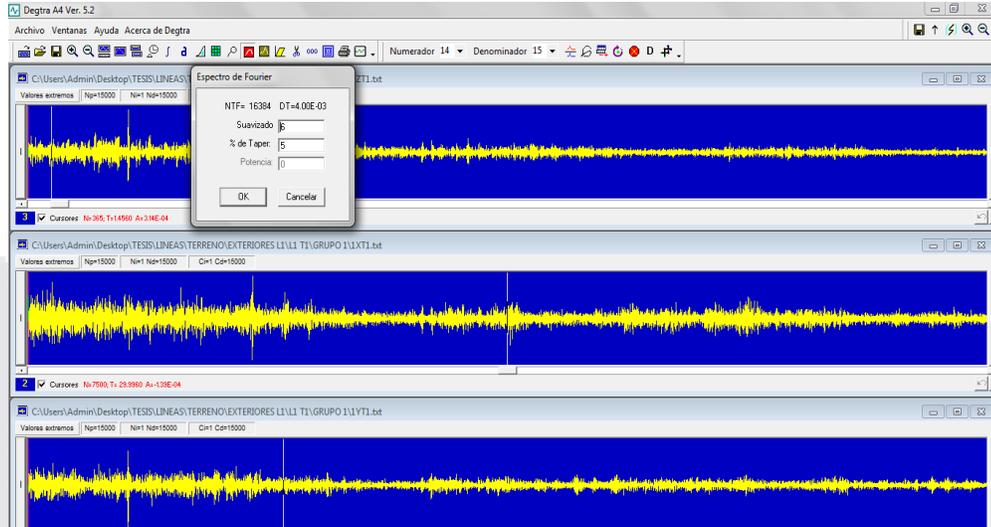


Fig. 70 Calculando espectros de Fourier

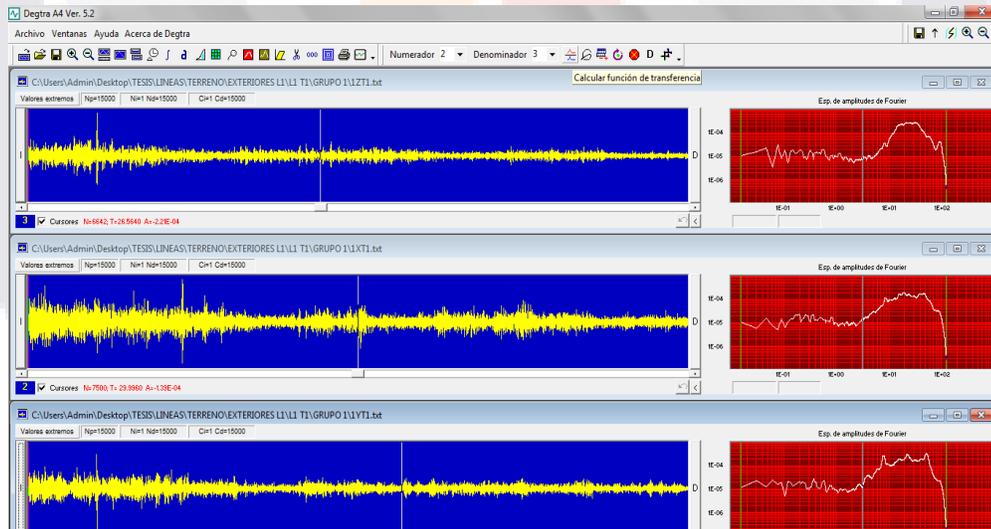


Fig. 71 Espectros de Fourier de "X", "Y" y "Z"

Para obtener la frecuencia natural del terreno se utilizó una técnica conocida como técnica del cociente espectral de Nakamura que consiste en dividir el espectro de frecuencias del registro del movimiento horizontal entre el espectro de frecuencias del registro del movimiento vertical (H/V), lo cual provee una aproximación confiable de la frecuencia fundamental del terreno en la dirección horizontal en cuestión. (Raúl J. Ritta, Luis E. Suárez, & Miguel A. Pando, 2012)

Se calculó la función de transferencia, es decir la relación espectral de los horizontales entre el vertical, "X/Z" y "Y/Z" (Fig. 72)

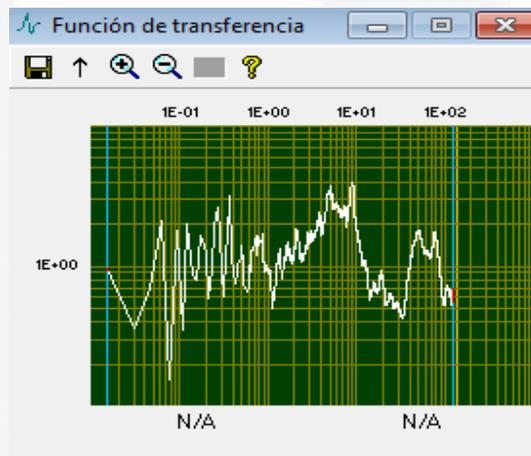


Fig. 72 Función de transferencia

Por último los datos obtenidos se grafican (Fig. 73) para obtener la frecuencia dominante, ya sea del terreno o del edificio.

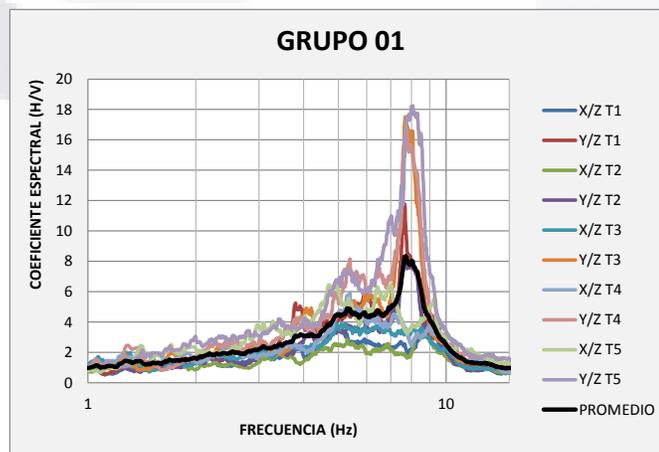


Fig. 73 Espectro de frecuencia

4.2. CARACTERIZACIÓN DEL TERRENO

Para obtener el periodo natural del terreno, se colocaron 11 líneas de 24 geófonos, cada línea contiene 8 grupos integrados por 3 geófonos, dos midiendo movimiento horizontal en sentido del eje transversal "X" y del eje longitudinal "Y", y otro el movimiento vertical en la dirección "Z". Cada grupo se colocó con una separación de 2m como se muestra en la (Fig. 74)

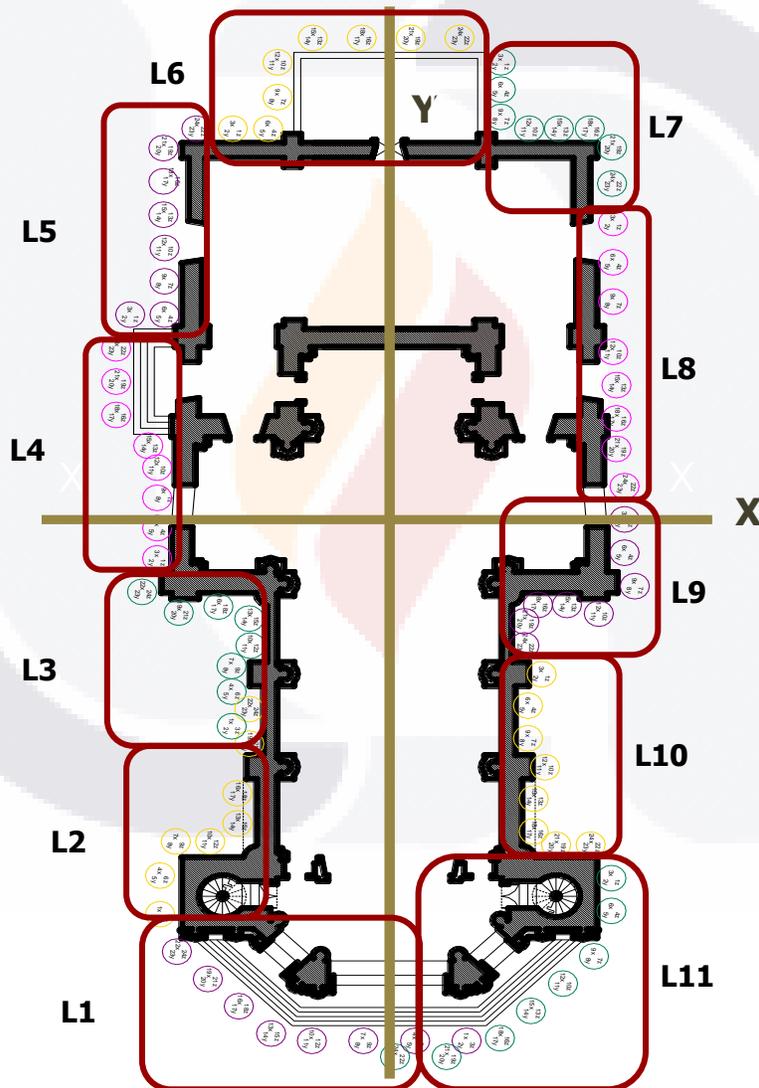


Fig. 74 Localización de geófonos para caracterización de terreno

**LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL**

En la imagen (Fig. 75) se puede observar el acomodo de los 8 grupos de la línea 1.

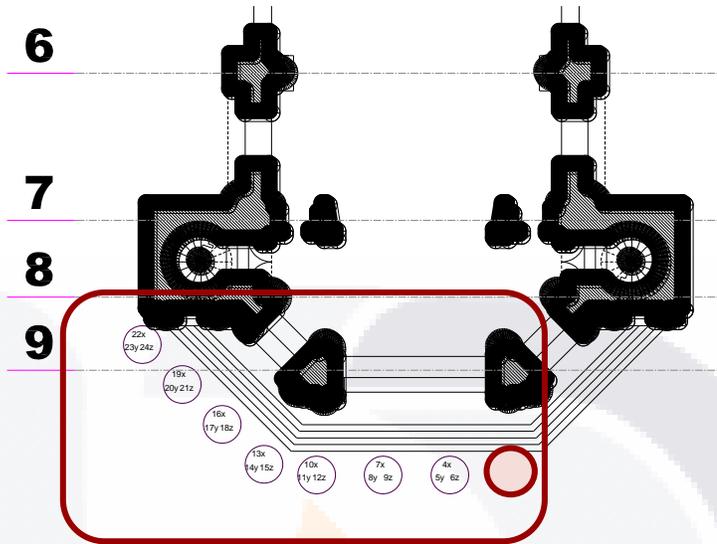


Fig. 75 Localización de los 8 grupos de geófonos de la línea 1

Ya colocados los geófonos, se tomaron 5 registros de un minuto de la vibración ambiental del terreno, (T1, T2, T3, T4 Y T5) y los datos fueron procesados como se explica en el capítulo anterior, obteniendo frecuencia relación espectral promedio "X/Z" (Fig. 76) y "Y/Z" (Fig. 77).



Fig. 76 Espectro de frecuencia de "X/Z"

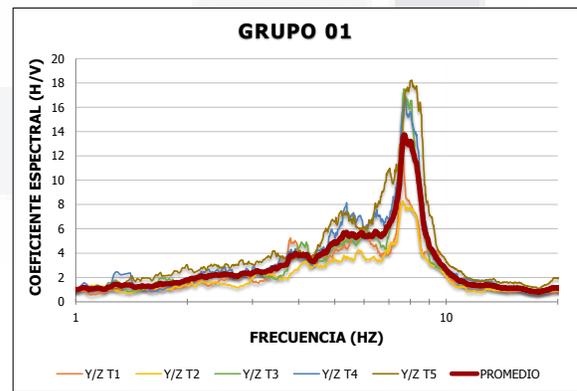


Fig. 77 Espectro de frecuencia de "Y/Z"

La relación espectral H/V de cada grupo de las 11 líneas del terreno "X/Z" y "Y/Z" se encuentran en el anexo "B".

A continuación se muestra una tabla con las coordenadas UTM de la localización de cada uno de los grupos de geófonos en el terreno, así como sus respectivas frecuencias y periodos promedio de "X/Z" (TABLA 1, TABLA 2) y "Y/Z" (TABLA 3, TABLA 4).

TABLA 1 FRECUENCIAS DEL TERRENO EN "X/Z" PARTE 1

| COORDENADAS GRUPOS | FRECUENCIAS EN X | | | |
|-----------------------|------------------|------------|------------|---------|
| | X | Y | FRECUENCIA | PERIODO |
| L1G1X | 779858.36 | 2422608.44 | 5.17 | 0.193 |
| L1G2X | 779856.10 | 2422607.33 | 5.37 | 0.186 |
| L1G3X | 779853.82 | 2422606.21 | 4.94 | 0.202 |
| L1G4X | 779851.56 | 2422605.09 | 5.23 | 0.191 |
| L1G5X | 779849.60 | 2422604.57 | 5.26 | 0.190 |
| L1G6X | 779847.51 | 2422605.23 | 6.90 | 0.145 |
| L1G7X | 779845.48 | 2422605.92 | 5.00 | 0.200 |
| L168X | 779843.45 | 2422606.60 | 7.15 | 0.140 |
| L2G1X | 779841.79 | 2422608.10 | 5.90 | 0.169 |
| L2G2X | 779840.84 | 2422610.03 | 6.18 | 0.162 |
| L2G3X | 779840.69 | 2422612.07 | 5.00 | 0.200 |
| L2G4X | 779842.20 | 2422612.81 | 6.88 | 0.145 |
| L2G5X | 779842.95 | 2422614.29 | 5.94 | 0.168 |
| L2G6X | 779842.21 | 2422615.79 | 6.84 | 0.146 |
| L2G7X | 779841.52 | 2422618.52 | 5.77 | 0.173 |
| L268X | 779840.67 | 2422620.24 | 6.82 | 0.147 |
| L3G1X | 779840.32 | 2422619.01 | 6.45 | 0.155 |
| L3G2X | 779839.47 | 2422620.73 | 5.91 | 0.169 |
| L3G3X | 779838.83 | 2422622.01 | 5.93 | 0.169 |
| L3G4X | 779839.16 | 2422623.43 | 4.87 | 0.205 |
| L3G5X | 779838.45 | 2422624.75 | 5.89 | 0.170 |
| L3G6X | 779836.79 | 2422624.68 | 5.96 | 0.168 |
| L3G7X | 779835.20 | 2422623.52 | 5.93 | 0.169 |
| L368X | 779833.08 | 2422623.75 | 5.97 | 0.168 |
| L4G1X | 779832.92 | 2422625.75 | 4.41 | 0.227 |
| L4G2X | 779832.18 | 2422627.25 | 14.07 | 0.071 |
| L4G3X | 779831.44 | 2422628.76 | 1.33 | 0.752 |
| L4G4X | 779830.69 | 2422630.27 | 1.13 | 0.885 |
| L4G5X | 779829.76 | 2422631.16 | 18.58 | 0.054 |
| L4G6X | 779827.60 | 2422632.00 | 19.93 | 0.050 |
| L4G7X | 779826.79 | 2422633.66 | 19.93 | 0.050 |
| L468X | 779825.97 | 2422635.31 | 15.78 | 0.063 |
| L5G1X | 779825.75 | 2422637.30 | 12.20 | 0.082 |
| L5G2X | 779827.26 | 2422638.04 | 12.05 | 0.083 |
| L5G3X | 779826.44 | 2422639.70 | 11.95 | 0.084 |
| L5G4X | 779825.62 | 2422641.35 | 16.19 | 0.062 |
| L5G5X | 779824.76 | 2422642.99 | 16.11 | 0.062 |
| L5G6X | 779823.94 | 2422644.64 | 14.26 | 0.070 |
| L5G7X | 779823.12 | 2422646.30 | 14.00 | 0.071 |
| L568X | 779824.09 | 2422647.98 | 13.21 | 0.076 |
| L6G1X | 779825.69 | 2422648.77 | 13.14 | 0.076 |
| L6G2X | 779827.24 | 2422649.54 | 13.00 | 0.077 |
| L6G3X | 779826.88 | 2422651.31 | 13.09 | 0.076 |
| L6G4X | 779826.03 | 2422653.05 | 22.43 | 0.045 |
| L6G5X | 779826.97 | 2422655.02 | 26.26 | 0.038 |
| L6G6X | 779829.12 | 2422656.08 | 21.51 | 0.046 |
| L6G7X | 779831.27 | 2422657.14 | 20.46 | 0.049 |
| L668X | 779833.42 | 2422658.20 | 14.83 | 0.067 |

TABLA 2 FRECUENCIAS DEL TERRENO EN "X/Z" PARTE 2

| COORDENADAS GRUPOS | FRECUENCIAS EN X | | | |
|-----------------------|------------------|------------|--------------|--------------|
| | X | Y | FRECUENCIA | PERIODO |
| L7G1X | 779835.83 | 2422657.89 | 20.17 | 0.050 |
| L7G2X | 779836.50 | 2422656.53 | 19.87 | 0.050 |
| L7G3X | 779837.17 | 2422655.17 | 13.53 | 0.074 |
| L7G4X | 779838.71 | 2422655.19 | 13.44 | 0.074 |
| L7G5X | 779840.01 | 2422655.84 | 13.36 | 0.075 |
| L7G6X | 779841.37 | 2422656.51 | 13.35 | 0.075 |
| L7G7X | 779842.80 | 2422656.06 | 13.06 | 0.077 |
| L768X | 779843.69 | 2422654.26 | 13.47 | 0.074 |
| L8G1X | 779844.71 | 2422652.32 | 14.00 | 0.071 |
| L8G2X | 779845.67 | 2422650.36 | 15.41 | 0.065 |
| L8G3X | 779846.64 | 2422648.41 | 16.52 | 0.061 |
| L8G4X | 779847.87 | 2422645.91 | 16.86 | 0.059 |
| L8G5X | 779848.83 | 2422644.32 | 15.32 | 0.065 |
| L8G6X | 779849.65 | 2422642.67 | 12.42 | 0.081 |
| L8G7X | 779850.40 | 2422641.15 | 15.82 | 0.063 |
| L868X | 779851.67 | 2422639.47 | 15.99 | 0.063 |
| L9G1X | 779852.49 | 2422637.81 | 15.47 | 0.065 |
| L9G2X | 779853.31 | 2422636.16 | 15.27 | 0.065 |
| L9G3X | 779854.58 | 2422634.71 | 15.33 | 0.065 |
| L9G4X | 779853.67 | 2422632.57 | 18.63 | 0.054 |
| L9G5X | 779852.06 | 2422632.31 | 19.51 | 0.051 |
| L9G6X | 779850.79 | 2422631.69 | 19.68 | 0.051 |
| L9G7X | 779850.59 | 2422630.58 | 1.55 | 0.645 |
| L968X | 779851.18 | 2422629.37 | 16.13 | 0.062 |
| L10G1X | 779852.65 | 2422628.31 | 15.65 | 0.064 |
| L10G2X | 779852.82 | 2422626.45 | 16.72 | 0.060 |
| L10G3X | 779853.63 | 2422624.83 | 15.91 | 0.063 |
| L10G4X | 779855.08 | 2422623.76 | 15.59 | 0.064 |
| L10G5X | 779855.36 | 2422621.95 | 12.92 | 0.077 |
| L10G6X | 779856.16 | 2422620.32 | 12.77 | 0.078 |
| L10G7X | 779857.47 | 2422620.14 | 12.75 | 0.078 |
| L1068X | 779858.99 | 2422620.89 | 14.74 | 0.068 |
| L11G1X | 779860.72 | 2422619.67 | 14.60 | 0.068 |
| L11G2X | 779861.53 | 2422618.05 | 17.26 | 0.058 |
| L11G3X | 779861.87 | 2422615.41 | 16.89 | 0.059 |
| L11G4X | 779861.19 | 2422613.38 | 33.19 | 0.030 |
| L11G5X | 779860.45 | 2422611.33 | 23.88 | 0.042 |
| L11G6X | 779859.76 | 2422609.30 | 25.68 | 0.039 |
| L11G7X | 779857.87 | 2422607.22 | 14.17 | 0.071 |
| L1168X | 779855.61 | 2422606.10 | 1.05 | 0.950 |
| PROMEDIO | | | 12.72 | 0.129 |

TABLA 3 FRECUENCIAS DEL TERRENO EN "Y/Z" PARTE 1

| COORDENADAS GRUPOS | FRECUENCIAS EN Y | | | |
|-----------------------|------------------|------------|------------|---------|
| | X | Y | FRECUENCIA | PERIODO |
| L1G1Y | 779858.36 | 2422608.44 | 7.75 | 0.129 |
| L1G2Y | 779856.10 | 2422607.33 | 5.55 | 0.180 |
| L1G3Y | 779853.82 | 2422606.21 | 4.97 | 0.201 |
| L1G4Y | 779851.56 | 2422605.09 | 5.63 | 0.178 |
| L1G5Y | 779849.60 | 2422604.57 | 5.06 | 0.198 |
| L1G6Y | 779847.51 | 2422605.23 | 5.34 | 0.187 |
| L1G7Y | 779845.48 | 2422605.92 | 5.19 | 0.193 |
| L168Y | 779843.45 | 2422606.60 | 6.47 | 0.155 |
| L2G1Y | 779841.79 | 2422608.10 | 5.81 | 0.172 |
| L2G2Y | 779840.84 | 2422610.03 | 5.72 | 0.175 |
| L2G3Y | 779840.69 | 2422612.07 | 5.89 | 0.170 |
| L2G4Y | 779842.20 | 2422612.81 | 5.17 | 0.193 |
| L2G5Y | 779842.95 | 2422614.29 | 4.66 | 0.215 |
| L2G6Y | 779842.21 | 2422615.79 | 4.65 | 0.215 |
| L2G7Y | 779841.52 | 2422618.52 | 4.62 | 0.216 |
| L268Y | 779840.67 | 2422620.24 | 4.74 | 0.211 |
| L3G1Y | 779840.32 | 2422619.01 | 4.88 | 0.205 |
| L3G2Y | 779839.47 | 2422620.73 | 4.81 | 0.208 |
| L3G3Y | 779838.83 | 2422622.01 | 5.89 | 0.170 |
| L3G4Y | 779839.16 | 2422623.43 | 7.75 | 0.129 |
| L3G5Y | 779838.45 | 2422624.75 | 5.92 | 0.169 |
| L3G6Y | 779836.79 | 2422624.68 | 6.79 | 0.147 |
| L3G7Y | 779835.20 | 2422623.52 | 5.93 | 0.169 |
| L368Y | 779833.08 | 2422623.75 | 5.00 | 0.200 |
| L4G1Y | 779832.92 | 2422625.75 | 16.78 | 0.060 |
| L4G2Y | 779832.18 | 2422627.25 | 4.39 | 0.228 |
| L4G3Y | 779831.44 | 2422628.76 | 4.45 | 0.225 |
| L4G4Y | 779830.69 | 2422630.27 | 4.53 | 0.221 |
| L4G5Y | 779829.76 | 2422631.16 | 4.39 | 0.228 |
| L4G6Y | 779827.60 | 2422632.00 | 12.10 | 0.083 |
| L4G7Y | 779826.79 | 2422633.66 | 19.06 | 0.052 |
| L468Y | 779825.97 | 2422635.31 | 3.83 | 0.261 |
| L5G1Y | 779825.75 | 2422637.30 | 4.52 | 0.221 |
| L5G2Y | 779827.26 | 2422638.04 | 4.59 | 0.218 |
| L5G3Y | 779826.44 | 2422639.70 | 4.47 | 0.224 |
| L5G4Y | 779825.62 | 2422641.35 | 4.47 | 0.224 |
| L5G5Y | 779824.76 | 2422642.99 | 6.96 | 0.144 |
| L5G6Y | 779823.94 | 2422644.64 | 8.28 | 0.121 |
| L5G7Y | 779823.12 | 2422646.30 | 4.42 | 0.226 |
| L568Y | 779824.09 | 2422647.98 | 24.24 | 0.041 |
| L6G1Y | 779825.69 | 2422648.77 | 15.50 | 0.065 |
| L6G2Y | 779827.24 | 2422649.54 | 28.46 | 0.035 |
| L6G3Y | 779826.88 | 2422651.31 | 10.05 | 0.100 |
| L6G4Y | 779826.03 | 2422653.05 | 10.05 | 0.100 |
| L6G5Y | 779826.97 | 2422655.02 | 9.76 | 0.102 |
| L6G6Y | 779829.12 | 2422656.08 | 9.76 | 0.102 |
| L6G7Y | 779831.27 | 2422657.14 | 9.70 | 0.103 |
| L668Y | 779833.42 | 2422658.20 | 13.58 | 0.074 |

TABLA 4 FRECUENCIAS DEL TERRENO EN "Y/Z" PARTE 2

| FRECUENCIAS EN Y | | | | |
|-------------------------------|-----------|------------|-------------------|----------------|
| COORDENADAS GRUPOS | X | Y | FRECUENCIA | PERIODO |
| L7G1Y | 779835.83 | 2422657.89 | 13.73 | 0.073 |
| L7G2Y | 779836.50 | 2422656.53 | 13.82 | 0.072 |
| L7G3Y | 779837.17 | 2422655.17 | 13.91 | 0.072 |
| L7G4Y | 779838.71 | 2422655.19 | 17.97 | 0.056 |
| L7G5Y | 779840.01 | 2422655.84 | 13.73 | 0.073 |
| L7G6Y | 779841.37 | 2422656.51 | 2.61 | 0.383 |
| L7G7Y | 779842.80 | 2422656.06 | 4.45 | 0.225 |
| L768Y | 779843.69 | 2422654.26 | 2.64 | 0.379 |
| L8G1Y | 779844.71 | 2422652.32 | 4.56 | 0.219 |
| L8G2Y | 779845.67 | 2422650.36 | 4.53 | 0.221 |
| L8G3Y | 779846.64 | 2422648.41 | 4.53 | 0.221 |
| L8G4Y | 779847.87 | 2422645.91 | 4.50 | 0.222 |
| L8G5Y | 779848.83 | 2422644.32 | 4.50 | 0.222 |
| L8G6Y | 779849.65 | 2422642.67 | 4.48 | 0.223 |
| L8G7Y | 779850.40 | 2422641.15 | 4.52 | 0.221 |
| L868Y | 779851.67 | 2422639.47 | 4.53 | 0.221 |
| L9G1Y | 779852.49 | 2422637.81 | 4.53 | 0.221 |
| L9G2Y | 779853.31 | 2422636.16 | 4.48 | 0.223 |
| L9G3Y | 779854.58 | 2422634.71 | 2.71 | 0.369 |
| L9G4Y | 779853.67 | 2422632.57 | 1.31 | 0.762 |
| L9G5Y | 779852.06 | 2422632.31 | 4.57 | 0.219 |
| L9G6Y | 779850.79 | 2422631.69 | 4.48 | 0.223 |
| L9G7Y | 779850.59 | 2422630.58 | 5.58 | 0.179 |
| L968Y | 779851.18 | 2422629.37 | 4.45 | 0.225 |
| L10G1Y | 779852.65 | 2422628.31 | 4.45 | 0.225 |
| L10G2Y | 779852.82 | 2422626.45 | 4.62 | 0.216 |
| L10G3Y | 779853.63 | 2422624.83 | 4.48 | 0.223 |
| L10G4Y | 779855.08 | 2422623.76 | 4.47 | 0.224 |
| L10G5Y | 779855.36 | 2422621.95 | 4.52 | 0.221 |
| L10G6Y | 779856.16 | 2422620.32 | 4.45 | 0.225 |
| L10G7Y | 779857.47 | 2422620.14 | 17.85 | 0.056 |
| L1068Y | 779858.99 | 2422620.89 | 17.77 | 0.056 |
| L11G1Y | 779860.72 | 2422619.67 | 17.48 | 0.057 |
| L11G2Y | 779861.53 | 2422618.05 | 17.76 | 0.056 |
| L11G3Y | 779861.87 | 2422615.41 | 17.32 | 0.058 |
| L11G4Y | 779861.19 | 2422613.38 | 32.62 | 0.031 |
| L11G5Y | 779860.45 | 2422611.33 | 22.23 | 0.045 |
| L11G6Y | 779859.76 | 2422609.30 | 9.87 | 0.101 |
| L11G7Y | 779857.87 | 2422607.22 | 12.83 | 0.078 |
| L1168Y | 779855.61 | 2422606.10 | 5.40 | 0.185 |
| PROMEDIO | | | 8.20 | 0.175 |

4.3. CARACTERIZACIÓN DEL EDIFICIO

En el caso de la caracterización del edificio únicamente se realizaron 3 registros de vibración ambiental durante un minuto para cada grupo. Los geófonos se integraron, al igual que en la caracterización del terreno, en grupos de 3, uno midiendo el movimiento en "X", otro en "Y" y otro en "Z".

4.3.1. Bóvedas

Para el caso de las bóvedas de templo de San Antonio y del camarín de Santa Rita se midió en los puntos que se muestran en la Fig. 78

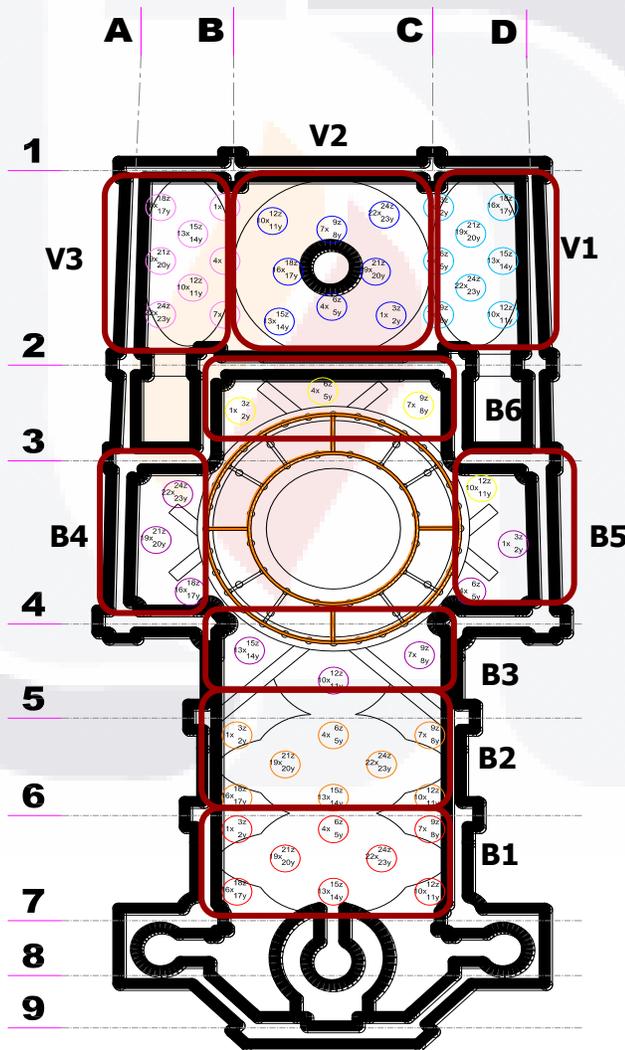


Fig. 78 Localización de geófonos para caracterización bóvedas

**LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL**

En la siguiente imagen (Fig. 79) se muestra la localización de los grupos de geófonos de la bóveda 1 (B1) de San Antonio

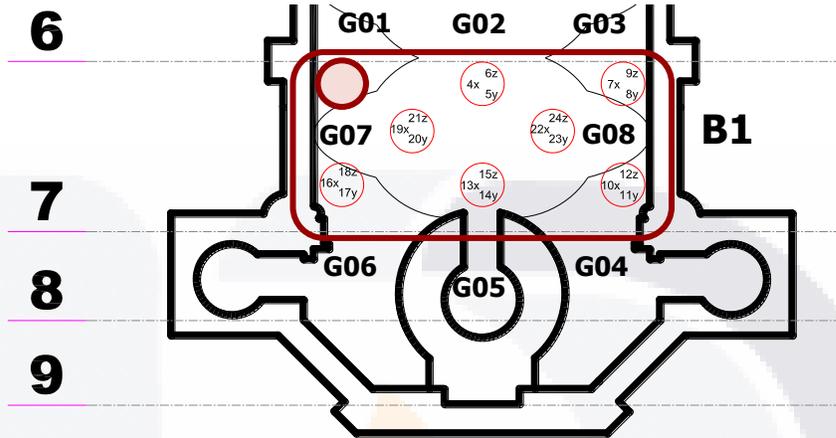


Fig. 79 Localización de los 8 grupos de geófonos de la bóveda 1

En el caso de las bóvedas se analizaron particularmente los espectros de frecuencias en el sentido vertical "Z" (Fig. 80), ya que es en este sentido donde se presenta mayores amplitudes.

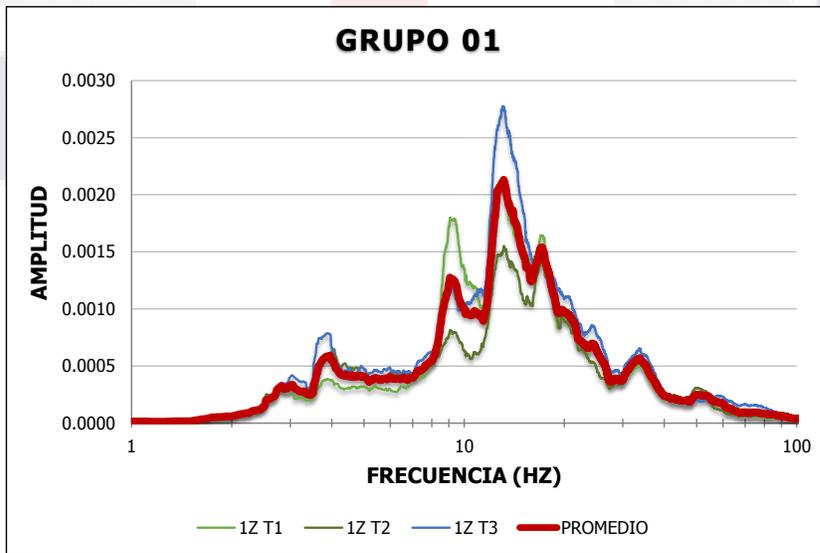


Fig. 80 Espectro de frecuencia en "Z" de bóveda 1 de San Antonio (B1)

Los espectros de frecuencia de cada grupo de las bóvedas de San Antonio y Santa Rita se encuentran en el anexo "C".

Las siguientes tablas muestran las coordenadas UTM de la localización de cada uno de los grupos de geófonos en las bóvedas de San Antonio (TABLA 5) y de Santa Rita (TABLA 6), así como sus respectivas frecuencias y periodos promedio de "Z".

TABLA 5 FRECUENCIAS DE BÓVEDAS SAN ANTONIO "Z"

| FRECUENCIAS EN Z | | | | |
|---------------------------------|-----------|------------|-------------------|----------------|
| COORDENADAS GRUPOS Z | X | Y | FRECUENCIA | PERIODO |
| B1G1Z | 779844.42 | 2422617.75 | 12.55 | 0.080 |
| B1G2Z | 779848.55 | 2422619.78 | 9.64 | 0.104 |
| B1G3Z | 779852.67 | 2422621.82 | 12.41 | 0.081 |
| B1G4Z | 779854.14 | 2422618.85 | 14.80 | 0.068 |
| B1G5Z | 779850.01 | 2422616.81 | 13.85 | 0.072 |
| B1G6Z | 779845.89 | 2422614.78 | 16.98 | 0.059 |
| B1G7Z | 779847.17 | 2422617.38 | 16.80 | 0.060 |
| B1G8Z | 779851.30 | 2422619.41 | 13.61 | 0.073 |
| B2G1Z | 779842.22 | 2422622.22 | 17.52 | 0.057 |
| B2G2Z | 779846.34 | 2422624.26 | 13.60 | 0.074 |
| B2G3Z | 779850.47 | 2422626.29 | 16.97 | 0.059 |
| B2G4Z | 779851.93 | 2422623.32 | 14.42 | 0.069 |
| B2G5Z | 779847.81 | 2422621.29 | 13.78 | 0.073 |
| B2G6Z | 779843.68 | 2422619.25 | 17.18 | 0.058 |
| B2G7Z | 779844.96 | 2422621.85 | 17.33 | 0.058 |
| B2G8Z | 779849.09 | 2422623.89 | 13.65 | 0.073 |
| B3G1Z | 779848.14 | 2422629.89 | 13.21 | 0.076 |
| B3G2Z | 779845.06 | 2422626.86 | 15.49 | 0.065 |
| B3G3Z | 779840.77 | 2422626.52 | 13.59 | 0.074 |
| B4G1Z | 779836.85 | 2422628.07 | 16.55 | 0.060 |
| B4G2Z | 779834.17 | 2422629.81 | 16.13 | 0.062 |
| B4G3Z | 779834.02 | 2422632.44 | 15.49 | 0.065 |
| B5G1Z | 779834.74 | 2422637.74 | 16.04 | 0.062 |
| B5G2Z | 779837.80 | 2422640.41 | 13.46 | 0.074 |
| B5G3Z | 779842.24 | 2422641.76 | 15.56 | 0.064 |
| B6G1Z | 779846.87 | 2422639.14 | 14.02 | 0.071 |
| B6G2Z | 779849.55 | 2422637.15 | 13.67 | 0.073 |
| B6G3Z | 779848.84 | 2422634.01 | 17.30 | 0.058 |
| PROMEDIO | | | 14.84 | 0.069 |

TABLA 6 FRECUENCIAS DE BÓVEDAS SANTA RITA "Z"

| FRECUENCIAS EN Z | | | | |
|---------------------------------|-----------|------------|-------------------|----------------|
| COORDENADAS GRUPOS Z | X | Y | FRECUENCIA | PERIODO |
| V1G1Z | 779838.44 | 2422651.61 | 14.28 | 0.070 |
| V1G2Z | 779839.71 | 2422649.05 | 13.99 | 0.071 |
| V1G3Z | 779840.97 | 2422646.49 | 13.99 | 0.071 |
| V1G4Z | 779843.72 | 2422647.85 | 17.03 | 0.059 |
| V1G5Z | 779842.45 | 2422650.41 | 16.97 | 0.059 |
| V1G6Z | 779841.19 | 2422652.97 | 13.52 | 0.074 |
| V1G7Z | 779840.44 | 2422651.02 | 13.73 | 0.073 |
| V1G8Z | 779841.71 | 2422648.46 | 31.05 | 0.032 |
| V2G1Z | 779838.95 | 2422645.46 | 16.31 | 0.061 |
| V2G2Z | 779836.21 | 2422644.61 | 20.95 | 0.048 |
| V2G3Z | 779834.39 | 2422648.29 | 20.81 | 0.048 |
| V2G4Z | 779831.66 | 2422647.45 | 14.36 | 0.070 |
| V2G5Z | 779834.31 | 2422642.81 | 13.58 | 0.074 |
| V2G6Z | 779833.52 | 2422645.37 | 20.74 | 0.048 |
| V2G7Z | 779837.25 | 2422647.21 | 20.55 | 0.049 |
| V2G8Z | 779836.30 | 2422650.10 | 17.09 | 0.059 |
| V3G1Z | 779829.30 | 2422647.10 | 14.14 | 0.071 |
| V3G2Z | 779830.56 | 2422644.54 | 16.28 | 0.061 |
| V3G3Z | 779831.83 | 2422641.98 | 18.94 | 0.053 |
| V3G4Z | 779829.81 | 2422642.59 | 14.62 | 0.068 |
| V3G5Z | 779828.55 | 2422645.15 | 18.01 | 0.056 |
| V3G6Z | 779826.55 | 2422645.74 | 14.04 | 0.071 |
| V3G7Z | 779827.81 | 2422643.18 | 13.99 | 0.071 |
| V3G8Z | 779829.08 | 2422640.62 | 19.30 | 0.052 |
| PROMEDIO | | | 17.01 | 0.061 |

4.3.2. Cúpula

Se realizaron 3 registros de vibración ambiental en el pasillo o deambulatorio de la cúpula colocando grupos de 3 geófonos, uno midiendo desplazamientos en "X", otro en "Y" y otro en "Z". Cada uno de los grupos se colocó como se muestra en la Fig. 81

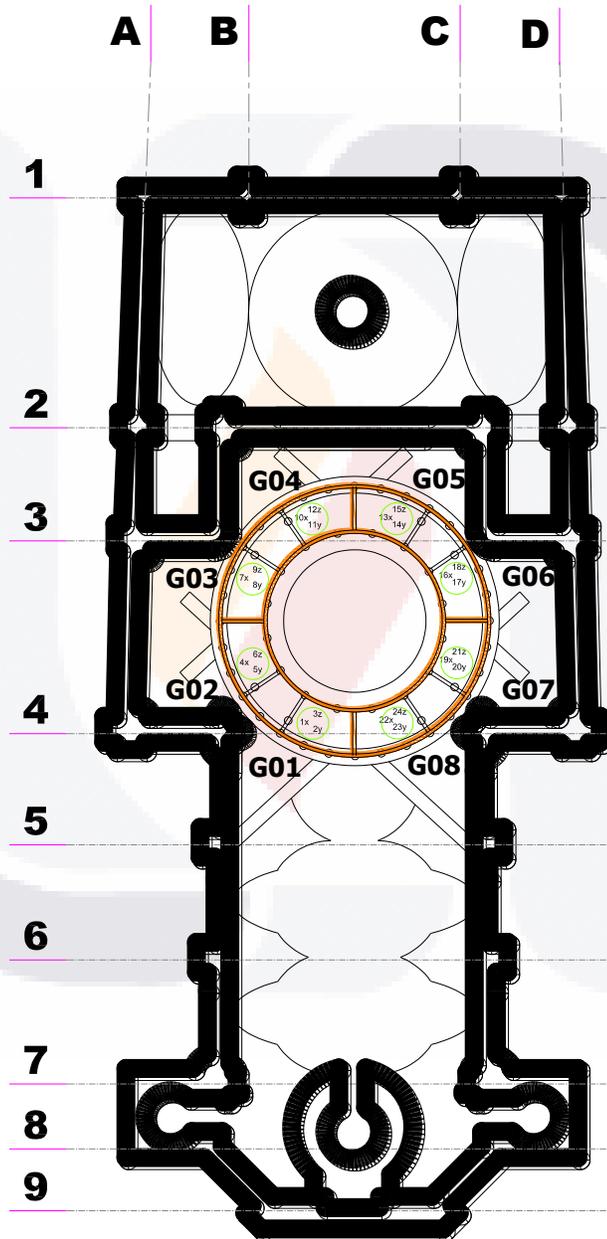


Fig. 81 Localización de geófonos en cúpula

En el caso de la cúpula, al igual que en las bóvedas, se analizaron particularmente los espectros de frecuencia del movimiento en el sentido vertical "Z" (Fig. 82), ya que es en este sentido donde se presenta mayores amplitudes.

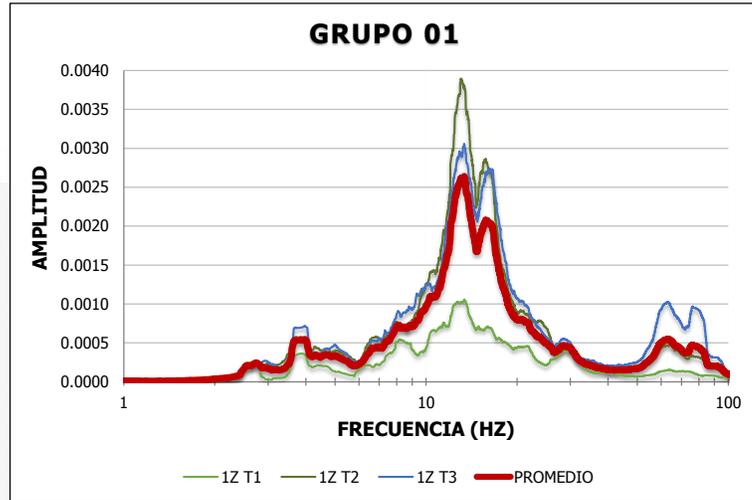


Fig. 82 Espectro de frecuencia en "Z" de pasillo de cúpula (PC1) de San Antonio (B1)

Los espectros de frecuencia de cada grupo de la cúpula de San Antonio se encuentran en el anexo "D".

En la TABLA 7 se muestran las coordenadas UTM, así como sus respectivas frecuencias y periodos promedio en sentido vertical "Z".

TABLA 7 FRECUENCIAS DE LA CÚPULA DE SAN ANTONIO "Z"

| FRECUENCIAS EN Z | | | | |
|-------------------------|-----------|------------|--------------|--------------|
| COORDENADAS GRUPOS Z | X | Y | FRECUENCIA | PERIODO |
| PC1G1Z | 779841.83 | 2422629.14 | 13.50 | 0.074 |
| PC1G2Z | 779838.23 | 2422630.34 | 15.99 | 0.063 |
| PC1G3Z | 779836.53 | 2422633.74 | 15.27 | 0.065 |
| PC1G4Z | 779837.74 | 2422637.35 | 16.48 | 0.061 |
| PC1G5Z | 779841.14 | 2422639.04 | 15.79 | 0.063 |
| PC1G6Z | 779844.75 | 2422637.84 | 14.89 | 0.067 |
| PC1G7Z | 779846.44 | 2422634.43 | 12.91 | 0.077 |
| PC1G8Z | 779845.24 | 2422630.83 | 13.21 | 0.076 |
| PROMEDIO | | | 14.76 | 0.068 |

4.3.3. Muros

Se realizaron 3 registros de la vibración ambiental sobre los muros colocando grupos de 3 geófonos, uno midiendo desplazamientos en "X", otro en "Y" y otro en "Z", cada uno de los grupos se colocaron aproximadamente a cada 2m de distancia como se muestra en la Fig. 83

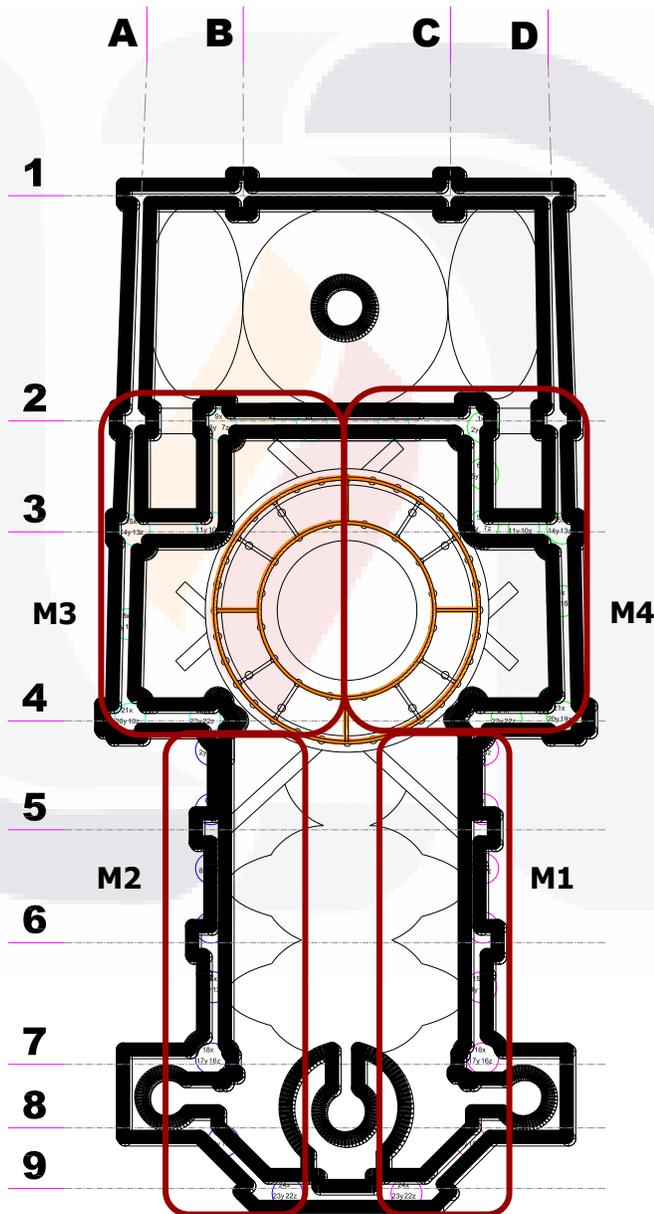


Fig. 83 Localización de geófonos en muros

En la siguiente imagen (Fig. 84) se muestra la localización de los grupos de geófonos en el muro 1 (M1) de San Antonio

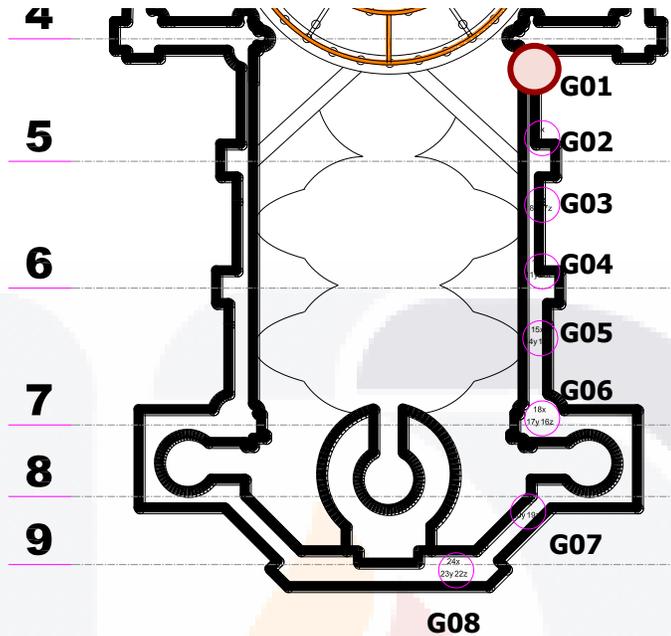


Fig. 84 Localización de los 8 grupos de geófonos de la bóveda 1

En el caso de los muros se analizaron particularmente los espectros de amplitudes de Fourier en los sentidos horizontales "X" y "Y", ya q son los más representativos. Los espectros de frecuencia promedio del grupo 1 (G01) del muro 1 (M1) se muestran a continuación (Fig. 85, Fig. 86).



Fig. 85 Espectro de frecuencia de "X"



Fig. 86 Espectro de frecuencia de "Y"

Los espectros de frecuencia de cada grupo de los muros de San Antonio se encuentran en el anexo "E".

En las tablas (TABLA 8, TABLA 9) se muestran las coordenadas UTM de la localización de cada uno de los grupos de geófonos en los muros de San Antonio, frecuencias y periodos promedio de "X" y "Y".

TABLA 8 FRECUENCIAS DE MUROS SAN ANTONIO "X"

| COORDENADAS GRUPOS | FRECUENCIAS EN X | | | PERIODO |
|-----------------------|------------------|------------|--------------|--------------|
| | X | Y | FRECUENCIA | |
| M1G1 | 779849.91 | 2422631.11 | 12.82 | 0.078 |
| M1G2 | 779851.11 | 2422628.68 | 8.86 | 0.113 |
| M1G3 | 779852.31 | 2422626.25 | 9.12 | 0.110 |
| M1G4 | 779853.51 | 2422623.81 | 8.97 | 0.111 |
| M1G5 | 779854.65 | 2422621.33 | 6.65 | 0.150 |
| M1G6 | 779856.16 | 2422618.44 | 6.67 | 0.150 |
| M1G7 | 779857.34 | 2422614.78 | 6.70 | 0.149 |
| M168 | 779855.76 | 2422611.33 | 4.84 | 0.207 |
| M2G1 | 779838.73 | 2422625.60 | 15.27 | 0.065 |
| M2G2 | 779839.93 | 2422623.16 | 14.65 | 0.068 |
| M2G3 | 779841.13 | 2422620.73 | 17.64 | 0.057 |
| M2G4 | 779842.33 | 2422618.29 | 17.47 | 0.057 |
| M2G5 | 779843.61 | 2422615.88 | 13.29 | 0.075 |
| M2G6 | 779844.98 | 2422612.92 | 13.24 | 0.076 |
| M2G7 | 779847.18 | 2422609.77 | 13.29 | 0.075 |
| M268 | 779850.87 | 2422608.92 | 9.75 | 0.103 |
| M3G1 | 779839.63 | 2422642.66 | 13.23 | 0.076 |
| M3G2 | 779836.29 | 2422640.95 | 6.82 | 0.147 |
| M3G3 | 779832.55 | 2422639.15 | 14.27 | 0.070 |
| M3G4 | 779834.24 | 2422634.75 | 7.25 | 0.138 |
| M3G5 | 779831.13 | 2422633.08 | 6.79 | 0.147 |
| M3G6 | 779832.74 | 2422629.07 | 8.45 | 0.118 |
| M3G7 | 779834.76 | 2422625.23 | 17.27 | 0.058 |
| M368 | 779837.85 | 2422626.75 | 13.20 | 0.076 |
| M4G1 | 779843.36 | 2422644.37 | 7.02 | 0.142 |
| M4G2 | 779844.31 | 2422642.46 | 9.27 | 0.108 |
| M4G3 | 779845.36 | 2422640.33 | 7.09 | 0.141 |
| M4G4 | 779847.10 | 2422641.04 | 7.05 | 0.142 |
| M4G5 | 779848.67 | 2422641.82 | 8.59 | 0.116 |
| M4G6 | 779850.14 | 2422638.84 | 8.59 | 0.116 |
| M4G7 | 779852.49 | 2422634.09 | 9.14 | 0.109 |
| M468 | 779850.24 | 2422632.87 | 6.74 | 0.148 |
| PROMEDIO | | | 10.31 | 0.109 |

TABLA 9 FRECUENCIAS DE MUROS SAN ANTONIO "Y"

| COORDENADAS GRUPOS | FRECUENCIAS EN Y | | | PERIODO |
|-----------------------|------------------|-----------------|--------------|--------------|
| | X | Y | FRECUENCIA | |
| M1G1 | 779849.91 | 2422631.11 | 13.72 | 0.073 |
| M1G2 | 779851.11 | 2422628.68 | 13.72 | 0.073 |
| M1G3 | 779852.31 | 2422626.25 | 10.19 | 0.098 |
| M1G4 | 779853.51 | 2422623.81 | 9.55 | 0.105 |
| M1G5 | 779854.65 | 2422621.33 | 9.46 | 0.106 |
| M1G6 | 779856.16 | 2422618.44 | 16.07 | 0.062 |
| M1G7 | 779857.34 | 2422614.78 | 8.12 | 0.123 |
| M168 | 779855.76 | 2422611.33 | 6.50 | 0.154 |
| M2G1 | 779838.73 | 2422625.60 | 13.72 | 0.073 |
| M2G2 | 779839.93 | 2422623.16 | 13.58 | 0.074 |
| M2G3 | 779841.13 | 2422620.73 | 13.53 | 0.074 |
| M2G4 | 779842.33 | 2422618.29 | 15.85 | 0.063 |
| M2G5 | 779843.61 | 2422615.88 | 16.00 | 0.063 |
| M2G6 | 779844.98 | 2422612.92 | 16.04 | 0.062 |
| M2G7 | 779847.18 | 2422609.77 | 13.46 | 0.074 |
| M268 | 779850.87 | 2422608.92 | 14.48 | 0.069 |
| M3G1 | 779839.63 | 2422642.66 | 13.53 | 0.074 |
| M3G2 | 779836.29 | 2422640.95 | 13.46 | 0.074 |
| M3G3 | 779832.55 | 2422639.15 | 13.47 | 0.074 |
| M3G4 | 779834.24 | 2422634.75 | 14.66 | 0.068 |
| M3G5 | 779831.13 | 2422633.08 | 17.07 | 0.059 |
| M3G6 | 779832.74 | 2422629.07 | 12.21 | 0.082 |
| M3G7 | 779834.76 | 2422625.23 | 13.65 | 0.073 |
| M368 | 779837.85 | 2422626.75 | 13.56 | 0.074 |
| M4G1 | 779843.36 | 2422644.37 | 6.56 | 0.152 |
| M4G2 | 779844.31 | 2422642.46 | 6.56 | 0.152 |
| M4G3 | 779845.36 | 2422640.33 | 7.49 | 0.134 |
| M4G4 | 779847.10 | 2422641.04 | 7.52 | 0.133 |
| M4G5 | 779848.67 | 2422641.82 | 8.71 | 0.115 |
| M4G6 | 779850.14 | 2422638.84 | 7.25 | 0.138 |
| M4G7 | 779852.49 | 2422634.09 | 7.38 | 0.136 |
| M468 | 779850.24 | 2422632.87 | 14.42 | 0.069 |
| | | PROMEDIO | 11.92 | 0.092 |



CAPITULO 5. MODELACION NUMÉRICA

5.1. INTRODUCCIÓN

Para el análisis estructural se analizaron de forma independiente 2 elementos, la bóveda de la nave principal de templo y la cúpula, mismas que, durante el levantamiento de daños, se observaron con patologías que se consideraron con mayor riesgo para la estabilidad estructural. El análisis realizado tuvo el objetivo de evaluar su situación actual y el grado de severidad de dichas patologías.

La cubierta de la nave principal del templo presenta una grieta a lo largo de todo su eje longitudinal en todos los arcos y en algunas partes de la bóveda (*Fig. 87, Anexo "A" ficha 01*) Dicha grieta se detectó a partir de la restauración de las calles aledañas en el 2008, razón por la cual, surge la teoría de que las vibraciones inducidas en el edificio por la maquinaria provocaron esfuerzos superiores a los que resiste la mampostería con la que fue construido el edificio por lo que se pudo haber generado la grieta. Aunado a esto, se detectó con el levantamiento geométrico que existe un desplome de 2 cm en promedio de las columnas centrales y de hasta 10 cms en las columnas frontales (*Fig. 88*).

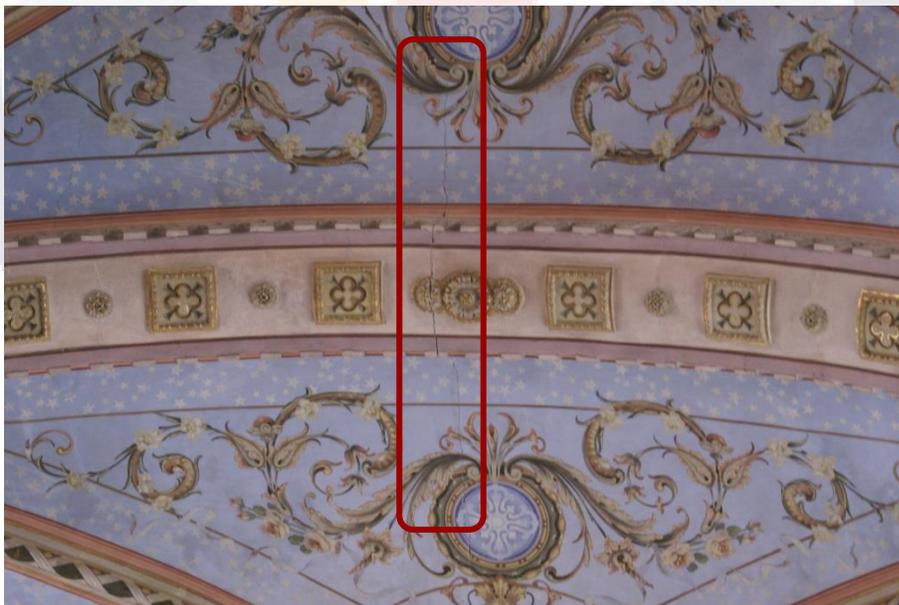


Fig. 87 Grieta de nave principal del templo en arcos y bóveda

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

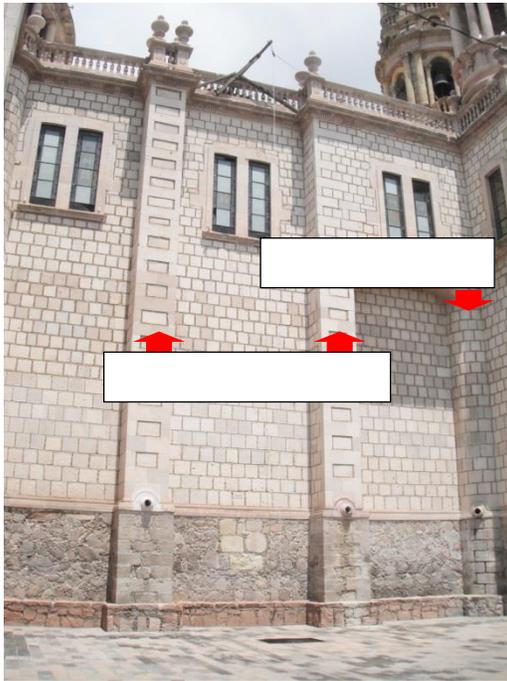


Fig. 88 Columnas con desplomes

La cúpula, por su parte presenta grietas causadas por humedad y grietas a ambos costados de la mayoría de las columnas centrales (*Fig. 89, Anexo "A" ficha 21*)

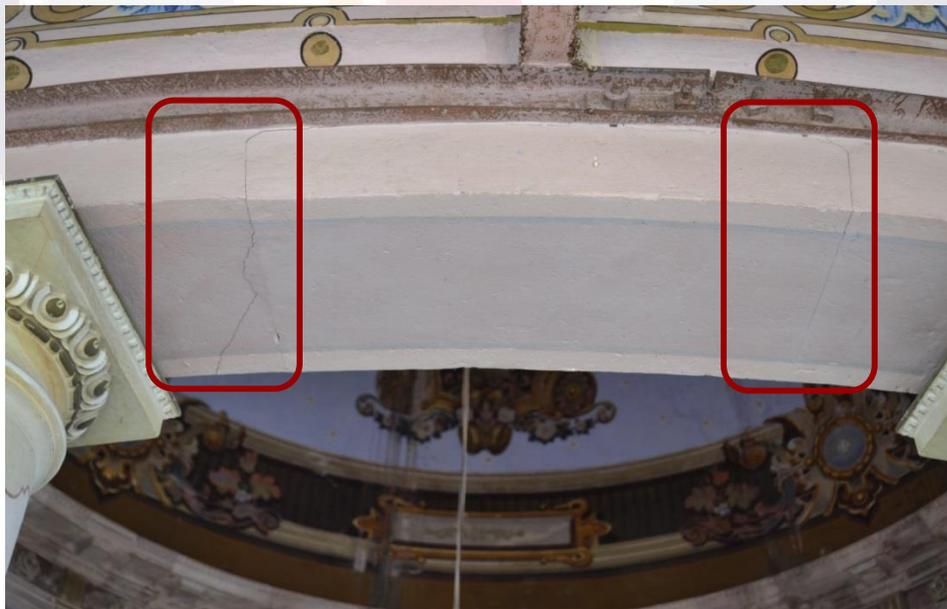


Fig. 89 Grietas en trabe de cúpula a los costados de columnas

5.2. CONSIDERACIONES DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL.

La modelización numérica se hizo por medio del método de elementos finitos que consiste en dividir un elemento estructural en "n" número de partes conectadas entre sí por medio de nodos (discretización), con la finalidad de obtener un resultado más aproximado a la realidad del comportamiento de dicho elemento (*Fig. 90*). Este método resulta complejo y difícil de realizar manualmente, sin embargo existen programas de calculo que permiten utilizarlo con resultados aceptables, tal es el caso del programa Sap2000 v.14, el cual será utilizado para este trabajo.

El análisis se realizó con elementos tipo Shell de 3 y 4 nodos, por ser el elemento más apropiado para elementos curvos en el programa, dando los espesores de cada elemento. Se consideró un análisis elástico lineal (es decir, que la deformación que sufren los elementos al aplicarles una fuerza constante es directamente proporcional a la fuerza que se le aplica y que después de dejar de aplicar la carga el cuerpo deformado recuperará su condición inicial) y se consideró un material homogéneo (que todos los elementos tienen las mismas propiedades mecánicas) e isotrópico (que sus propiedades mecánicas se consideran iguales independientemente de la dirección en la que se analice).

Las propiedades y características de cada elemento se describen en la TABLA 10

TABLA 10 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS ELEMENTOS

| ELEMENTO | MATERIAL | PESO VOL. | MODULO DE ELAST. (E) | MODULO DE POISSON (U) |
|----------|--------------|-------------------|----------------------|-----------------------|
| | | kg/m ³ | kg/cm ² | |
| Bóveda | enladrillado | 2200 | 400000 | 0.2 |
| Cúpula | cantera | 1800 | 100000 | 0.2 |
| Muros | cantera | 1800 | 150000 | 0.2 |

5.3. VALIDACIÓN DEL MODELO NUMÉRICO

Para la validación del modelo numérico se compararon las frecuencias resultantes del análisis modal de cada elemento con las frecuencias medidas experimentalmente “in situ” sobre el edificio, y se compararon los esfuerzos y deformaciones resultantes del análisis con el levantamiento de daños.

5.3.1. Bóveda

La bóveda se discretizó como se observa en la Fig. 90.

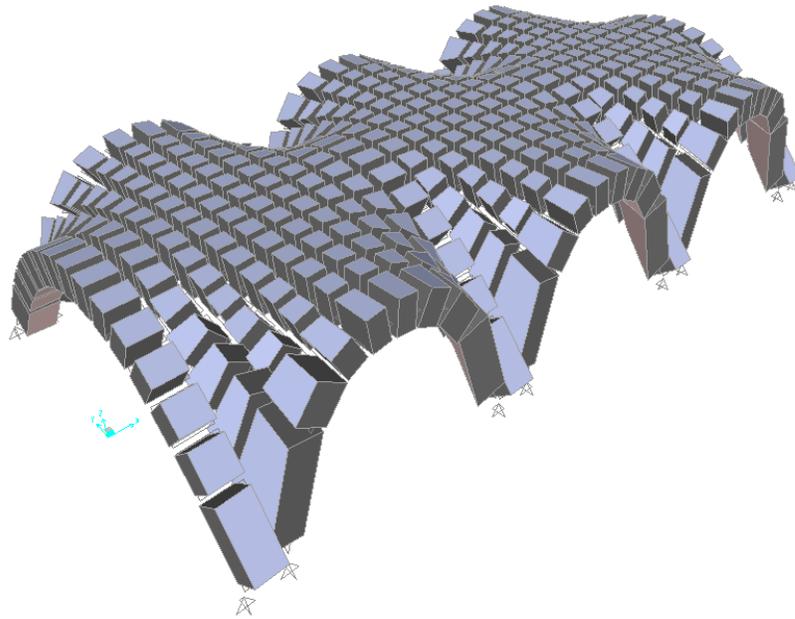


Fig. 90 Discretización de bóveda

Se analizó la bóveda de la nave principal del templo considerando los desplomes existentes en los muros para determinar las causas del agrietamiento que se presenta al centro de los arcos y en algunas zonas de la bóveda a lo largo de todo el eje longitudinal y se obtuvieron los esfuerzos normales en sentido transversal en la parte superior (Fig. 91) e inferior (Fig. 92) de la bóveda.

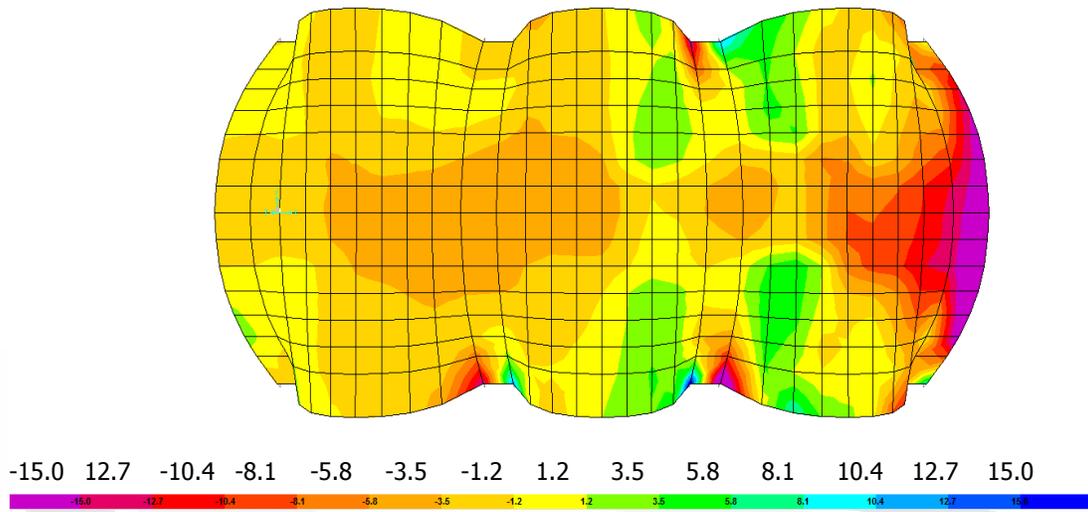


Fig. 91 ·Esfuerzos normales en el sentido transversal en la parte superior de bóveda (unidades en kg/cm^2)

El esfuerzo máximo a la compresión que resiste la mampostería es de $40 \text{ kg}/\text{cm}^2$ (Lourenço, 2013) en la bóveda el esfuerzo máximo q se presenta a compresión es de $26.36 \text{ kg}/\text{cm}^2$

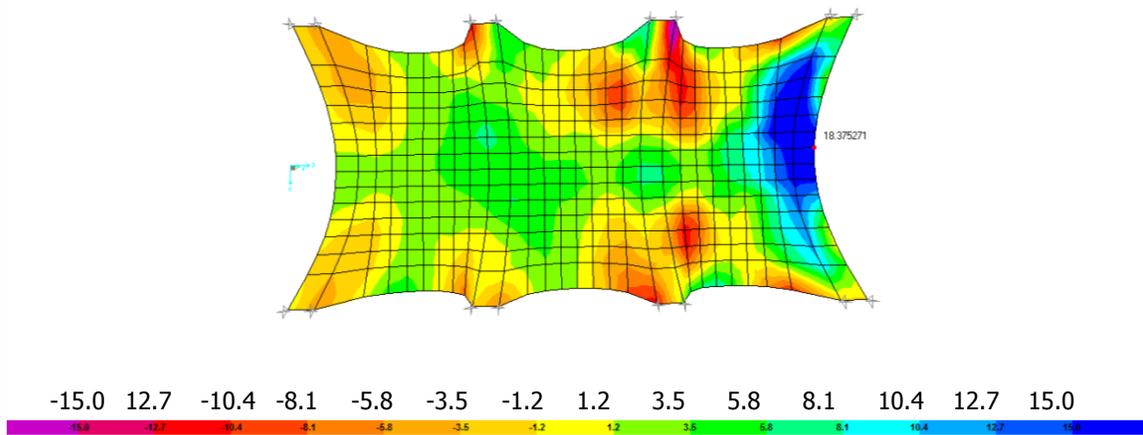


Fig. 92 ·Esfuerzos normales en el sentido transversal en la parte inferior de bóveda (unidades en kg/cm^2)

El esfuerzo máximo a la tensión que resiste la mampostería es de $4 \text{ kg}/\text{cm}^2$ (Lourenço, 2013) en la bóveda el esfuerzo máximo q se presenta a tensión es de $19.28 \text{ kg}/\text{cm}^2$, supera el esfuerzo máximo, por lo que el elemento ya ha fallado.

**LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL**

En las deformaciones se puede observar los desplazamientos en sentido transversal de cada arco dañado, y es justo en donde aparecen estos desplazamientos donde se puede observar la grieta. (Fig. 93)

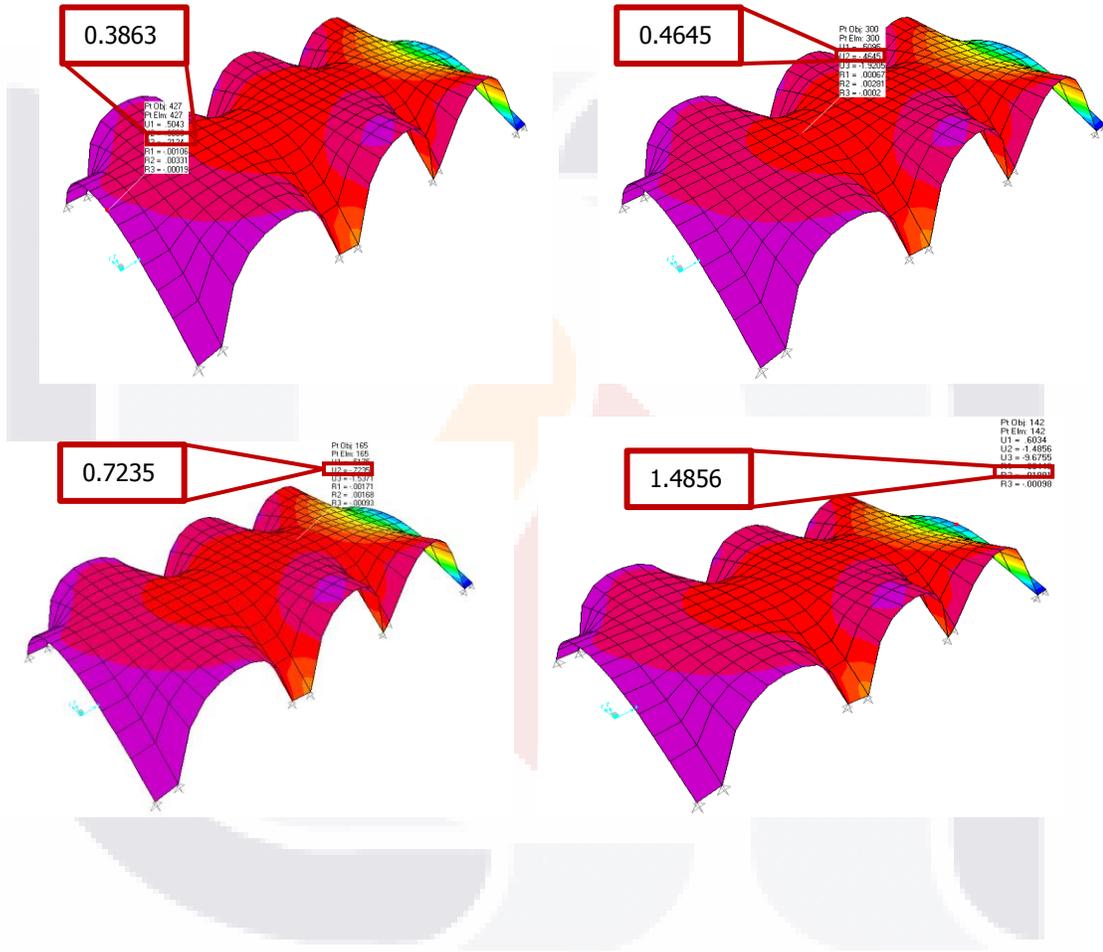


Fig. 93 Desplazamientos en sentido transversal en los arcos (en cm)

La frecuencia promedio de la bóveda obtenida en campo con los geófonos fue de 14.84 Hz y un periodo de 0.069 seg. (TABLA 5), mientras que los resultados obtenidos con el análisis modal en el programa SAP2000 v.14 es de 14.84 Hz y un periodo de 0.067 seg. (Fig. 94), por lo que se concluye que el modelo numérico representa adecuadamente el comportamiento real del sistema de bóvedas.

```
File Name: C:\Users\Admin\Desktop\6. MODELO SAN ANTONIO\bodeda 14 nov\Boveda-14-11-2013.SDB
Start Time: 21/11/2013 08:43:38 p.m. Elapsed Time: 00:00:02
Finish Time: 21/11/2013 08:43:40 p.m. Run Status: Done - Analysis Complete

Original stiffness at shift : EV= 0.0000000E+00, f= .000000, T= -INFINITY-
Number of eigenvalues below shift = 0
Found mode 1 of 12: EV= 6.7382766E+02, f= 4.131374, T= 0.242050
Found mode 2 of 12: EV= 9.3131336E+02, f= 4.856999, T= 0.205888
Found mode 3 of 12: EV= 1.0096310E+03, f= 5.057099, T= 0.197742
Found mode 4 of 12: EV= 2.1269039E+03, f= 7.339966, T= 0.136240
Found mode 5 of 12: EV= 3.3903421E+03, f= 9.267058, T= 0.107909
Found mode 6 of 12: EV= 3.5384667E+03, f= 9.467334, T= 0.105626
Found mode 7 of 12: EV= 4.1736561E+03, f= 10.282020, T= 0.097257
Found mode 8 of 12: EV= 4.4375956E+03, f= 10.602151, T= 0.094320
Found mode 9 of 12: EV= 5.7776503E+03, f= 12.097504, T= 0.082662
Found mode 10 of 12: EV= 7.9299403E+03, f= 14.172781, T= 0.070558
Found mode 11 of 12: EV= 8.6884552E+03, f= 14.835132, T= 0.067408
Found mode 12 of 12: EV= 8.6967235E+03, f= 14.842189, T= 0.067376

NUMBER OF EIGEN MODES FOUND = 12
NUMBER OF ITERATIONS PERFORMED = 14
NUMBER OF STIFFNESS SHIFTS = 0

ANALYSIS COMPLETE 2013/11/21 20:43:40
```

Fig. 94 Resultados de análisis modal de bóveda en SAP2000 v.14

5.3.2. Cúpula

Se realizó un análisis por peso propio de la cúpula, para determinar las causas de las grietas que aparecen a los costados de las columnas centrales, así como un análisis modal para determinar su frecuencia.

Las máximas deformaciones (Fig. 95), así como los esfuerzos máximos (Fig. 96) se encuentran en la parte superior de las columnas centrales. El esfuerzo máximo es de 8.87 kg/cm² y se presenta en las columnas centrales.

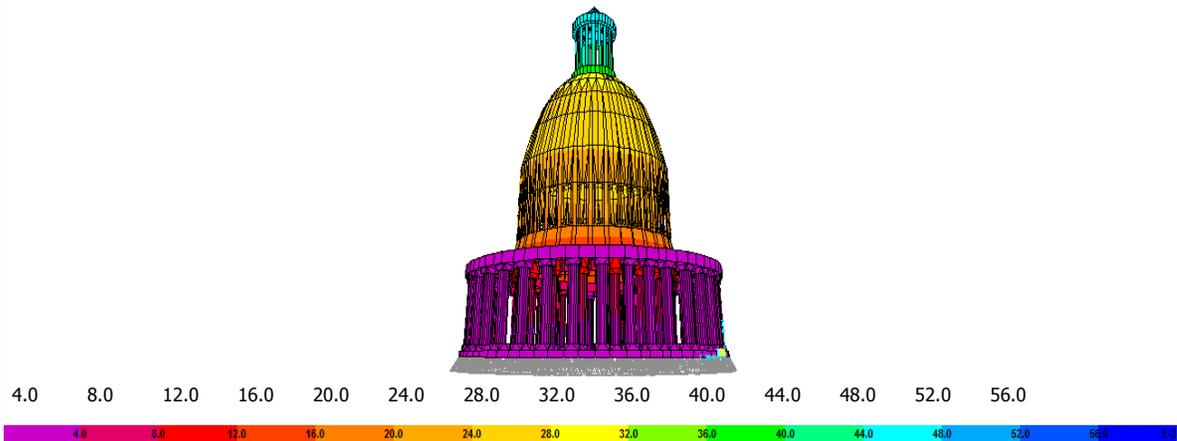


Fig. 95 Deformaciones de cúpula en centímetros

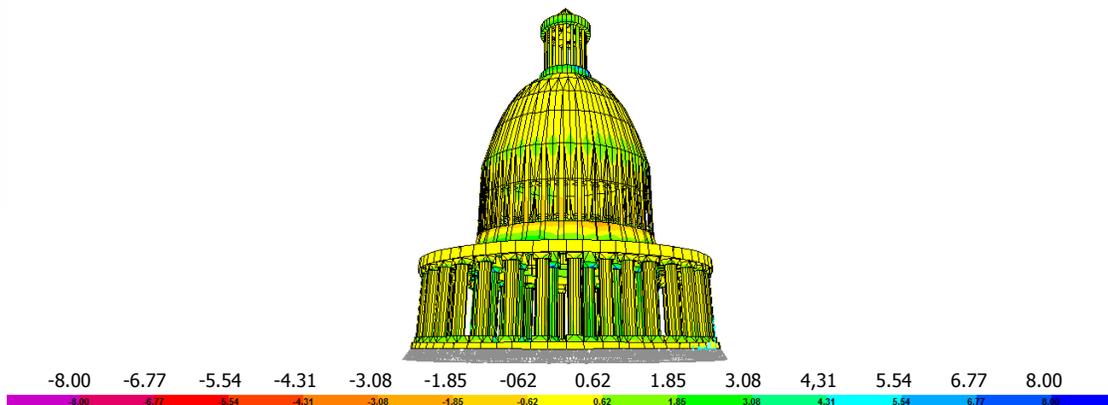


Fig. 96 Esfuerzos máximos en cúpula kg/cm²

La frecuencia obtenida en el análisis modal (Fig. 97) promedio de la cúpula obtenida en campo con los geófonos fue de 13.88 Hz y un periodo de 0.072 seg. (TABLA 7), mientras que los resultados obtenidos con el análisis modal en el programa SAP2000 v.14 es de 14,76 Hz y un periodo de 0.068 seg. (Fig. 98), con lo que se concluye que el análisis de la cúpula, así como las propiedades mecánicas de los materiales quedan validados.

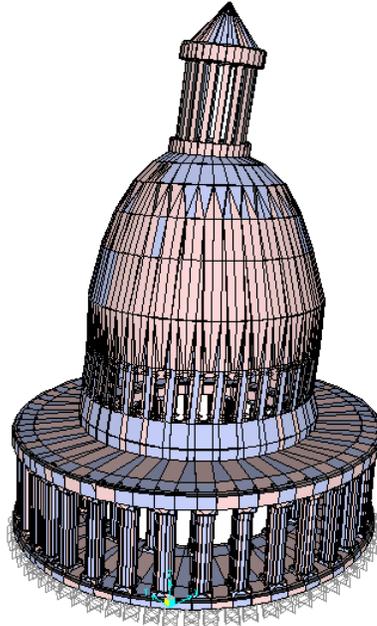


Fig. 97 Deformaciones en la cúpula, resultado de análisis modal

```

File Name: C:\Users\Admin\Desktop\6. MODELO SAN ANTONIO\cupula 15 noviembre\Cupula-15-11-2013.SDB
Start Time: 16/11/2013 03:19:55 a.m. Elapsed Time: 00:00:48
Finish Time: 16/11/2013 03:20:43 a.m. Run Status: Done - Analysis Complete

Original stiffness at shift : EV= 0.0000000E+00, f= .000000, T= -INFINITY-
Number of eigenvalues below shift = 0

Iteration  Approximations to next 5 eigenvalues, from shift EV= 0.0000000E+00
 1  2.5136760E+03  2.6464970E+03  1.0590063E+04  1.2317755E+04  2.1550254E+04
 2  2.3493937E+03  2.4527988E+03  7.5791975E+03  7.6423162E+03  1.0660943E+04
 3  2.3492235E+03  2.4526720E+03  7.5482763E+03  7.6108455E+03  1.0490098E+04
 4  2.3492233E+03  2.4526718E+03  7.5478108E+03  7.6102962E+03  1.0483086E+04
 5  2.3492233E+03  2.4526718E+03  7.5478039E+03  7.6102851E+03  1.0482807E+04

Found mode  1 of 12:  EV= 2.3492233E+03, f= 7.714047, T= 0.129634
Found mode  2 of 12:  EV= 2.4526718E+03, f= 7.882062, T= 0.126870

Iteration  Approximations to next 5 eigenvalues, from shift EV= 0.0000000E+00
 6  7.5478038E+03  7.6102849E+03  1.0482796E+04  1.6108224E+04  1.6227922E+04
 7  7.5478038E+03  7.6102849E+03  1.0482795E+04  1.6108192E+04  1.6227911E+04

Found mode  3 of 12:  EV= 7.5478038E+03, f= 13.827079, T= 0.072322
Found mode  4 of 12:  EV= 7.6102849E+03, f= 13.884191, T= 0.072024
    
```

Fig. 98 Resultados de análisis modal de cúpula en SAP2000 v.14

5.3.3. Muros

Se realizó el análisis completo del templo para ver el comportamiento de los elementos en conjunto, así como el análisis modal para conocer la frecuencia de los muros. Las máximas deformaciones (Fig. 99) y esfuerzos (Fig. 100) se presentan en los elementos más esbeltos como las torres.

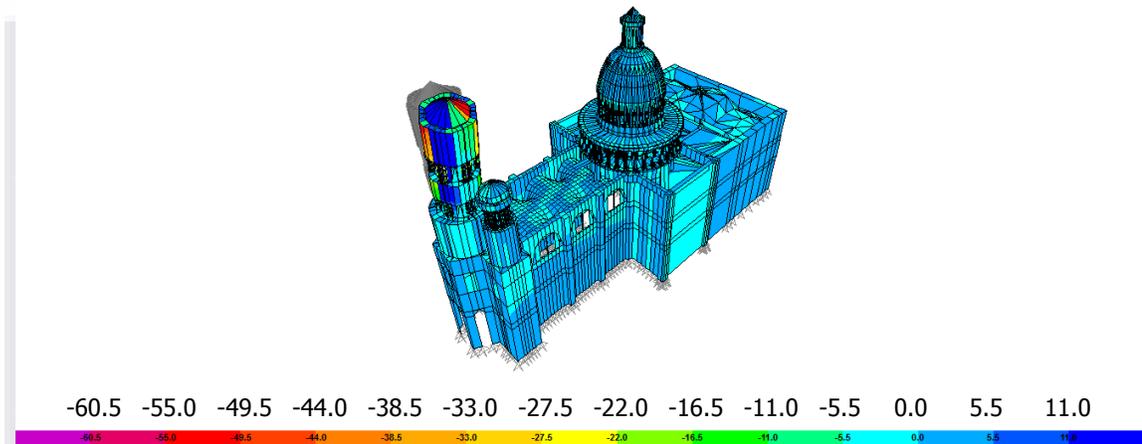


Fig. 99 Deformaciones en el modelo en centímetros.

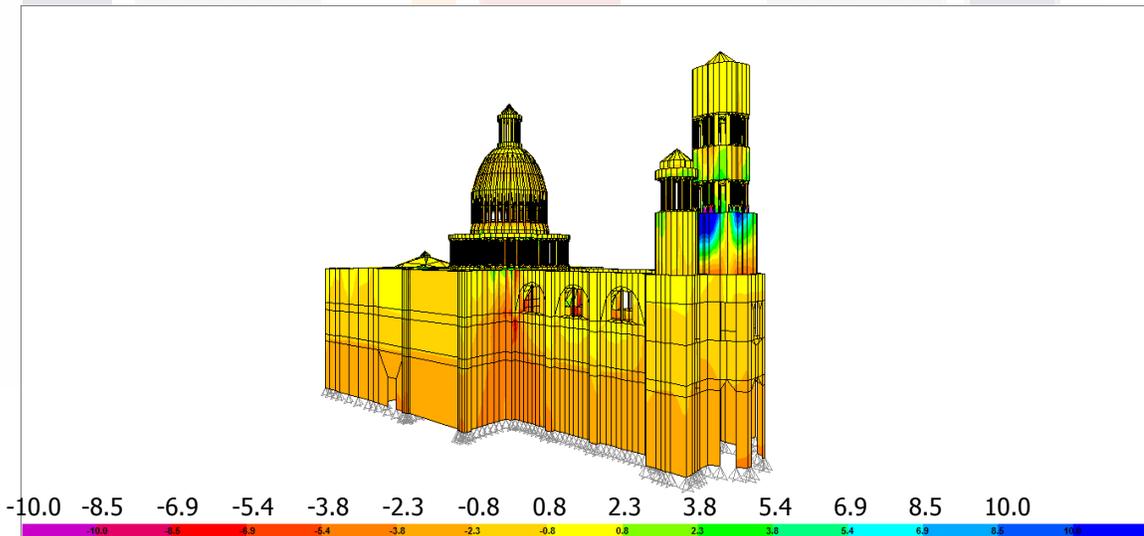


Fig. 100 Esfuerzos normales en el sentido transversal (kg/cm²)

**LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL**

La frecuencia máxima promedio obtenida en campo con los geófonos fue de 10.31 Hz y un periodo de 0.109 seg. (TABLA 8), mientras que los resultados obtenidos con el análisis modal en el programa SAP2000 v.14 es de 9.95 Hz y un periodo de 0.100 seg. (Fig. 101). Las frecuencias más altas en los muros se presentan en sentido transversal "X". Los muros tienen frecuencias más bajas en comparación con las bóvedas, esto se debe a que los muros, al ser elementos más anchos tienen mayor rigidez.

```
File Name: C:\Users\Admin\Desktop\6. MODELO SAN ANTONIO\Templo completo 15 nov\San Antonio.SDB
Start Time: 16/11/2013 04:40:59 a.m. Elapsed Time: 00:02:18
Finish Time: 16/11/2013 04:43:17 a.m. Run Status: Done - Analysis Complete

Iteration 6 Approximations to next 5 eigenvalues, from shift EV= 0.0000000E+00
3.3000765E+03 3.3450021E+03 3.7794543E+03 3.9095954E+03 3.9762363E+03
Iteration 7 3.3000758E+03 3.3450013E+03 3.7794453E+03 3.9095909E+03 3.9762201E+03
Iteration 8 3.3000758E+03 3.3450013E+03 3.7794447E+03 3.9095906E+03 3.9762190E+03
Iteration 9 3.3000758E+03 3.3450013E+03 3.7794447E+03 3.9095906E+03 3.9762190E+03

Found mode 3 of 6: EV= 3.3000758E+03, f= 9.142860, T= 0.109375
Found mode 4 of 6: EV= 3.3450013E+03, f= 9.204883, T= 0.108638

Iteration 10 Approximations to next 5 eigenvalues, from shift EV= 0.0000000E+00
3.7794447E+03 3.9095906E+03 3.9762190E+03 4.8677829E+03 5.0166880E+03

Found mode 5 of 6: EV= 3.7794447E+03, f= 9.784398, T= 0.102204
Found mode 6 of 6: EV= 3.9095906E+03, f= 9.951436, T= 0.100488

NUMBER OF EIGEN MODES FOUND = 6
NUMBER OF ITERATIONS PERFORMED = 10
NUMBER OF STIFFNESS SHIFTS = 0

ANALYSIS COMPLETE 2013/11/16 04:43:13
```

Fig. 101 Resultados de análisis modal de cúpula en SAP2000 v.14



CAPITULO 6. DISCUSION DE RESULTADOS

El templo de San Antonio ha experimentado varias intervenciones por lo que algunas de las patologías se encuentran actualmente controladas, como es el caso de algunas grietas que fueron inyectadas y de las filtraciones de agua que provocaban humedad, desgaste de materiales y grietas. Sin embargo las intervenciones han sido realizadas para restaurar la imagen (acabados, elementos ornamentales etc.). A la fecha no se tiene documentada alguna intervención orientada a la consolidación de elementos o a la recuperación de la eficiencia estructural del edificio o de alguna de sus partes.

En el reconocimiento realizado se detectaron distintos materiales y sistemas constructivos dentro de la composición del templo, mismos que trabajan de forma diferente e independiente. Cada material tiene una composición distinta y por lo tanto distintas propiedades que le confieren un comportamiento complejo al edificio. La determinación de las características mecánicas (fuera del alcance de este trabajo) de los materiales y sistemas constructivos es una tarea necesaria para la realización de un modelado numérico del edificio más preciso.

En el levantamiento geométrico se pudo detectar que existen desplazamientos en algunas columnas estructurales, mientras que en el levantamiento de daños se determinó que las patologías visibles de la estructura más críticas son: la grieta que aparece en el muro del camarín de Santa Rita que es causada por la construcción del paso a desnivel que se construyó después de concluido el edificio, la grieta longitudinal que se observa a lo largo de toda la nave principal en los arcos y algunas partes de la bóveda, principalmente en arco de acceso que es donde se encuentran los desplazamientos más importantes en las columnas y es donde se aprecia una grieta más ancha, y las grietas que aparecen a los costados de las columnas centrales de la cúpula.

Las amplitudes de las vibraciones del terreno más importantes se detectaron en la dirección "X" es decir en la dirección transversal al edificio con una frecuencia de 12.72 Hz en promedio, Los registros de los puntos que corresponden a la línea 5 presentan una tendencia hacia las altas frecuencias. Estos puntos son los que se ubican sobre el paso a desnivel de las catacumbas lo que explica el aumento de la frecuencia. De la misma manera la línea 6 a la 11 presentaron altas frecuencias. Estos puntos se ubicaron en la

zona que está más cerca de la calle Zaragoza y por lo tanto expuesta a más vibraciones ya sea peatonales o vehiculares que pudieron contaminar la respuesta del terreno. En los muros las frecuencias dominantes fueron de 10.31 Hz, al igual que en el terreno los movimientos con mayor amplitud son el sentido transversal "X" y se disparan en los muros ubicados del lado oriente que es donde se encuentra la calle, lo que sugiere que el tráfico urbano está induciendo un efecto de vibración mayor en los elementos más cercanos a la calle Zaragoza. En las bóvedas las frecuencias más altas se presentan en sentido vertical "Z" son de 14.84 Hz, en estos elementos no se observan cambios muy importantes en las frecuencias. La caracterización dinámica además de servir para la calibración del modelo numérico sirve como una medida cualitativa de la salud actual del edificio. Si el edificio se deteriora de acuerdo con la teoría (Kim et al, 2001; Bayraktar et al, 2010; Proulx et al, 2011) la frecuencia con que vibra el edificio tenderá a ser menor.

Para poder hacer un análisis más a detalle de los elementos que tienen patologías más severas se analizó de manera independiente la bóveda y la cúpula. En el análisis de la bóveda se pudo obtener que la concentración de esfuerzos más importantes a tensión se encuentran en la parte central de la bóveda y que supera los esfuerzos que resiste la mampostería a tensión lo que explica porque existe la grieta. Los resultados del análisis de la bóveda muestran que los desplazamientos más importantes y los esfuerzos máximos se concentran en la parte superior de las columnas centrales, lo que produce que el anillo de acero que se encuentra en la cúpula trabaje a flexión y por lo tanto estar provocando las grietas a los costados de las columnas. En general los resultados obtenidos con el análisis modal en SAP2000 v.14 son congruentes con las patologías observadas en campo: en zonas de concentración de esfuerzos de tensión existen grietas.



Con base en los datos levantados y en el análisis numérico se pueden dar las siguientes conclusiones:

1. La patología visible más crítica que podría poner en riesgo la estabilidad de la estructura a futuro es la grieta que se observa a lo largo de toda la nave principal en los arcos y algunas partes de la bóveda ya que los esfuerzos a tensión son superiores a los que resiste la mampostería.
2. Se desconoce si las grietas están activas o inactivas por lo que se sugiere instalar testigos que nos permitan conocer si se presenta algún movimiento en las grietas.
3. El análisis modal del modelo numérico realizado es congruente con los datos experimentales de vibración tomados “in situ” lo que permite concluir que la geometría, y las propiedades mecánicas dadas a los materiales son muy cercanas a las que realmente tiene el edificio. Además los resultados del modelo numérico son congruentes con las patologías observadas: en donde el modelo numérico reporta concentración de esfuerzos de tensión, en el edificio se observaron fisuras con la misma forma de la zona de concentración de esfuerzos. Lo anterior nos permite concluir que el modelo numérico representa de manera adecuada el comportamiento del edificio.
4. El análisis de la condición estructural actual del templo de San Antonio se cumplió. La continuación que se propone para este trabajo es la evaluación del factor de seguridad bajo diferentes escenarios (sismos, sobrecargas, vibraciones del tráfico etc.) con lo que se determinaría bajo qué condiciones el edificio sigue siendo estable.

REFERENCIAS

- Alejandro Topete del Valle. (1973). *Aguascalientes, guía para visitar la ciudad y el estado (Archivo histórico)* (3ra. edición (Revisada)).
- Bayraktar, A., Can Altunışik, A., Sevim, B., Türker, T., 2010. Ambient Vibration Tests of a Steel Footbridge. *Journal of Nondestructive Evaluation* 29, 14–24.
- Beatriz Rojas, Jesús Gómez Serrano, Andrés Reyes Rodríguez, Salvador Camacho, & Carlos Reyes Sahagún. (2008). *Breve historia de Aguascalientes*. México. Retrieved from http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/estados/libros/aguas/html/sec_57.html
- Geometrics inc., (2008) *Using a Geometrics Seismograph to Quantify Vibrations*
- José Luis García Rubalcava. (2008). *Presentación Obras Públicas*.
- José Luis García Rubalcava. (2012, Septiembre 27). *Entrevista M. en Arq. José Luis García Rubalcava*.
- Kim, D., Kim, J.-I., Feng, M., 2001. Instrumentation of bridges for structural health monitoring. *KSCE Journal of Civil Engineering* 5, 231–242.
- Leonor Méndez Martínez. (2012, Septiembre 26). *Entrevista Arq. Leonor Méndez Martínez*.
- Ley federal sobre monumentos y zonas arqueológicas, artísticos e históricos (1972) *Diario oficial de la federación*.
- Mercedes Barba. (2012, Septiembre 26). *Entrevista Arq. Mercedes Barba*.
- Pacheco Martínez, J., Animas Rivera, H., Ortiz Lozano, J. A., García Rubalcava, J. L., Zermeño de León, M., Cordero Hernández, T., Arayza Garaygordobil, G. (2012). *Las vibraciones como una fuente para evaluar el comportamiento*.

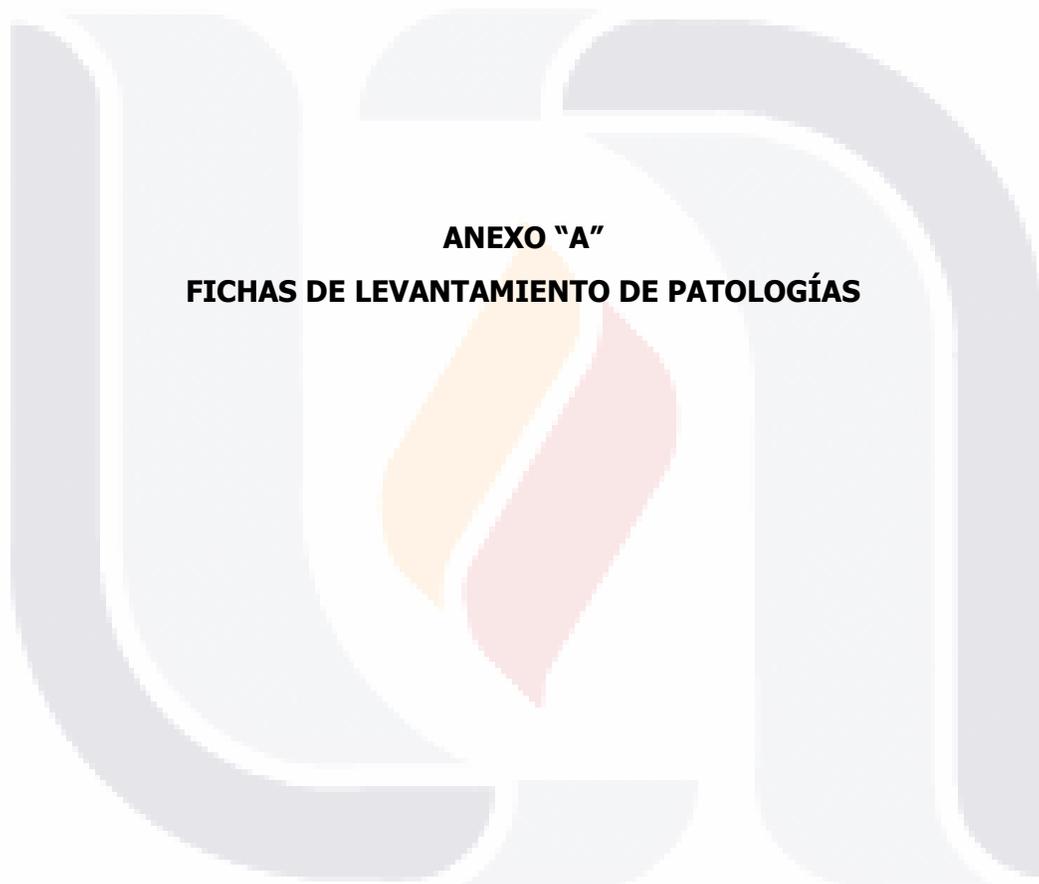
Raúl J. Ritta, Luis E. Suárez, & Miguel A. Pando. (2012). Determinación del período fundamental del suelo usando vibración ambiental y el cociente espectral horizontal/vertical.

Sistema de información de fallas geológicas y grietas del estado de Aguascalientes, SIFAGG (2013)

Ventura, C.E., Carvajal, J.C., 2011. *Structural Assessment of Damaged Bridges Using Ambient Vibration Testing*, in: Proulx, T. (Ed.), *Dynamics of Bridges*, Volume 5, Conference Proceedings of the Society for Experimental Mechanics Series. Springer New York, pp. 41–47.

Villegas, V. M. (1974). *Arquitectura de Refugio Reyes*. México.





ANEXO "A"
FICHAS DE LEVANTAMIENTO DE PATOLOGÍAS

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | |
|--|--|-------|-----------|----------------------------|----|
| <table border="1" style="margin-left: auto;"> <tr> <td style="width: 100px;">FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td>01</td> </tr> </table> | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 01 |
| FECHA | MAYO 2013 | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 01 | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | ARCOS 4,5 Y 6 DE BOVEDA DE NAVE S.A. | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | |
| | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | |
| <p>1. Grieta que pasa por todo el eje longitudinal, se aprecia en los arcos transversales y entre el eje 5 y 6 la fisura se observa en algunos puntos de la boveda. En el arco del eje 4 la fisura sube al pasillo del deambulatorio</p> | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| Esta grieta apareció a partir de la restauración de la calle Zaragoza | | | | | |
| | UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL | | | | |
| | | | | | |

TEMPLO DE SAN ANTONIO

**LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL**

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | | | |
|--|--------------------------------|-----------|-------|-----------|----------------------------|--|----|
| <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="width: 50%;"></td> <td style="width: 50%;">FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td></td> <td>02</td> </tr> </table> | | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | | 02 |
| | FECHA | MAYO 2013 | | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | | 02 | | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | MURO INTERIOR S.A. EJE 7 (C-B) | | | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | | | |
| | | | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | | | |
| <p>1. Grieta que pasa por todo el eje longitudinal en marco de acceso principal 2. Separación de piezas</p> | | | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | | | |
| | | | | | | | |

TEMPLO DE SAN ANTONIO

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | |
|---|--------------------------------|-------|-----------|----------------------------|----|
| <table border="1"> <tr> <td>FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td>03</td> </tr> </table> | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 03 |
| FECHA | MAYO 2013 | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 03 | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | MURO INTERIOR S.A. EJE C (6-7) | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | |
| | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | |
| 1. Presencia de grietas y manchas por humedad | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL | | | | | |

TEMPLO DE SAN ANTONIO

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | |
|--|--------------------------------|-------|-----------|----------------------------|----|
| <table border="1"> <tr> <td>FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td>04</td> </tr> </table> | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 04 |
| FECHA | MAYO 2013 | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 04 | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | MURO INTERIOR S.A. EJE C (4-5) | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | |
| | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Presencia de manchas por humedad en arco de vano, parte superior del muro. 2. Grieta por humedad. 3. Grieta | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| | | | | | |

TEMPLO DE SAN ANTONIO

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | |
|---|------------------------------------|-------|-----------|----------------------------|----|
| <table border="1"> <tr> <td>FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td>05</td> </tr> </table> | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 05 |
| FECHA | MAYO 2013 | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 05 | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | MURO INTERIOR S.A. EJE B Y C (2-3) | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | |
| | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | |
| 1. Separacion de piezas en vano de puerta | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL | | | | | |

TEMPLO DE SAN ANTONIO

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | |
|---|--------------------------------|-------|-----------|----------------------------|----|
| <table border="1"> <tr> <td>FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td>06</td> </tr> </table> | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 06 |
| FECHA | MAYO 2013 | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 06 | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | MURO INTERIOR S.A. EJE 2 (B-C) | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | |
| | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | |
| <p>1. Grieta, nace en el vano y se puede observar tambien en el arco.</p> | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| <p>UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL</p> | | | | | |

TEMPLO DE SAN ANTONIO

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | |
|---|--------------------------------|-------|-----------|----------------------------|----|
| <table border="1"> <tr> <td>FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td>07</td> </tr> </table> | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 07 |
| FECHA | MAYO 2013 | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 07 | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | MURO INTERIOR S.A. EJE 3 (A-B) | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | |
| | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | |
| 1. Mancha por humedad | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL | | | | | |

TEMPLO DE SAN ANTONIO

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | | | |
|---|--------------------------------|-----------|-------|-----------|----------------------------|--|----|
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"></td> <td style="width: 50%; text-align: center;">FECHA</td> <td style="text-align: center;">MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td style="width: 50%;"></td> <td style="text-align: center;">08</td> </tr> </table> | | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | | 08 |
| | FECHA | MAYO 2013 | | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | | 08 | | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | MURO INTERIOR S.A. EJE A (3-4) | | | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | | | |
| | | | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | | | |
| 1. Grietas | | | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | | | |
| UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL | | | | | | | |

TEMPLO DE SAN ANTONIO

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | |
|---|--------------------------------|-------|-----------|----------------------------|----|
| <table border="1"> <tr> <td>FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td>09</td> </tr> </table> | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 09 |
| FECHA | MAYO 2013 | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 09 | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | MURO INTERIOR S.R. EJE B (7-6) | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | |
| | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | |
| <p>1. Mancha por humedad en arco de vano, parte superior del muro. 2. Grieta por humedad.</p> | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| <p>UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL</p> | | | | | |

TEMPLO DE SAN ANTONIO

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | |
|---|--------------------------------|-------|-----------|----------------------------|----|
| <table border="1"> <tr> <td>FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td>10</td> </tr> </table> | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 10 |
| FECHA | MAYO 2013 | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 10 | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | MURO INTERIOR S.R. EJE A (2-1) | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | |
| | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | |
| <p>1. Desprendimiento de acabado por humedad 2. Grieta se puede observar por el interior y por el exterior (podría ser a consecuencia del pasillo subterráneo)</p> | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| Esta grieta ya habia sido reparada anteriormente. | | | | | |
| | | | | | |

TEMPLO DE SAN ANTONIO

**LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL**

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | |
|--|--------------------------------|-------|-----------|----------------------------|----|
| <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="width: 50%;">FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td>11</td> </tr> </table> | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 11 |
| FECHA | MAYO 2013 | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 11 | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | MURO INTERIOR S.R. EJE D (2-3) | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | |
| | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | |
| <p>1. Grieta a lo ancho de vano.</p> | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| | | | | | |

TEMPLO DE SAN ANTONIO

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | |
|---|--------------------------------|-------|-----------|----------------------------|----|
| <table border="1"> <tr> <td>FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td>12</td> </tr> </table> | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 12 |
| FECHA | MAYO 2013 | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 12 | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | MUROS INTERIORES DE SANTA RITA | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | |
| | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | |
| <p>1. Desprendimiento de acabado, aparentemente por humedad.</p> | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| | | | | | |

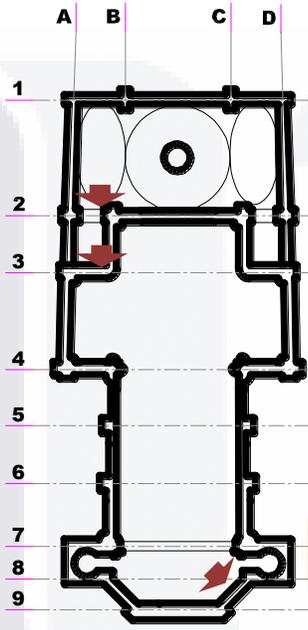
TEMPLO DE SAN ANTONIO

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | |
|--|---------------------------------------|-------|-----------|----------------------------|----|
| <table border="1"> <tr> <td>FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td>13</td> </tr> </table> | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 13 |
| FECHA | MAYO 2013 | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 13 | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | INTERIOR CORO SAN ANTONIO EJE C (7-8) | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | |
| | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | |
| <p>1. Grietas ya reparadas en vanos de puertas del coro. 2. Grieta en columna de coro (C8), aparentemente por aplastamiento.</p> | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| Se repiten simetricamente | | | | | |
| | | | | | |

TEMPLO DE SAN ANTONIO

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | |
|--|---|-------|-----------|----------------------------|----|
| <table border="1"> <tr> <td>FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td>14</td> </tr> </table> | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 14 |
| FECHA | MAYO 2013 | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 14 | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | INTERIOR CORO SAN ANTONIO | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | |
|  |  | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | |
| <p>1. Grietas inyectadas en parte superior de vano y boveda del coro.</p> | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| <p>Se repiten simetricamente y pueden apreciarse en interior y exterior</p> | | | | | |
|  <p>UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL</p>  | | | | | |

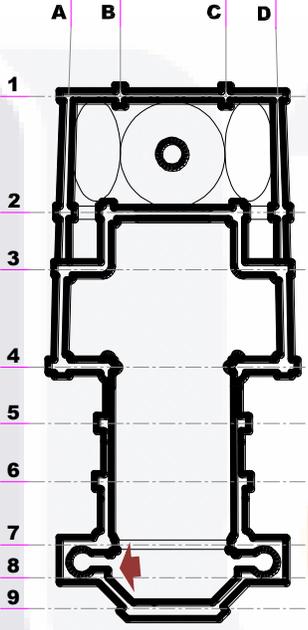
TEMPLO DE SAN ANTONIO

**LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL**

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | |
|--|---------------------------|-------|-----------|----------------------------|----|
| <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="width: 150px;">FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td>15</td> </tr> </table> | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 15 |
| FECHA | MAYO 2013 | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 15 | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | INTERIOR CORO SAN ANTONIO | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | |
| | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | |
| <p>1. Grietas inyectadas en parte superior de vano y boveda del coro. 2. Presencia de humedad.</p> | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| Se repiten simétricamente y pueden apreciarse en interior y exterior | | | | | |
| | | | | | |

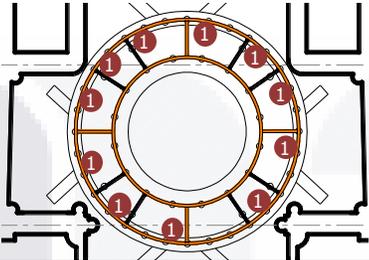
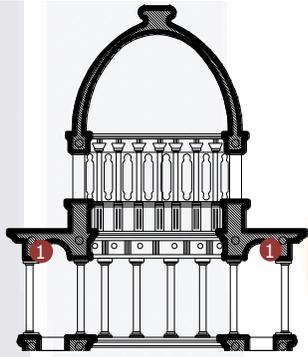
TEMPLO DE SAN ANTONIO

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | |
|---|---|-------|-----------|----------------------------|----|
| | <table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="width: 50%;">FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td>16</td> </tr> </table> | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 16 |
| FECHA | MAYO 2013 | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 16 | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | MURO INTERIOR 3 (D-C) | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | |
|  |  | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | |
| <p>1. Grietas ya reparadas en vanos de puertas del coro.</p> | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| Se repiten simetricamente | | | | | |
|  | UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL | | | | |
|  | | | | | |

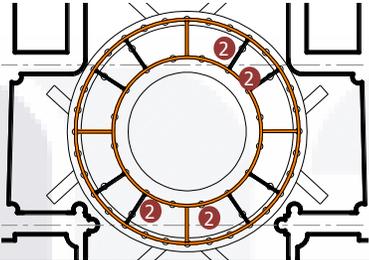
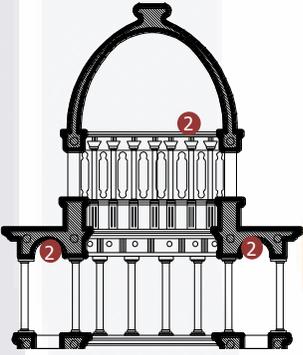
TEMPLO DE SAN ANTONIO

**LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL**

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | | | |
|---|---|-----------|-------|-----------|----------------------------|--|----|
| <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="width: 50%;"></td> <td style="width: 50%;">FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td></td> <td>17</td> </tr> </table> | | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | | 17 |
| | FECHA | MAYO 2013 | | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | | 17 | | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | INTERIOR CUPULA | | | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | | | |
|  |  | | | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN ALZADO |  | | | | | | |
|  | | | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | | | |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Marcas de humedad por condensación en boveda del primer tambor de la cúpula. 2. Pequeñas fisuras que pueden ser por humedad en la boveda del primer tambor 3. Grieta posiblemente por separación de piezas, es constante a todo alrededor de la cúpula 4. Desprendimiento de acabado por humedad 5. Grieta en ambos lados de las columnas de la cúpula, estas aparecen en casi todas las columnas 6. Grieta y escurrimiento de pintura debida a la humedad por filtración recurrente en todas las nervaduras en cupula. | | | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | | | |
| La humedad se encuentra controlada actualmente | | | | | | | |
|  | UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL | | | | | | |
|  | | | | | | | |

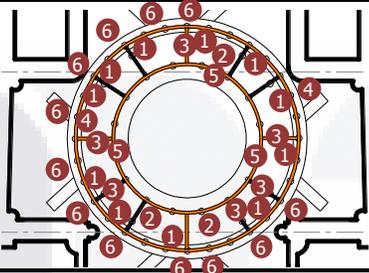
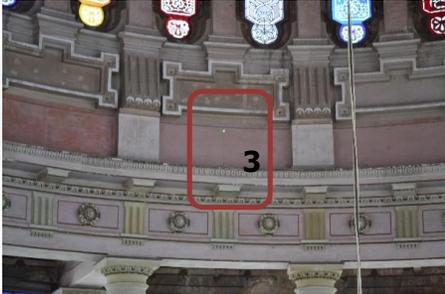
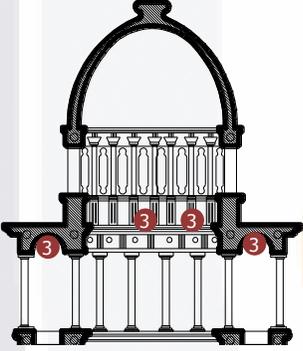
TEMPLO DE SAN ANTONIO

**LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL**

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | |
|---|---|-------|-----------|----------------------------|----|
| | <table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="width: 50%;">FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td>18</td> </tr> </table> | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 18 |
| FECHA | MAYO 2013 | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 18 | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | INTERIOR CUPULA | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | |
|  |  | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN ALZADO | | | | | |
|  | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Marcas de humedad por condensación en boveda del primer tambor de la cúpula. 2. Pequeñas fisuras que pueden ser por humedad en la boveda del primer tambor 3. Grieta posiblemente por separación de piezas, es constante a todo alrededor de la cúpula 4. Desprendimiento de acabado por humedad 5. Grieta en ambos lados de las columnas de la cúpula, estas aparecen en casi todas las columnas 6. Grieta y escurrimiento de pintura debida a la humedad por filtración recurrente en todas las nervaduras en cupula. | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| La humedad se encuentra controlada actualmente | | | | | |
|  | UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL | | | | |
|  | | | | | |

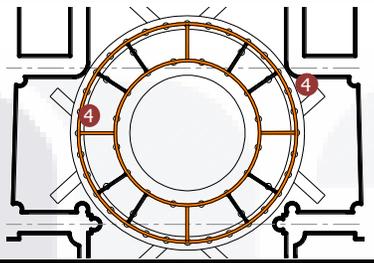
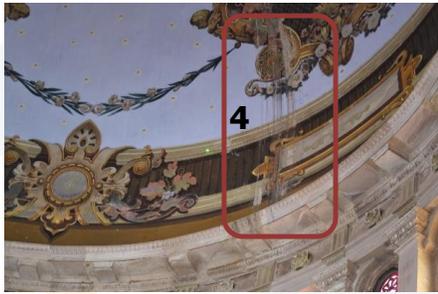
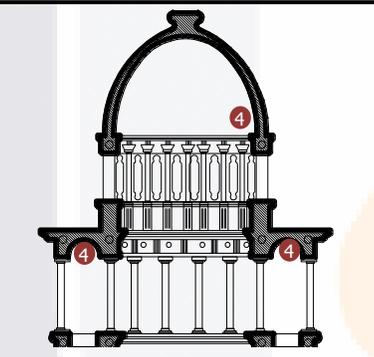
TEMPLO DE SAN ANTONIO

**LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL**

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | |
|---|---|-------|-----------|----------------------------|----|
| <table border="1" style="margin-left: auto;"> <tr> <td style="width: 150px;">FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td>19</td> </tr> </table> | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 19 |
| FECHA | MAYO 2013 | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 19 | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | INTERIOR CUPULA | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | |
|  |  | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN ALZADO | | | | | |
|  |  | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Marcas de humedad por condensación en boveda del primer tambor de la cúpula. 2. Pequeñas fisuras que pueden ser por humedad en la boveda del primer tambor 3. Grieta posiblemente por separación de piezas, es constante a todo alrededor de la cúpula 4. Desprendimiento de acabado por humedad 5. Grieta en ambos lados de las columnas de la cúpula, estas aparecen en casi todas las columnas 6. Grieta y escurrimiento de pintura debida a la humedad por filtración recurrente en todas las nervaduras en cupula. | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| La humedad se encuentra controlada actualmente | | | | | |
|  UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL  | | | | | |

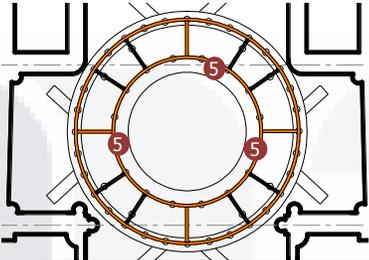
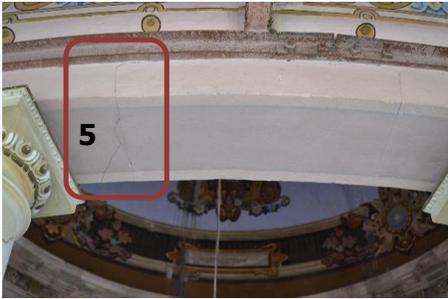
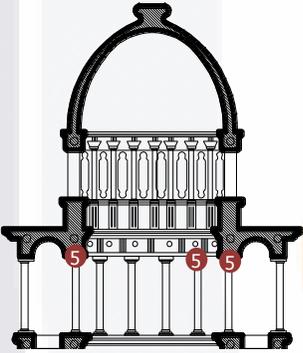
TEMPLO DE SAN ANTONIO

**LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL**

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | |
|---|---|-------|-----------|----------------------------|----|
| <table border="1" style="margin-left: auto;"> <tr> <td style="width: 100px;">FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td>20</td> </tr> </table> | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 20 |
| FECHA | MAYO 2013 | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 20 | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | INTERIOR CUPULA | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | |
|  |  | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN ALZADO |  | | | | |
|  | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Marcas de humedad por condensación en boveda del primer tambor de la cúpula. 2. Pequeñas fisuras que pueden ser por humedad en la boveda del primer tambor 3. Grieta posiblemente por separación de piezas, es constante a todo alrededor de la cúpula 4. Desprendimiento de acabado por humedad 5. Grieta en ambos lados de las columnas de la cúpula, estas aparecen en casi todas las columnas 6. Grieta y escurrimiento de pintura debida a la humedad por filtración recurrente en todas las nervaduras en cupula. | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| La humedad se encuentra controlada actualmente | | | | | |
|  | UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL | | | | |
|  | | | | | |

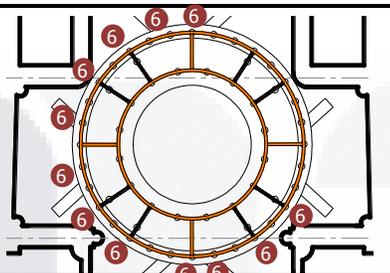
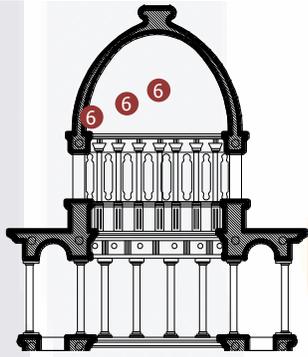
TEMPLO DE SAN ANTONIO

**LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL**

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | |
|---|---|-------|-----------|----------------------------|----|
| <table border="1" style="margin-left: auto;"> <tr> <td style="width: 150px;">FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td>21</td> </tr> </table> | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 21 |
| FECHA | MAYO 2013 | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 21 | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | INTERIOR CUPULA | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | |
|  |  | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN ALZADO |  | | | | |
|  | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Marcas de humedad por condensación en boveda del primer tambor de la cúpula. 2. Pequeñas fisuras que pueden ser por humedad en la boveda del primer tambor 3. Grieta posiblemente por separación de piezas, es constante a todo alrededor de la cúpula 4. Desprendimiento de acabado por humedad 5. Grieta en ambos lados de las columnas de la cúpula, estas aparecen en casi todas las columnas 6. Grieta y escurrimiento de pintura debida a la humedad por filtración recurrente en todas las nervaduras en cupula. | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| La humedad se encuentra controlada actualmente | | | | | |
|  | UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL | | | | |
|  | | | | | |

TEMPLO DE SAN ANTONIO

**LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL**

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | |
|---|---|-------|-----------|----------------------------|----|
| <table border="1" style="margin-left: auto;"> <tr> <td style="width: 150px;">FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td>22</td> </tr> </table> | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 22 |
| FECHA | MAYO 2013 | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 22 | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | INTERIOR CUPULA | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | |
|  |  | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN ALZADO | | | | | |
|  | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Marcas de humedad por condensación en boveda del primer tambor de la cúpula. 2. Pequeñas fisuras que pueden ser por humedad en la boveda del primer tambor 3. Grieta posiblemente por separación de piezas, es constante a todo alrededor de la cúpula 4. Desprendimiento de acabado por humedad 5. Grieta en ambos lados de las columnas de la cúpula, estas aparecen en casi todas las columnas 6. Grieta y escurrimiento de pintura debida a la humedad por filtración recurrente en todas las nervaduras en cupula. | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| La humedad se encuentra controlada actualmente | | | | | |
|  UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL  | | | | | |

TEMPLO DE SAN ANTONIO

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | |
|---|-----------------------------------|-------|-----------|----------------------------|----|
| <table border="1"> <tr> <td>FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td>23</td> </tr> </table> | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 23 |
| FECHA | MAYO 2013 | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 23 | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | MURO EXTERIOR PONIENTE EJE B(6-7) | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | |
| | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | |
| 1. Presencia de humedad | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL | | | | | |

TEMPLO DE SAN ANTONIO

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | |
|---|-----------------------------------|-------|-----------|----------------------------|----|
| <table border="1"> <tr> <td>FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td>24</td> </tr> </table> | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 24 |
| FECHA | MAYO 2013 | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 24 | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | MURO EXTERIOR PONIENTE EJE B(5-6) | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | |
| | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Presencia de humedad 2. Reposición de piezas dañadas o faltantes | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| <p>UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL</p> | | | | | |

TEMPLO DE SAN ANTONIO

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | |
|---|------------------------------|-------|-----------|----------------------------|----|
| <table border="1"> <tr> <td>FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td>25</td> </tr> </table> | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 25 |
| FECHA | MAYO 2013 | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 25 | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | MURO EXTERIOR SUR EJE 4(A-B) | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | |
| | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | |
| <p>1. Presencia de humedad 2. Piezas deterioradas.</p> | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| <p>UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL</p> | | | | | |

TEMPLO DE SAN ANTONIO

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | |
|---|-----------------------------------|-------|-----------|----------------------------|----|
| <table border="1"> <tr> <td>FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td>26</td> </tr> </table> | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 26 |
| FECHA | MAYO 2013 | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 26 | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | MURO EXTERIOR PONIENTE EJE A(3-4) | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | |
| | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | |
| <p>1. Presencia de humedad 2. Grietas en parte superior de vano</p> | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| | | | | | |

TEMPLO DE SAN ANTONIO

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | |
|--|-----------------------------------|-------|-----------|----------------------------|----|
| <table border="1"> <tr> <td>FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td>27</td> </tr> </table> | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 27 |
| FECHA | MAYO 2013 | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 27 | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | MURO EXTERIOR PONIENTE EJE A(1-3) | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | |
| | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Grieta 2. Humedad 3. Reposición de material 4. Grieta por cambio de material | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| | | | | | |

TEMPLO DE SAN ANTONIO

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | |
|---|--------------------------------|-------|-----------|----------------------------|----|
| <table border="1"> <tr> <td>FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td>28</td> </tr> </table> | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 28 |
| FECHA | MAYO 2013 | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 28 | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | MURO EXTERIOR NORTE EJE 1(B-A) | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | |
| | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | |
| 1. Grieta | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| | | | | | |

TEMPLO DE SAN ANTONIO

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | |
|---|--------------------------------|-------|-----------|----------------------------|----|
| <table border="1"> <tr> <td>FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td>29</td> </tr> </table> | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 29 |
| FECHA | MAYO 2013 | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 29 | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | MURO EXTERIOR NORTE EJE 1(C-B) | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | |
| | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | |
| 1. Grieta | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| | | | | | |

TEMPLO DE SAN ANTONIO

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | | | |
|--|----------------------------|-----------|-------|-----------|----------------------------|--|----|
| <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"></td> <td style="width: 50%;">FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td></td> <td>30</td> </tr> </table> | | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | | 30 |
| | FECHA | MAYO 2013 | | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | | 30 | | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | MURO EXTERIOR NORTE 1(D-C) | | | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | | | |
| | | | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | | | |
| <p>1. Grieta 2. Reposición de piezas (Se observa rajueleado nuevo)</p> | | | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | | | |
| <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL</p> | | | | | | | |

TEMPLO DE SAN ANTONIO

**LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL**

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | |
|--|----------------------------------|-------|-----------|----------------------------|----|
| <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="width: 50%;">FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td>31</td> </tr> </table> | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 31 |
| FECHA | MAYO 2013 | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 31 | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | MURO EXTERIOR ORIENTE EJE D(2-1) | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | |
| | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Humedad 2. Presencia de moho y humedad por bajadas de agua pluvial 3. Grieta 4. Reposición de material | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL | | | | | |

TEMPLO DE SAN ANTONIO

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | |
|---|----------------------------------|-------|-----------|----------------------------|----|
| <table border="1"> <tr> <td>FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td>32</td> </tr> </table> | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 32 |
| FECHA | MAYO 2013 | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 32 | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | MURO EXTERIOR ORIENTE EJE D(3-2) | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | |
| | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | |
| <p>1. Grieta 2. Humedad</p> | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| | | | | | |

TEMPLO DE SAN ANTONIO

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | | | |
|---|----------------------------------|-----------|-------|-----------|----------------------------|----|--|
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"></td> <td style="width: 50%; text-align: center;">FECHA</td> <td style="text-align: center;">MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">33</td> </tr> </table> | | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 33 | |
| | FECHA | MAYO 2013 | | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 33 | | | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | MURO EXTERIOR ORIENTE EJE D(4-3) | | | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | | | |
| | | | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | | | |
| <p>1. Deterioro de materiales por humedad 2. Humedad</p> | | | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | | | |
| | | | | | | | |

TEMPLO DE SAN ANTONIO

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | |
|---|------------------------------|-------|-----------|----------------------------|----|
| <table border="1"> <tr> <td>FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td>34</td> </tr> </table> | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 34 |
| FECHA | MAYO 2013 | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 34 | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | MURO EXTERIOR SUR EJE 4(C-D) | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | |
| | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | |
| <p>1. Piezas deterioradas. 2. Humedad</p> | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| | | | | | |

TEMPLO DE SAN ANTONIO

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | |
|---|----------------------------------|-------|-----------|----------------------------|----|
| <table border="1"> <tr> <td>FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td>35</td> </tr> </table> | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 35 |
| FECHA | MAYO 2013 | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 35 | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | MURO EXTERIOR ORIENTE EJE C(7-6) | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | |
| | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | |
| <p>1. Reposición de piezas 2. Humedad</p> | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| <p>UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL</p> | | | | | |

TEMPLO DE SAN ANTONIO

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | |
|---|--------------------------------------|-------|-----------|----------------------------|----|
| <table border="1"> <tr> <td>FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td>36</td> </tr> </table> | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 36 |
| FECHA | MAYO 2013 | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 36 | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | MURO EXTERIOR FACHADA PRINCIPAL OTE. | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | |
| | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | |
| <p>1. Grietas inyectadas en parte superior de ventana de coro</p> <p>2. La piedra clave de arco de acceso en nartex se deslizó hacia abajo, ya fue reparado</p> | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| | | | | | |

TEMPLO DE SAN ANTONIO

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

| LEVANTAMIENTO DE DAÑOS | | | | | |
|---|--------------------------------------|-------|-----------|----------------------------|----|
| <table border="1"> <tr> <td>FECHA</td> <td>MAYO 2013</td> </tr> <tr> <td>No. DE FICHA DE VALORACION</td> <td>37</td> </tr> </table> | | FECHA | MAYO 2013 | No. DE FICHA DE VALORACION | 37 |
| FECHA | MAYO 2013 | | | | |
| No. DE FICHA DE VALORACION | 37 | | | | |
| DESCRIPCION DE ELEMENTO | MURO EXTERIOR FACHADA PRINCIPAL PTE. | | | | |
| LOCALIZACIÓN EN PLANTA | FOTOGRAFIA | | | | |
| | | | | | |
| DESCRIPCION DE PATOLOGIA | | | | | |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Grietas inyectadas en parte superior e inferior de ventana de coro 2. La piedra clave de arco de acceso en nartex se deslizó hacia abajo, ya fue reparado 3. Fisura en columna | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| | | | | | |

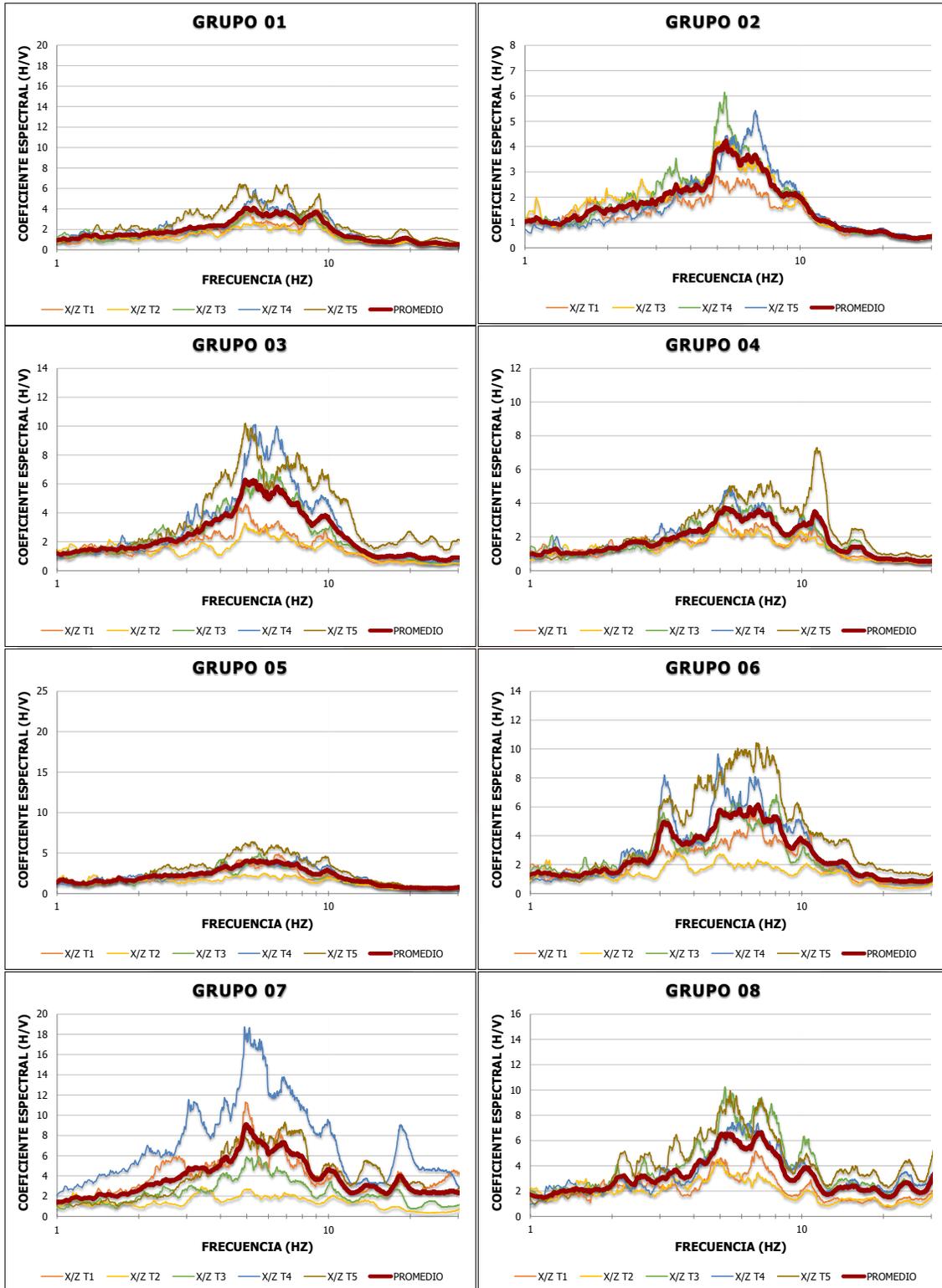
TEMPLO DE SAN ANTONIO



ANEXO "B"
ESPECTROS DE FRECUENCIA DE TERRENO

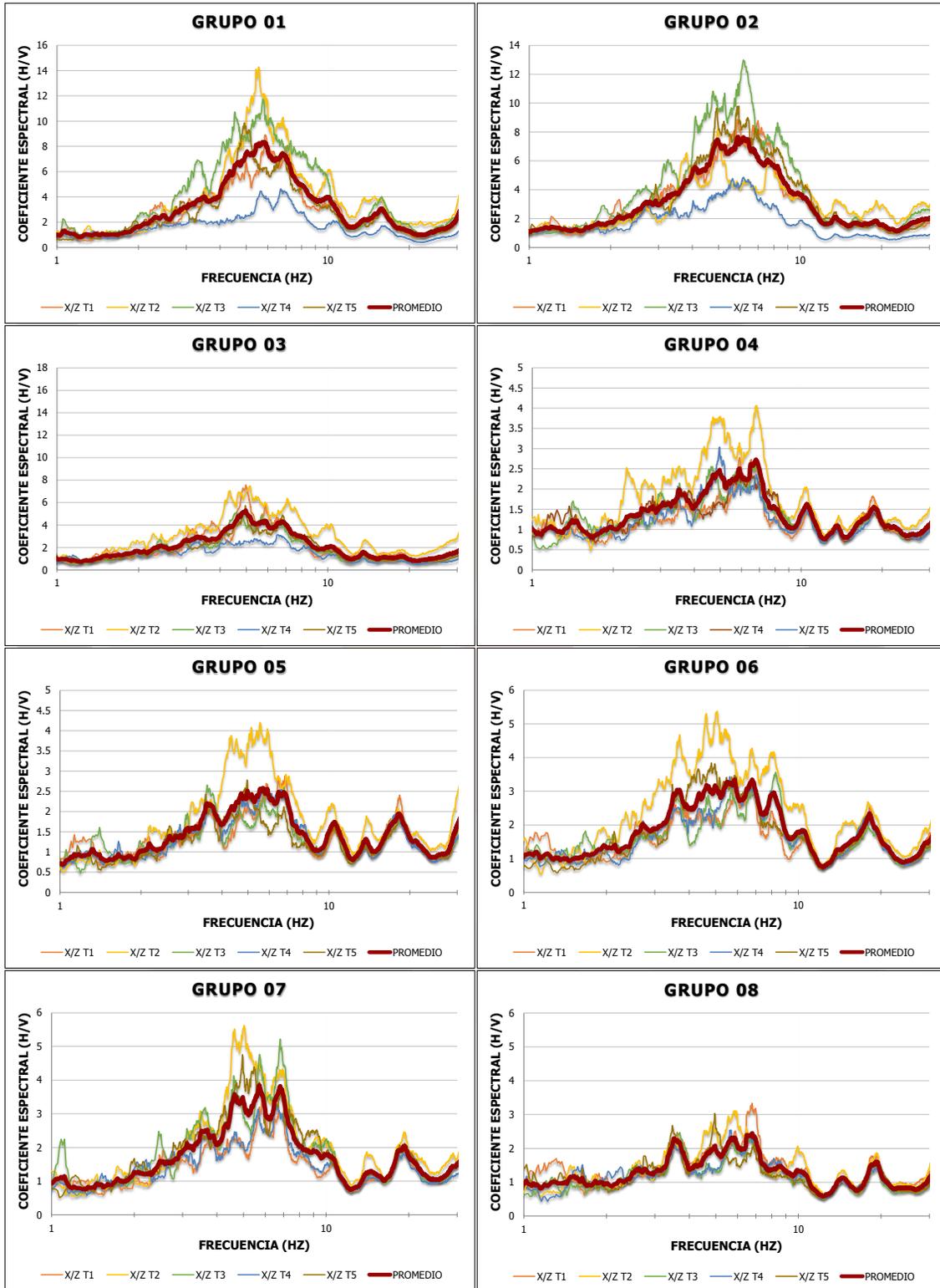
LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

Espectros de frecuencia línea 1 (L1) en sentido "X"



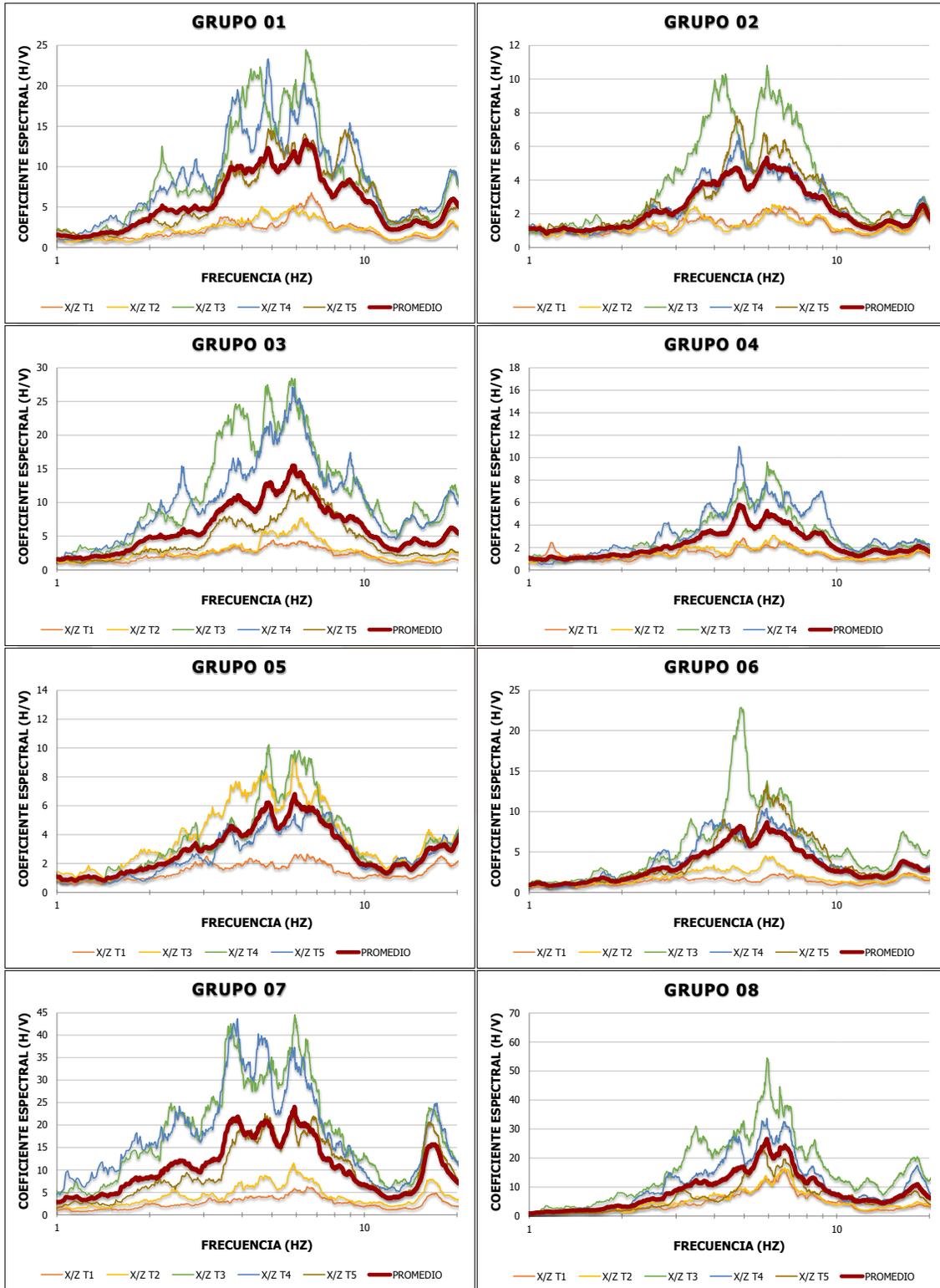
LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

Espectros de frecuencia línea 2 (L2) en sentido "X"



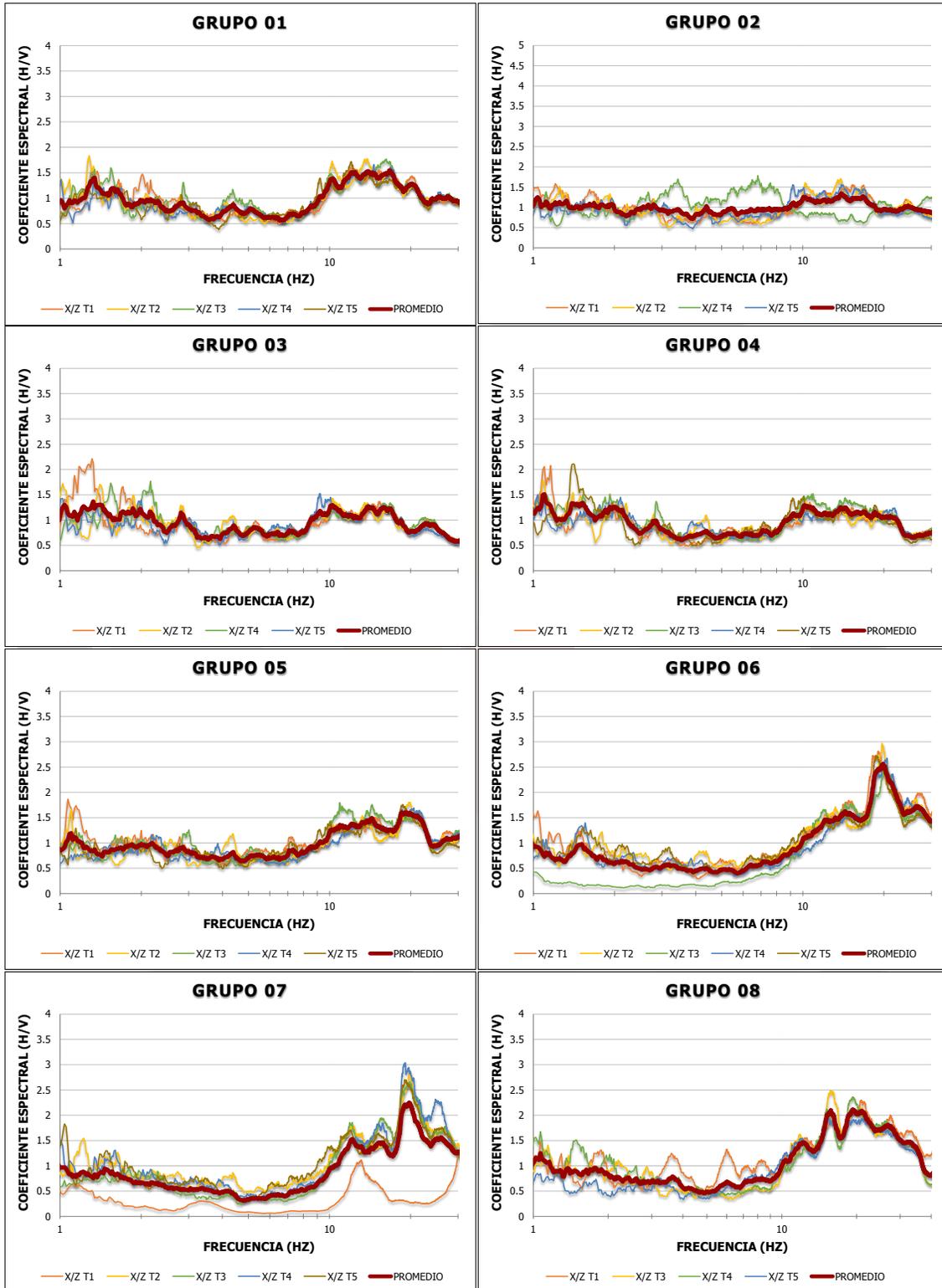
LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

Espectros de frecuencia línea 3 (L3) en sentido "X"



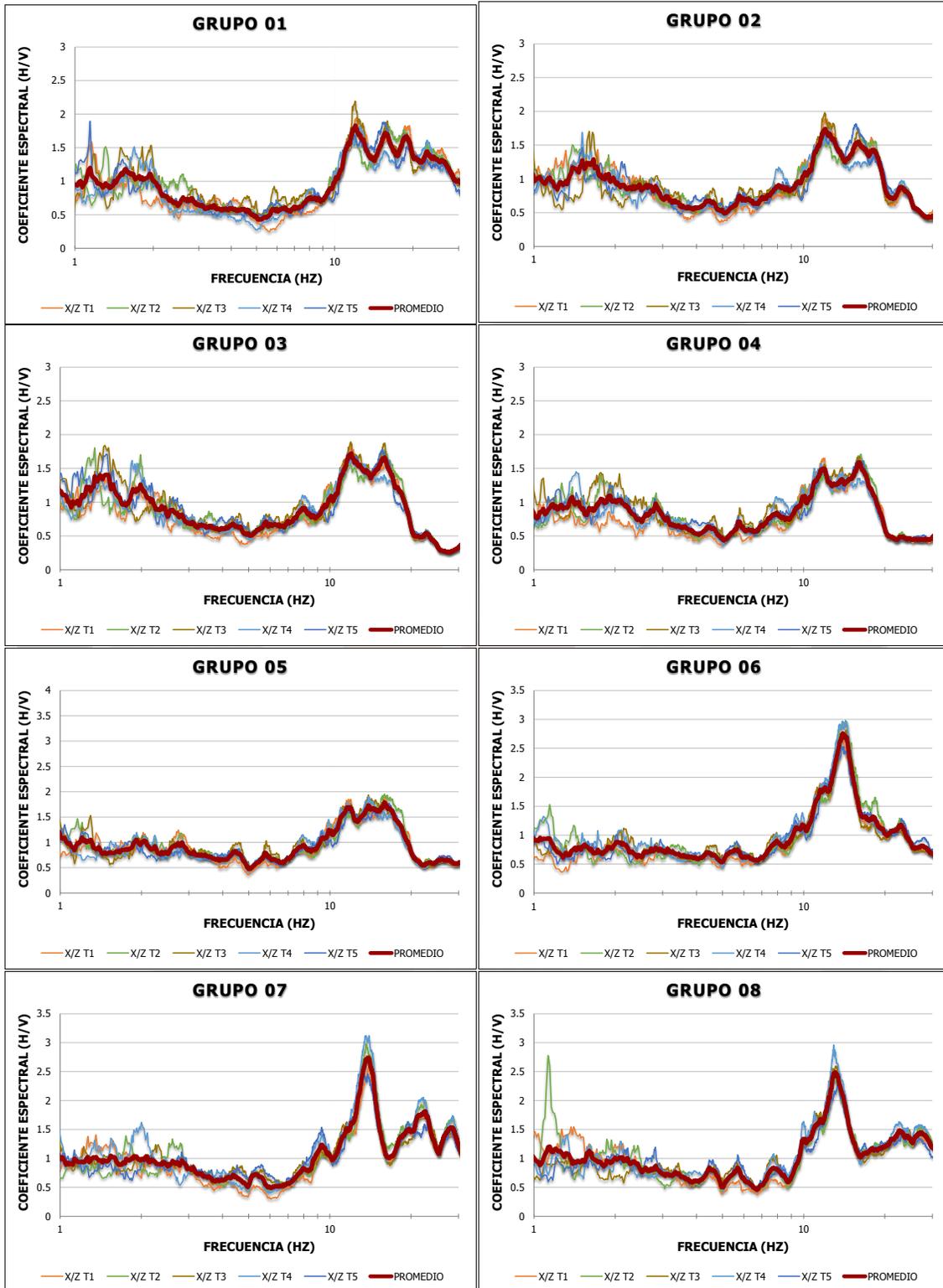
LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

Espectros de frecuencia línea 4 (L4) en sentido "X"



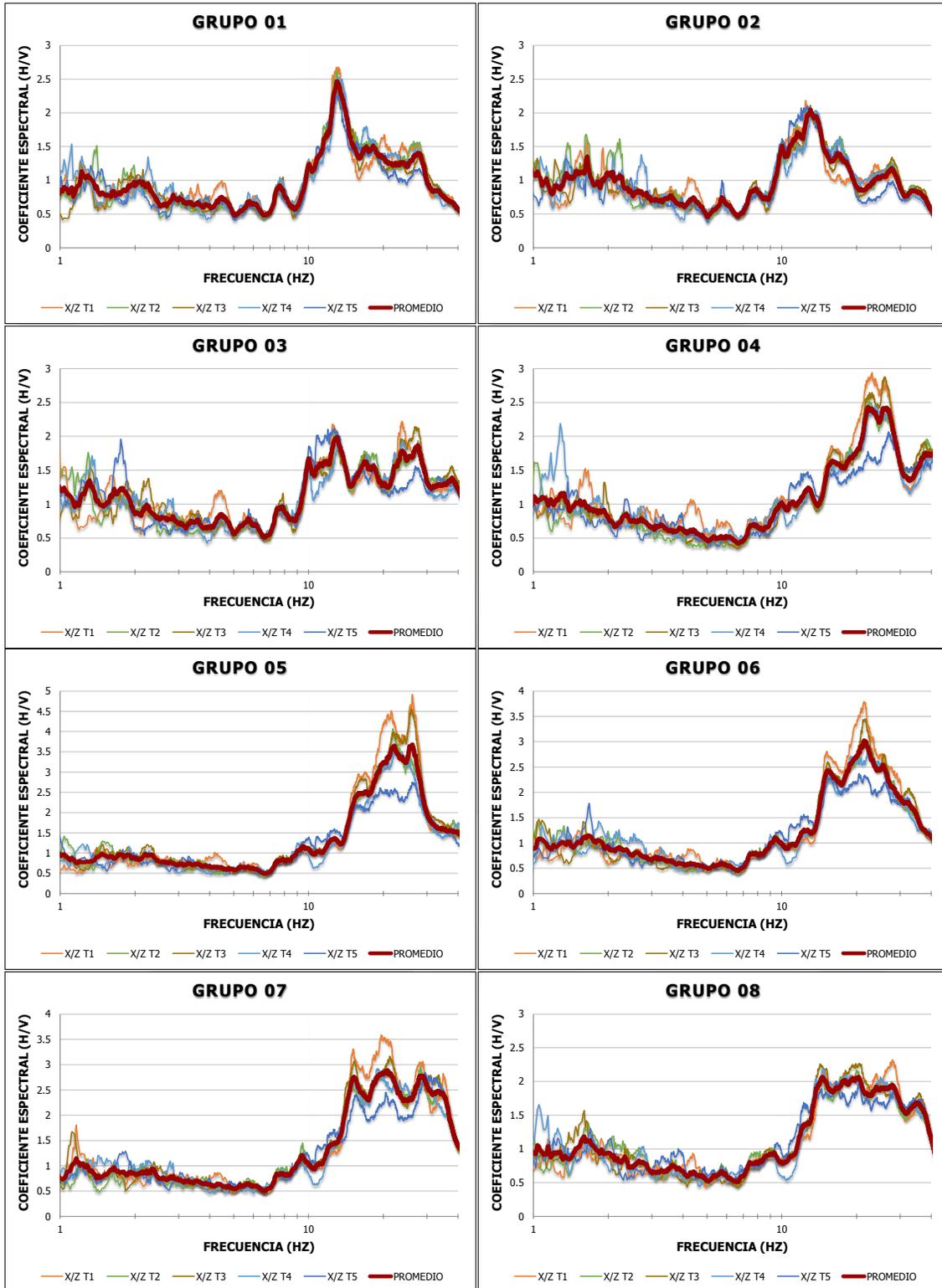
LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

Espectros de frecuencia línea 5 (L5) en sentido "X"



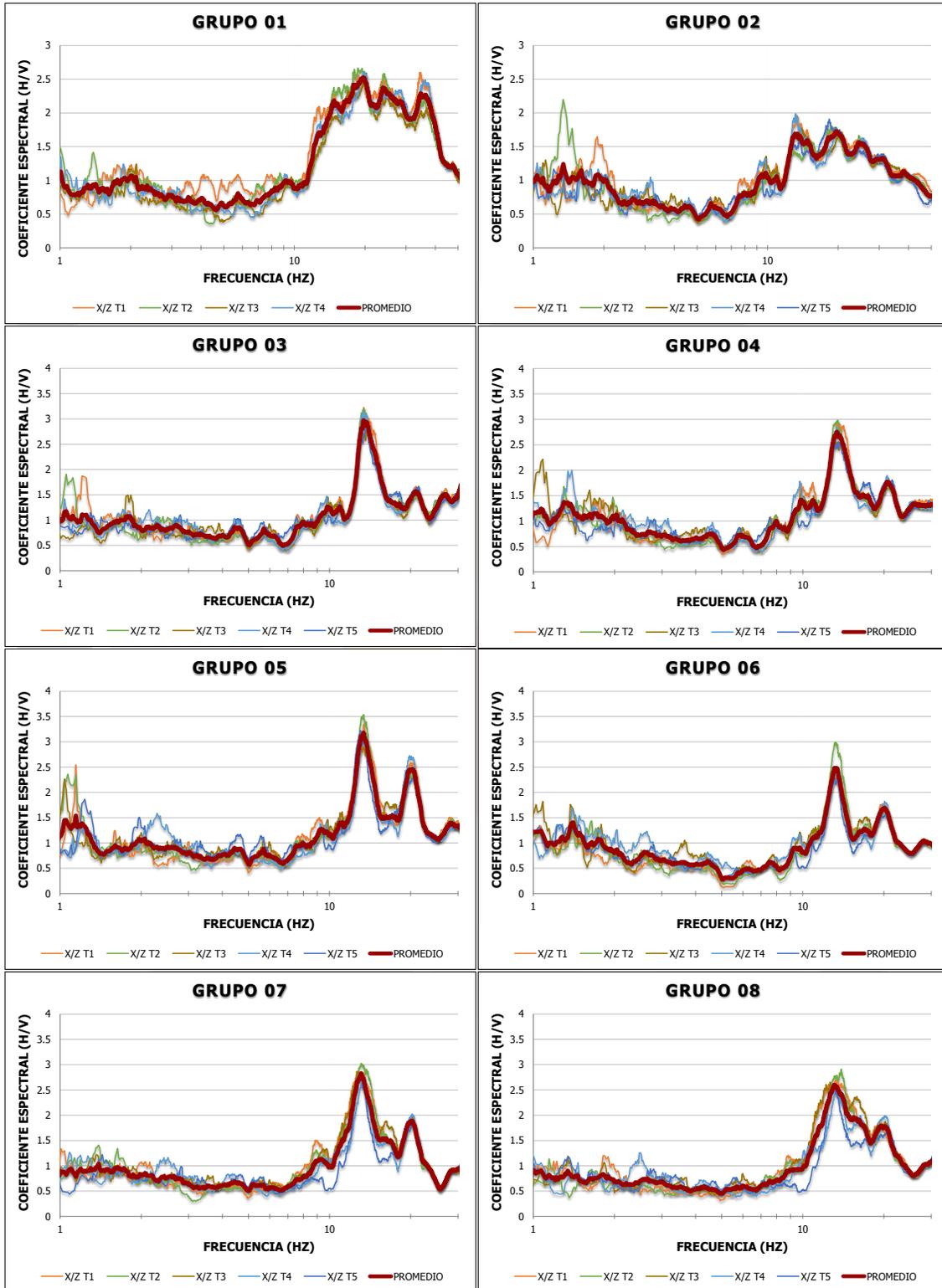
LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

Espectros de frecuencia línea 6 (L6) en sentido "X"



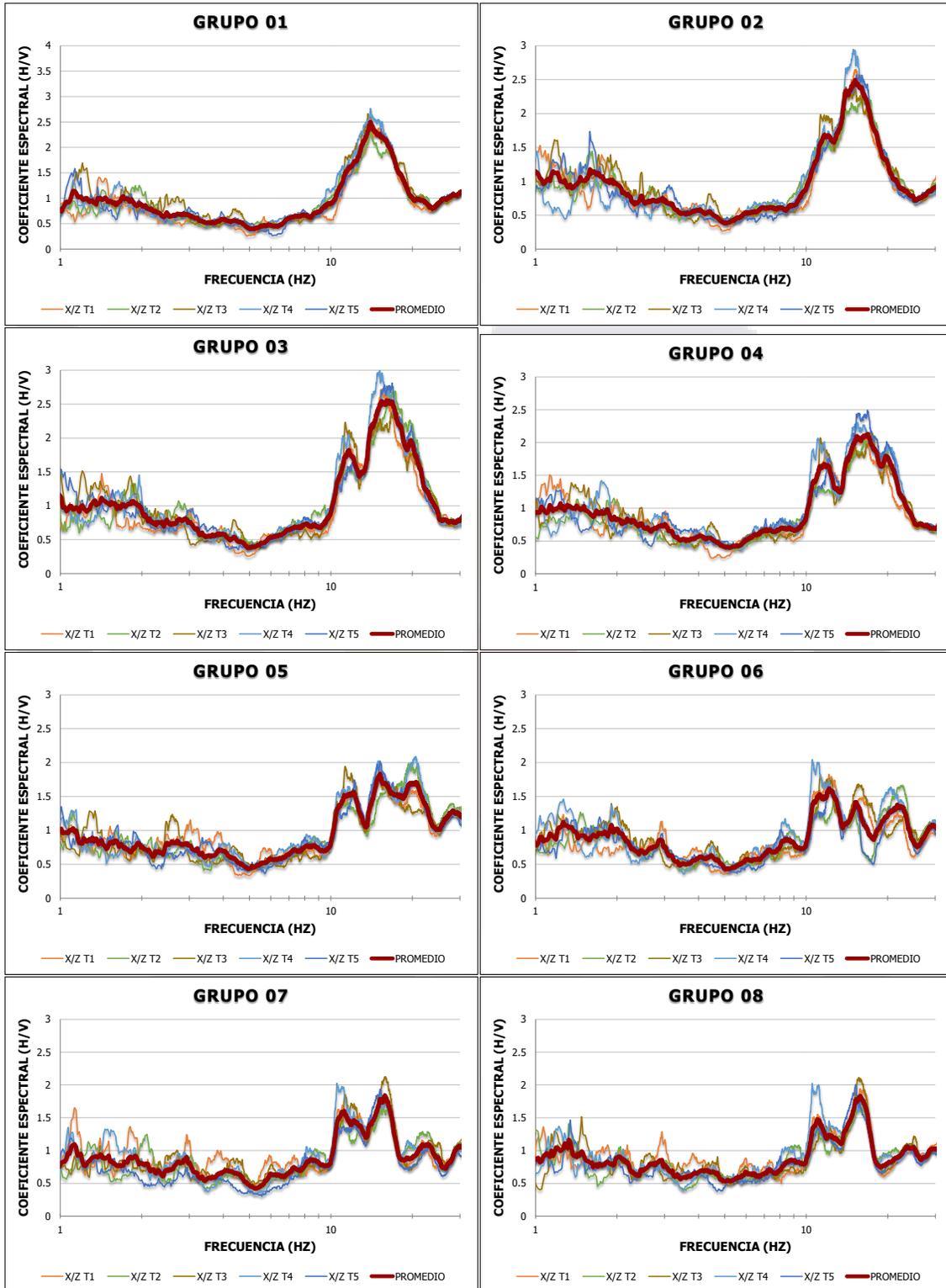
LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

Espectros de frecuencia línea 7 (L7) en sentido "X"



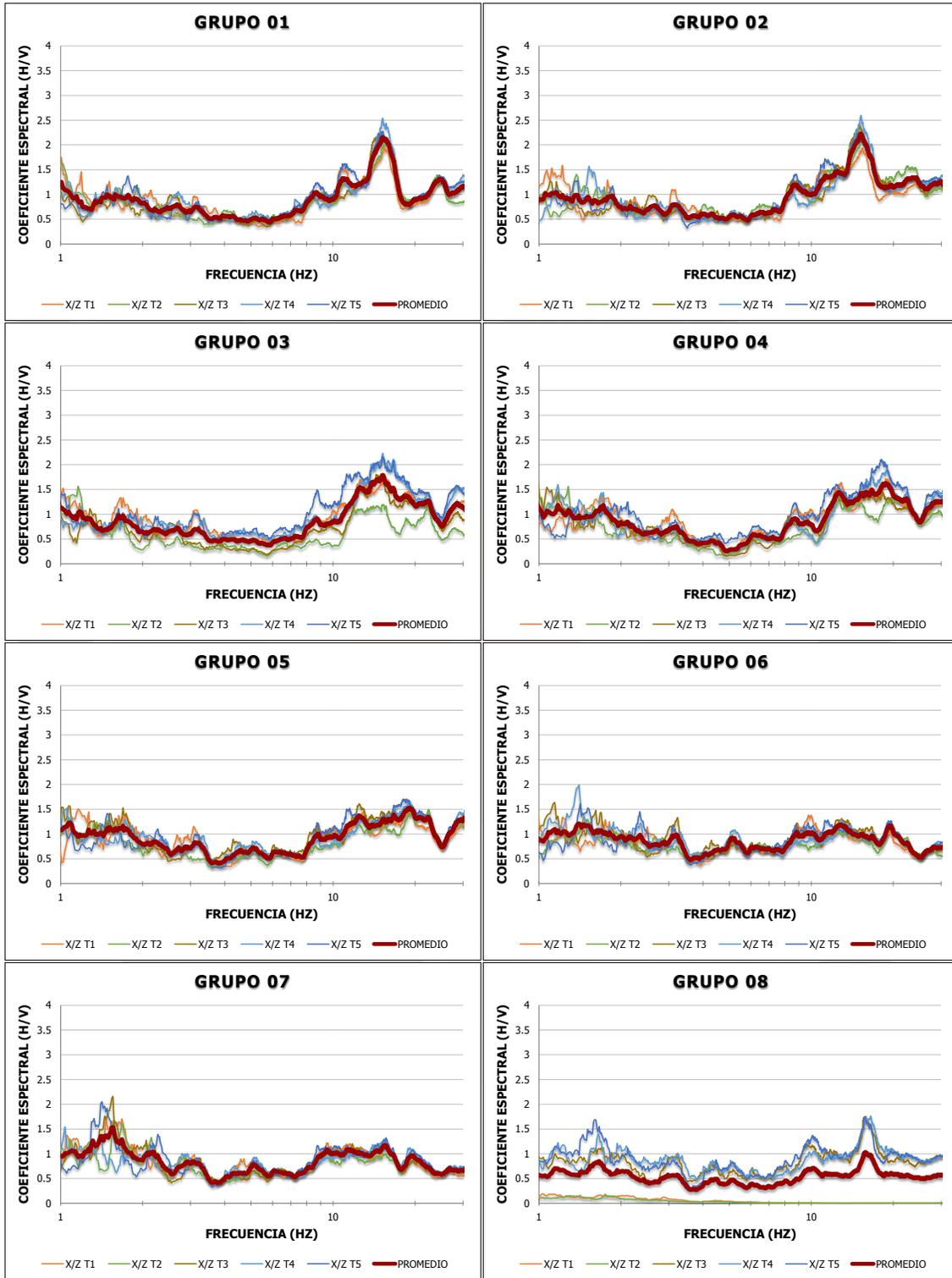
LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

Espectros de frecuencia línea 8 (L8) en sentido "X"



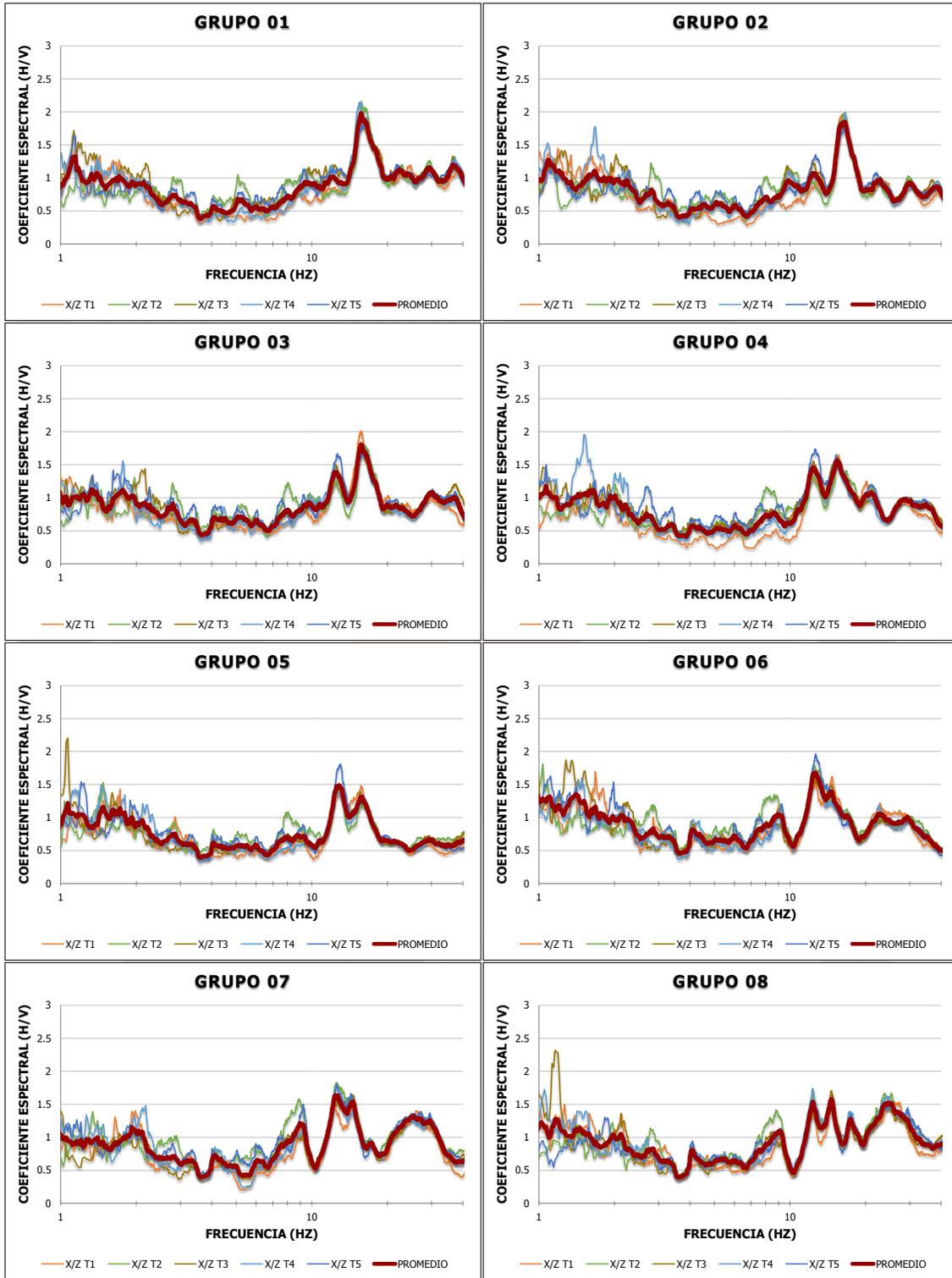
LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

Espectros de frecuencia línea 9 (L9) en sentido "X"



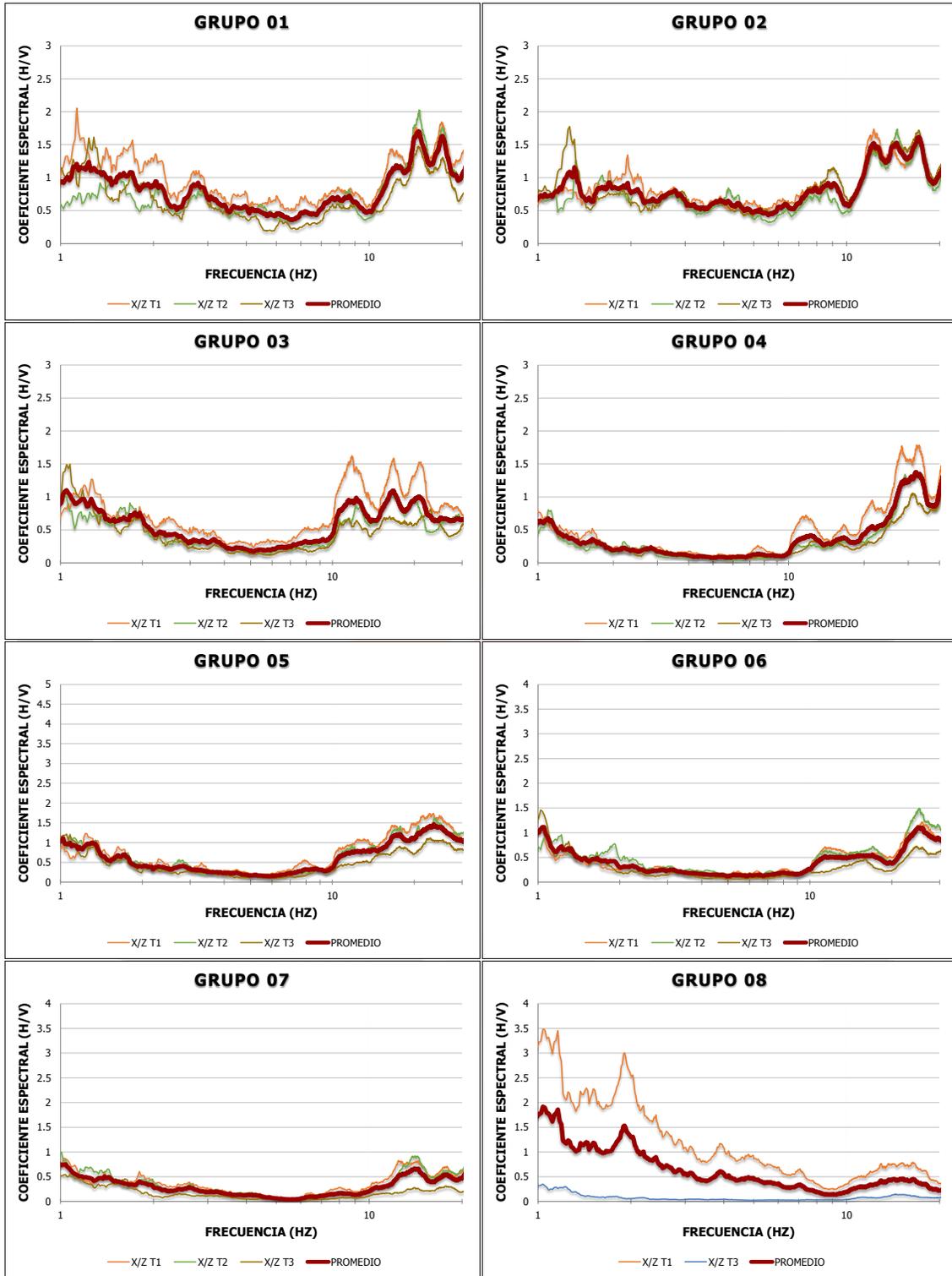
LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

Espectros de frecuencia línea 10 (L10) en sentido "X"



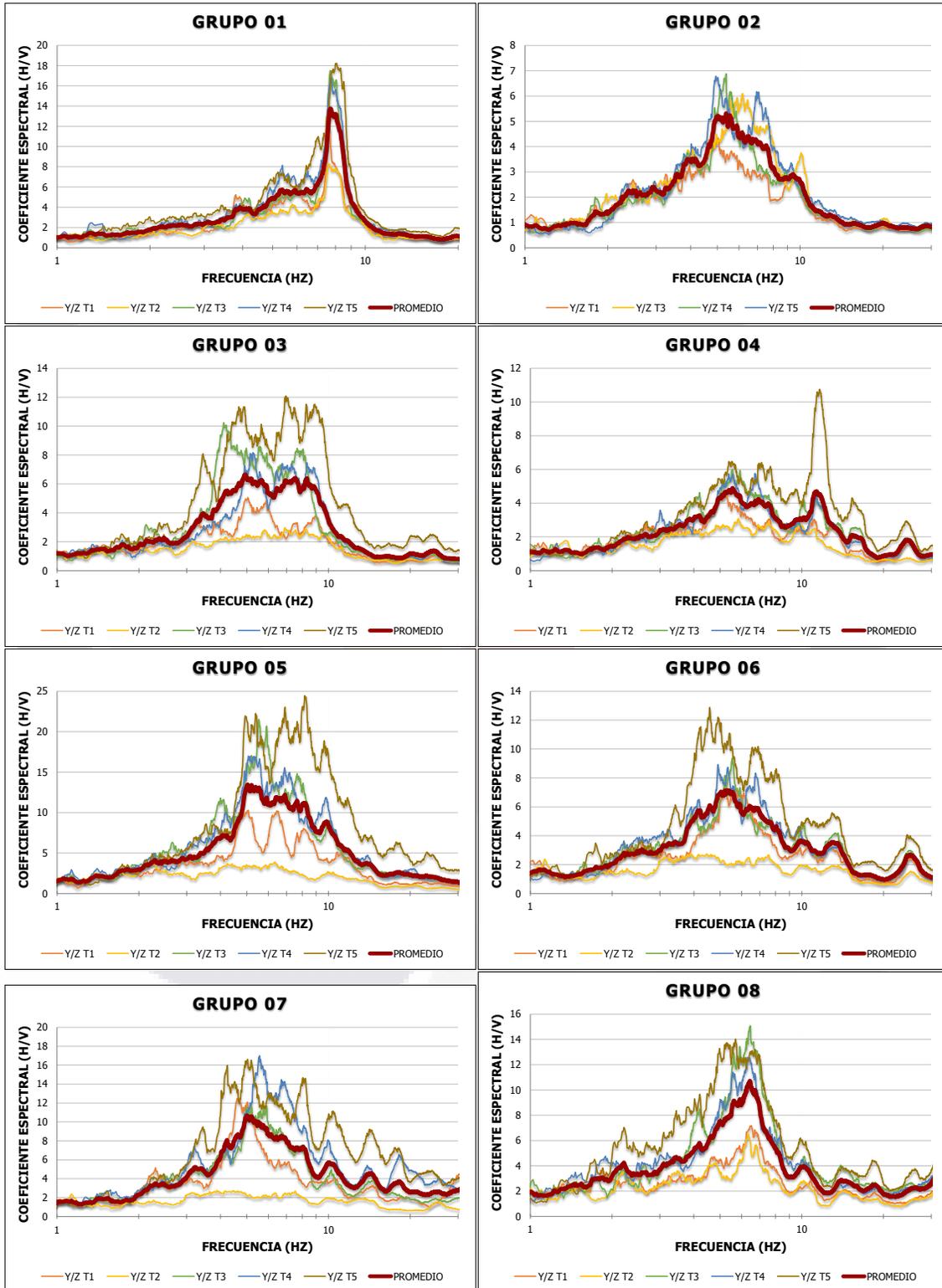
LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

Espectros de frecuencia línea 11 (L11) en sentido "X"



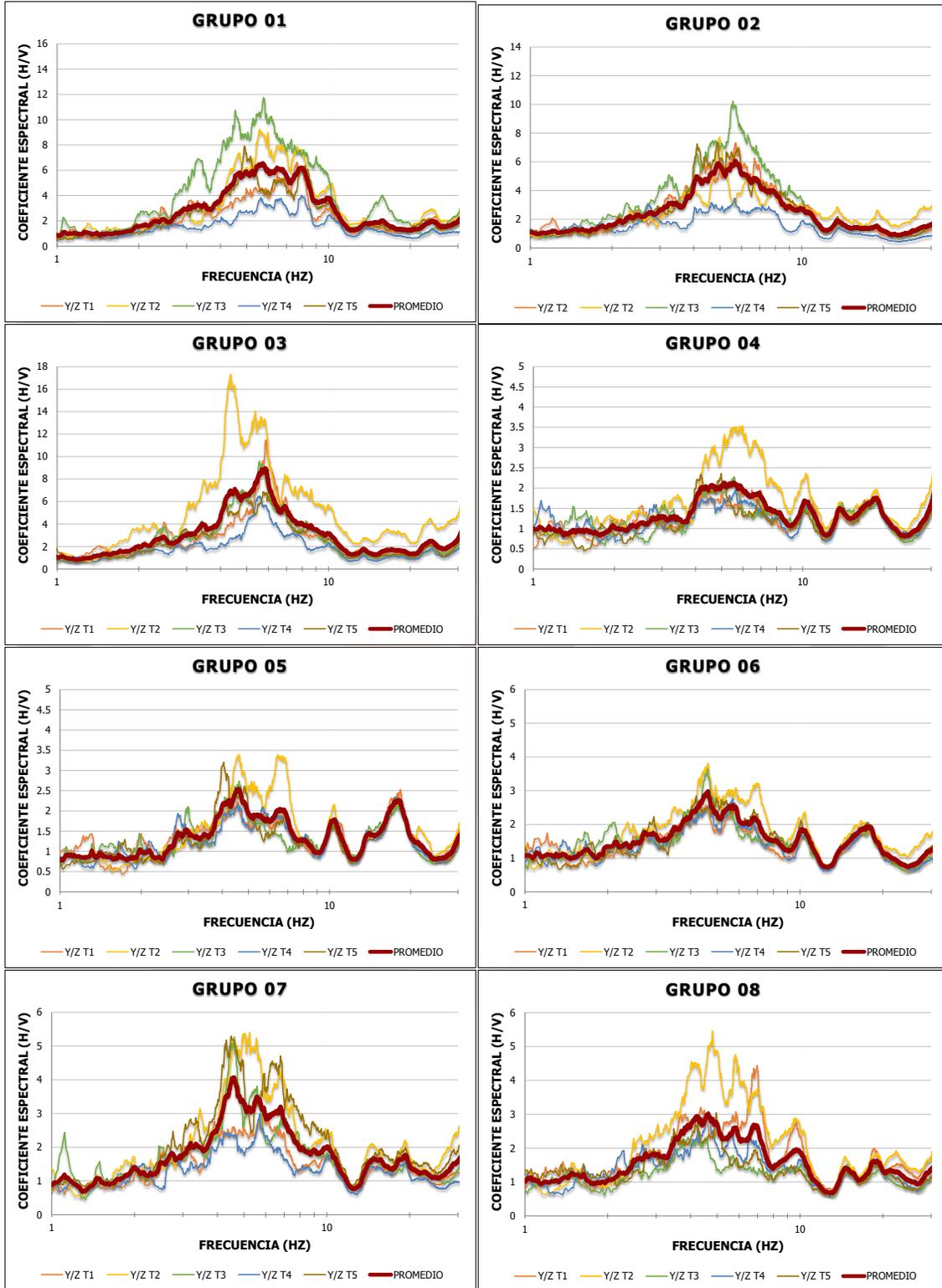
LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

Espectros de frecuencia Línea 1 (L1) en sentido "Y"



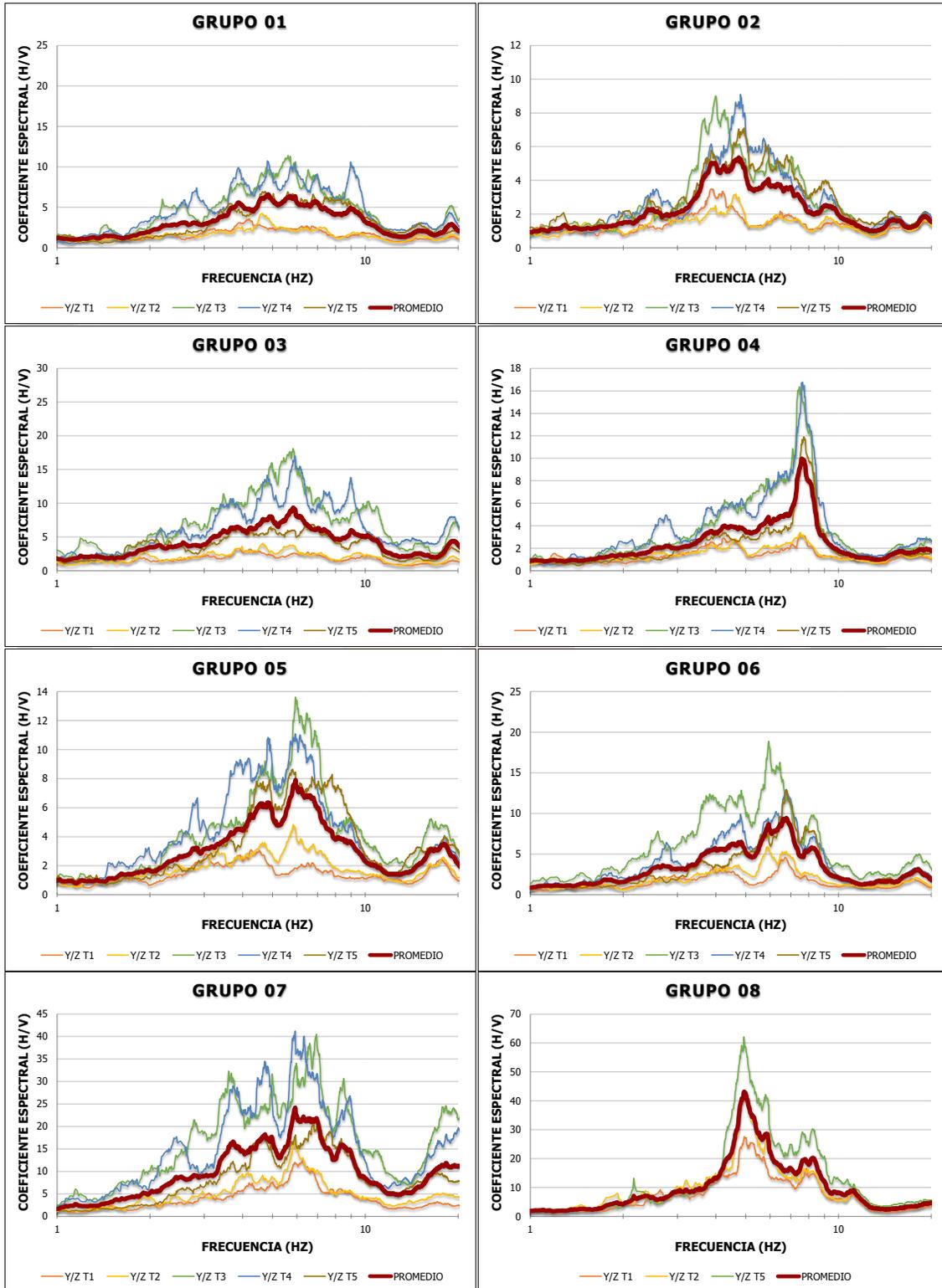
LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

Espectros de frecuencia Línea 2 (L2) en sentido "Y"



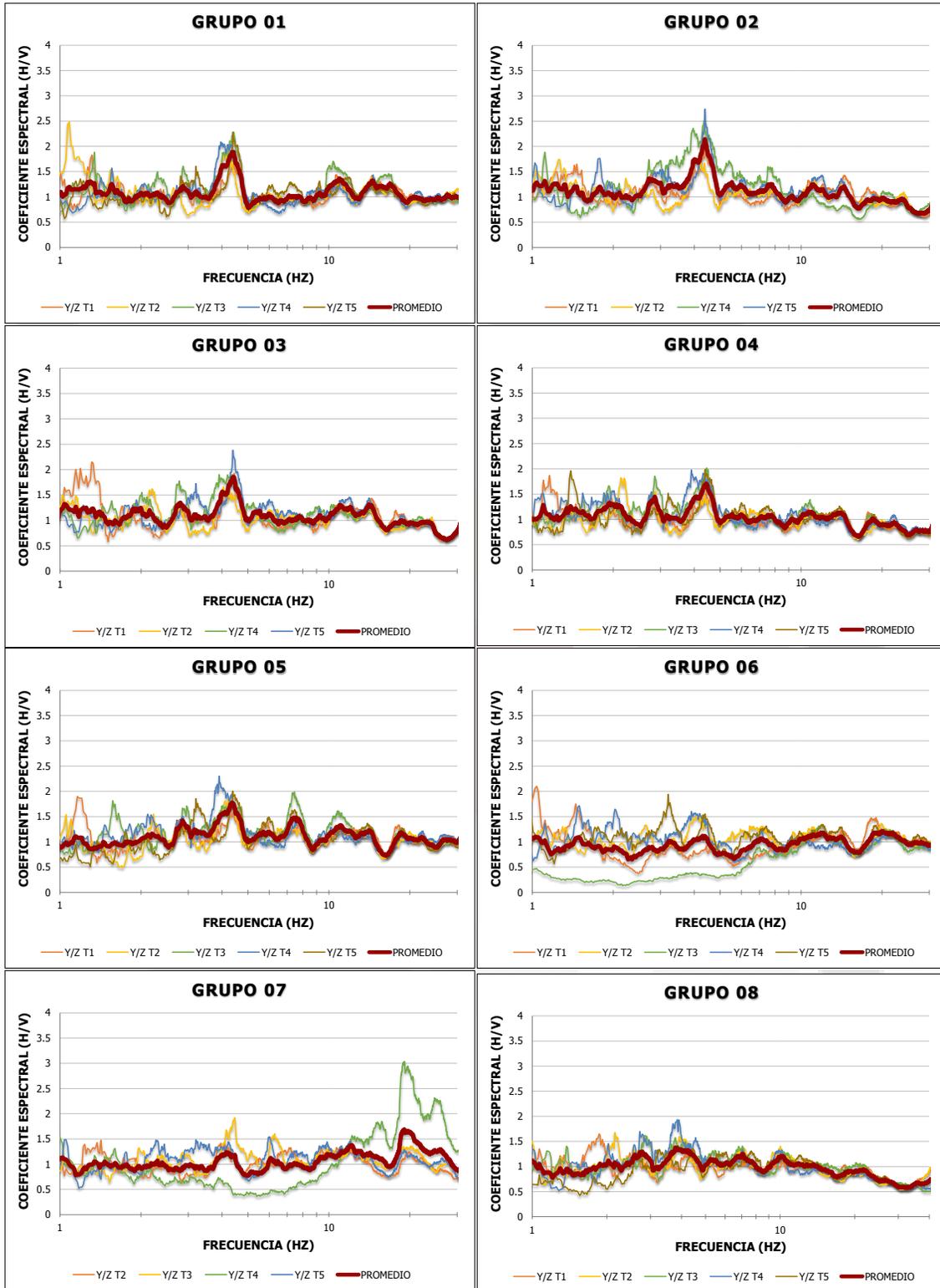
LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

Espectros de frecuencia Línea 3 (L3) en sentido "Y"



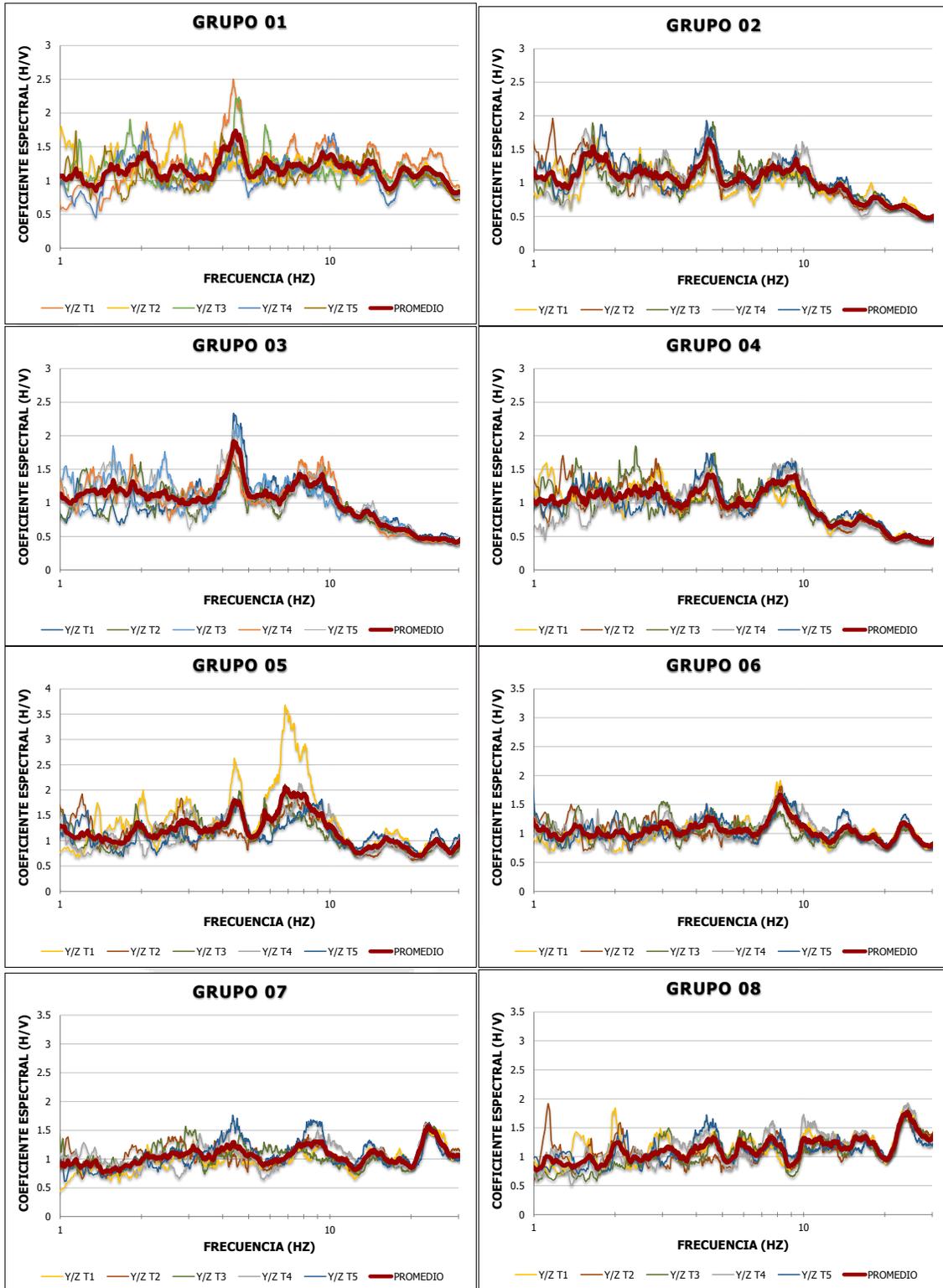
LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

Espectros de frecuencia Línea 4 (L4) en sentido "Y"



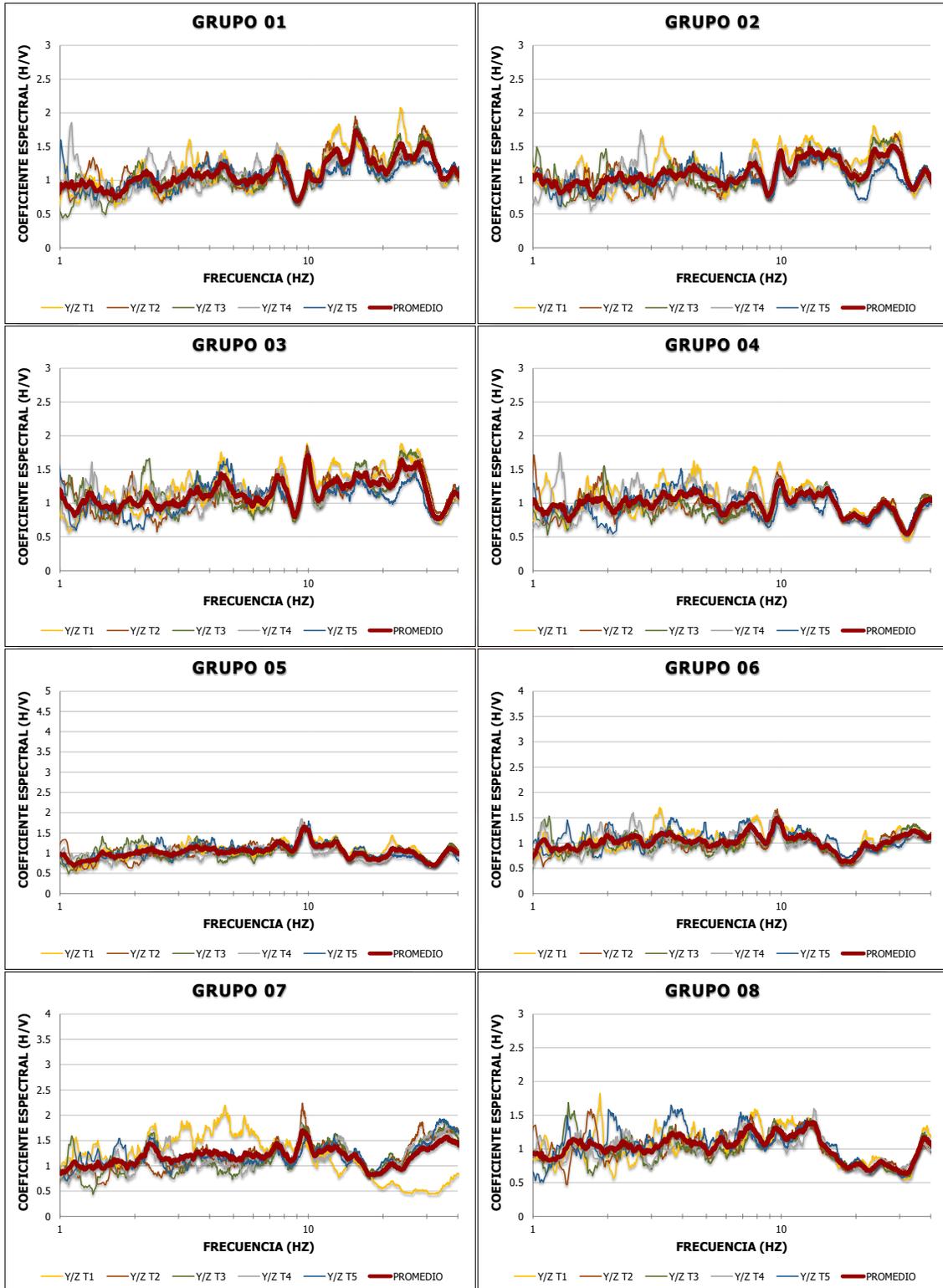
LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

Espectros de frecuencia Línea 5 (L5) en sentido "Y"



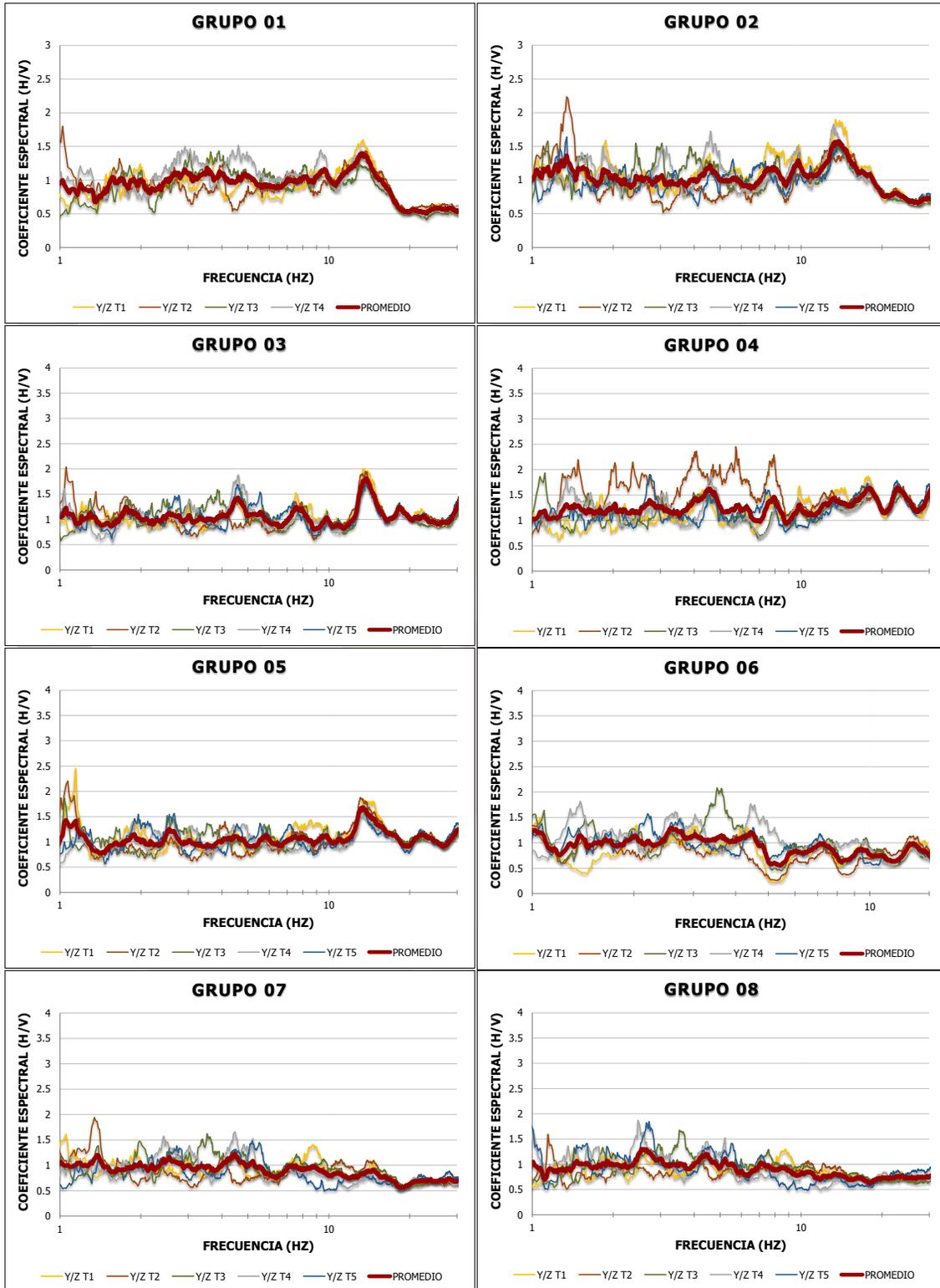
LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

Espectros de frecuencia Línea 6 (L6) en sentido "Y"



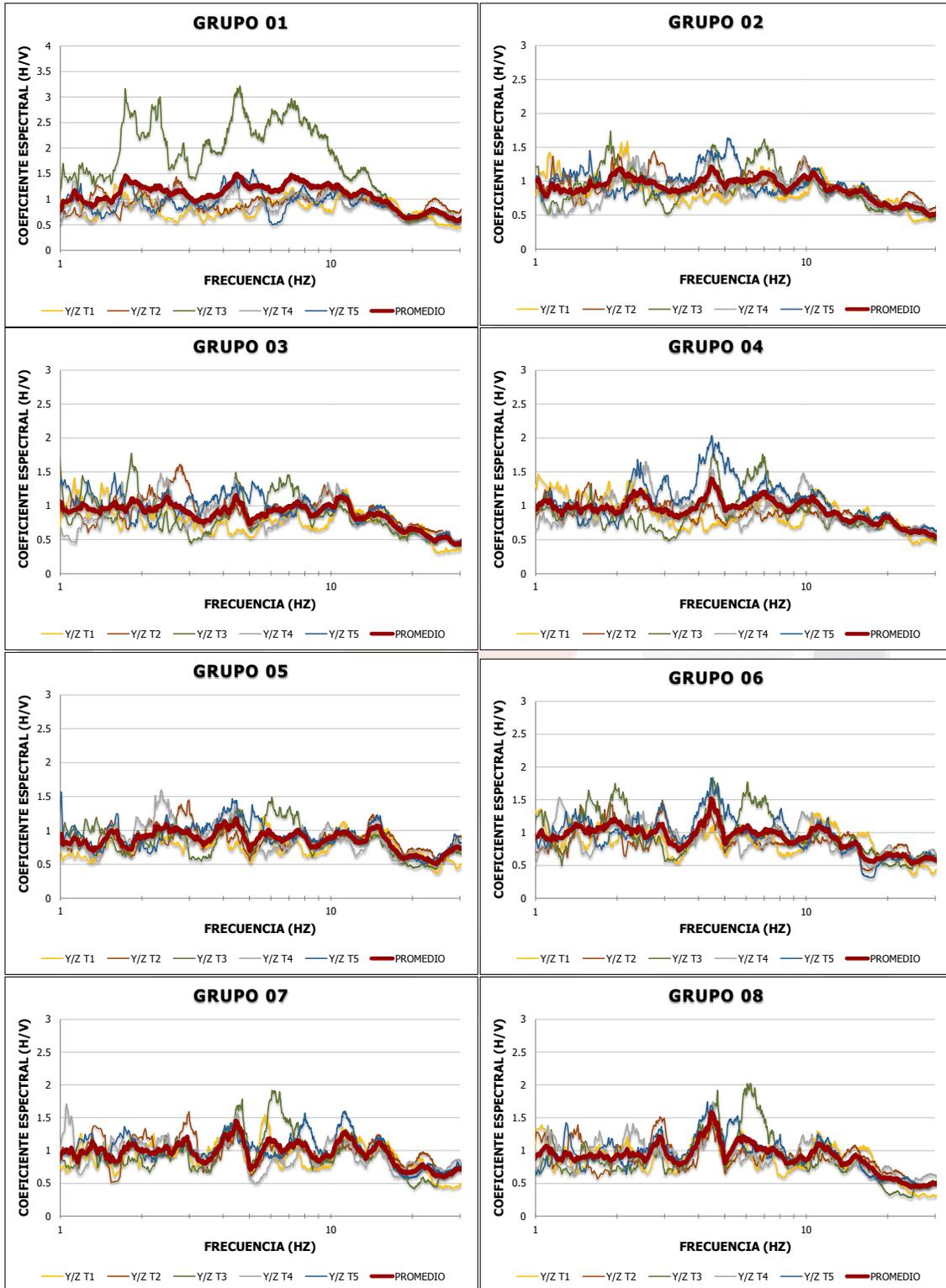
LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

Espectros de frecuencia Línea 7 (L7) en sentido "Y"



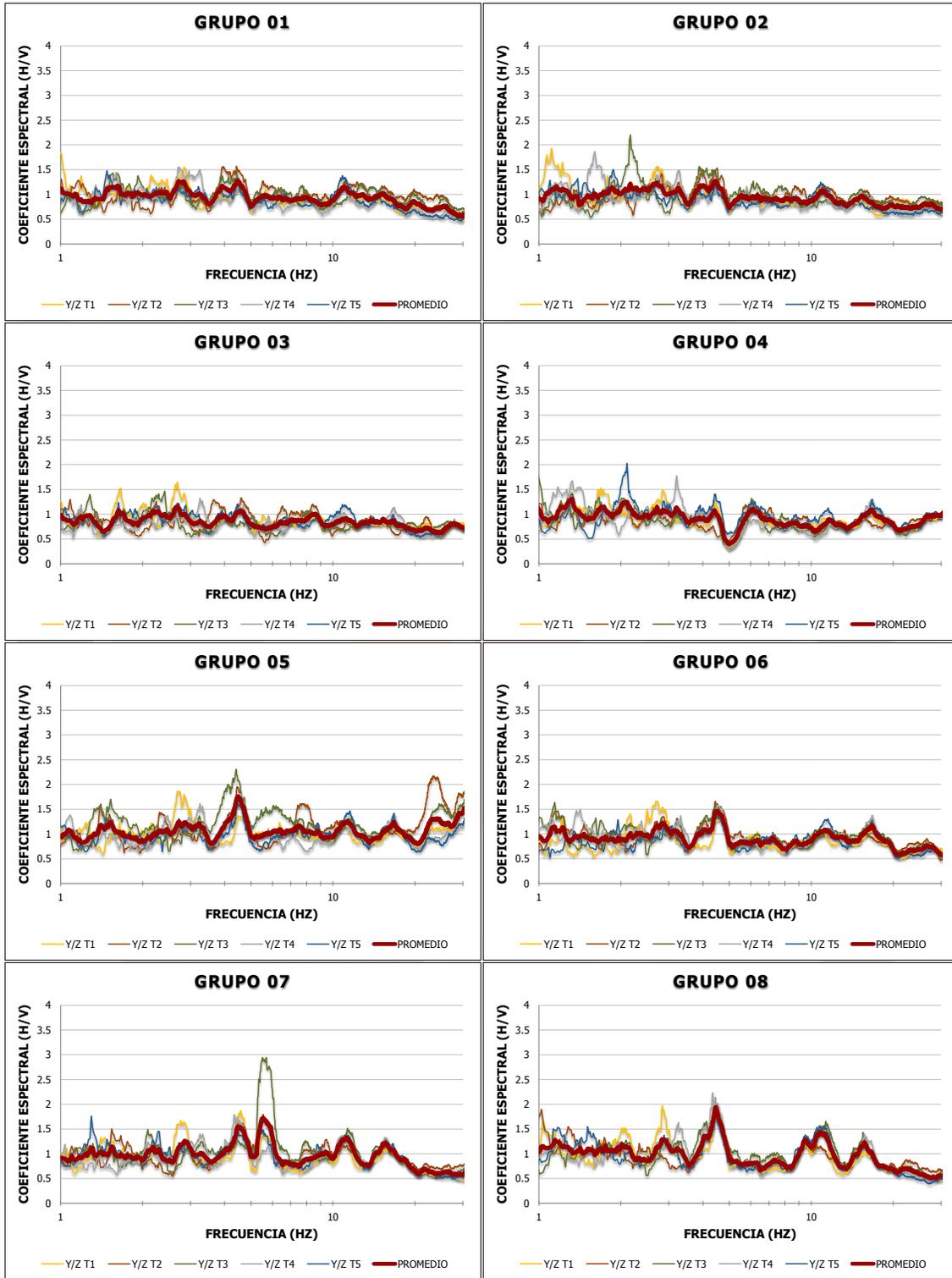
LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

Espectros de frecuencia Línea 8 (L8) en sentido "Y"



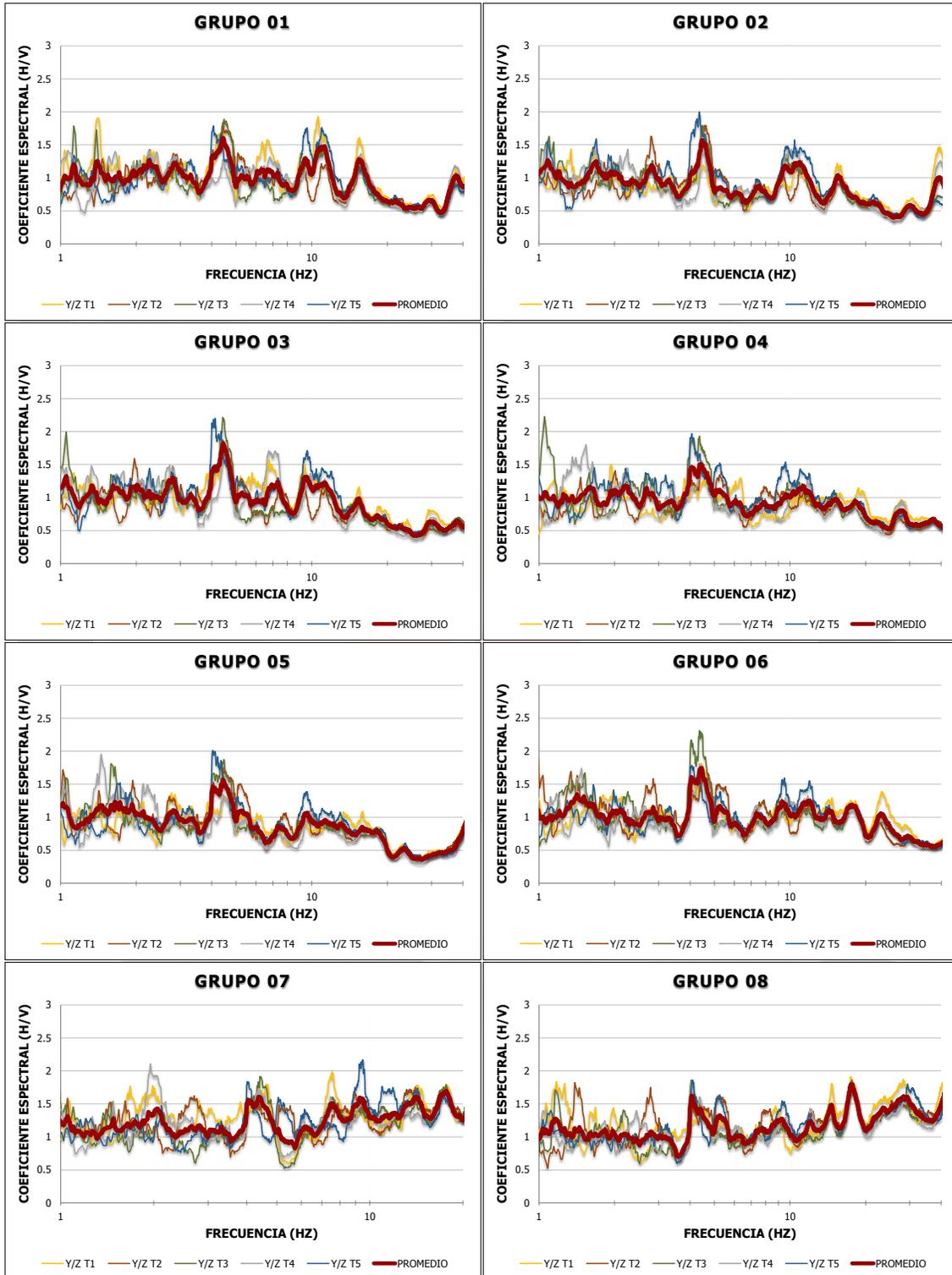
LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

Espectros de frecuencia Línea 9 (L9) en sentido "Y"



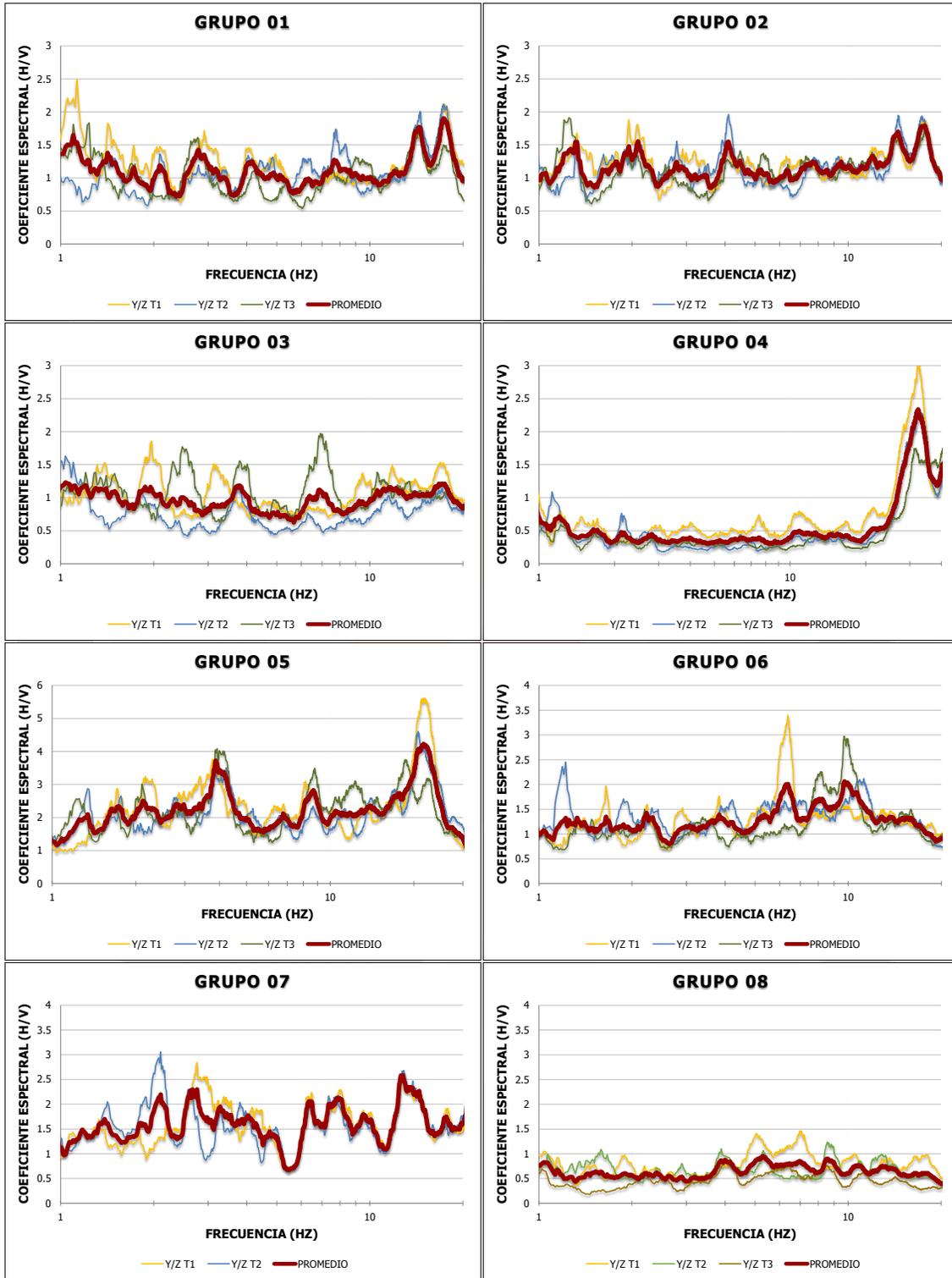
LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

Espectros de frecuencia Línea 10 (L10) en sentido "Y"



LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

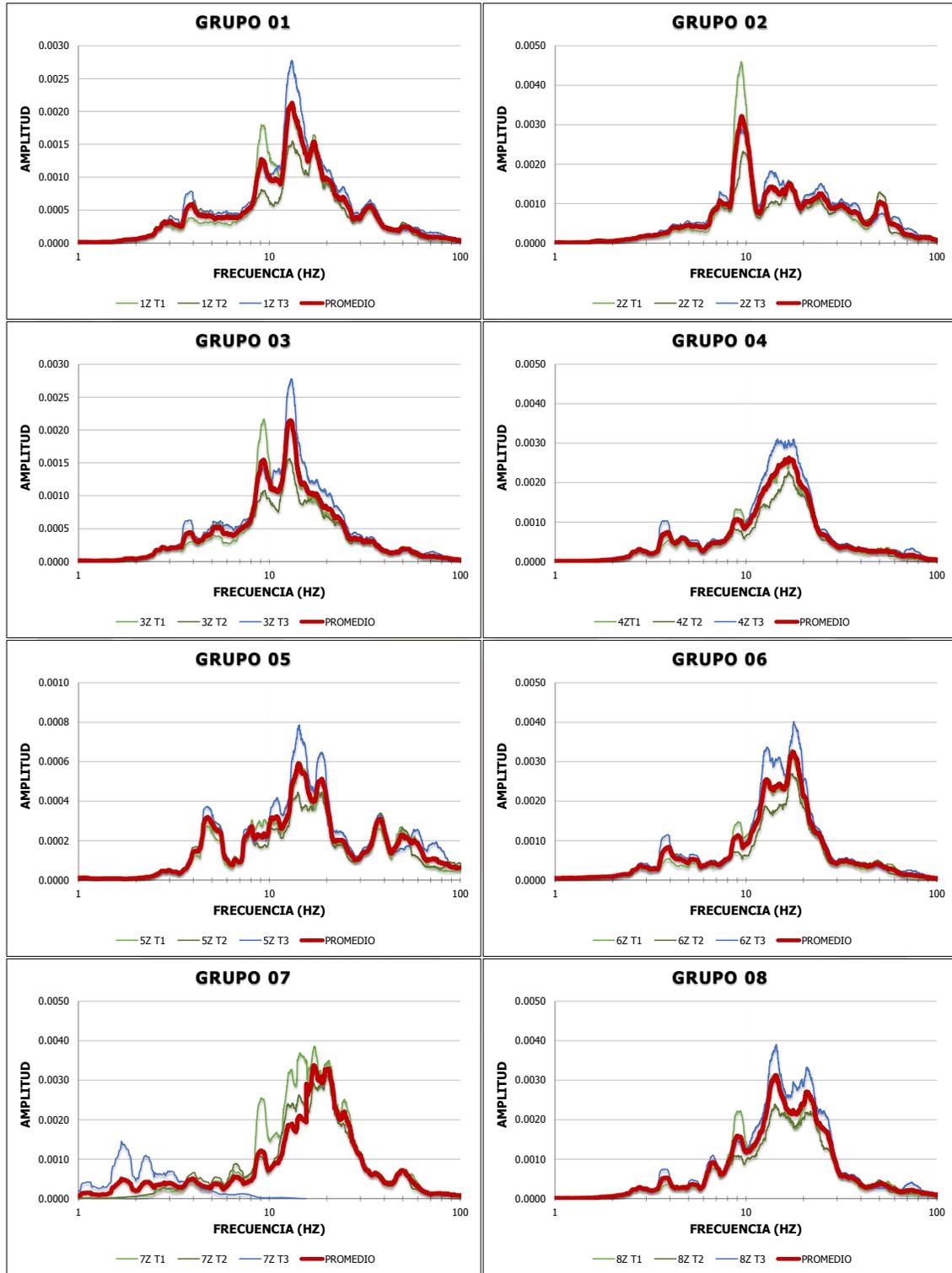
Espectros de frecuencia Línea 11 (L11) en sentido "Y"





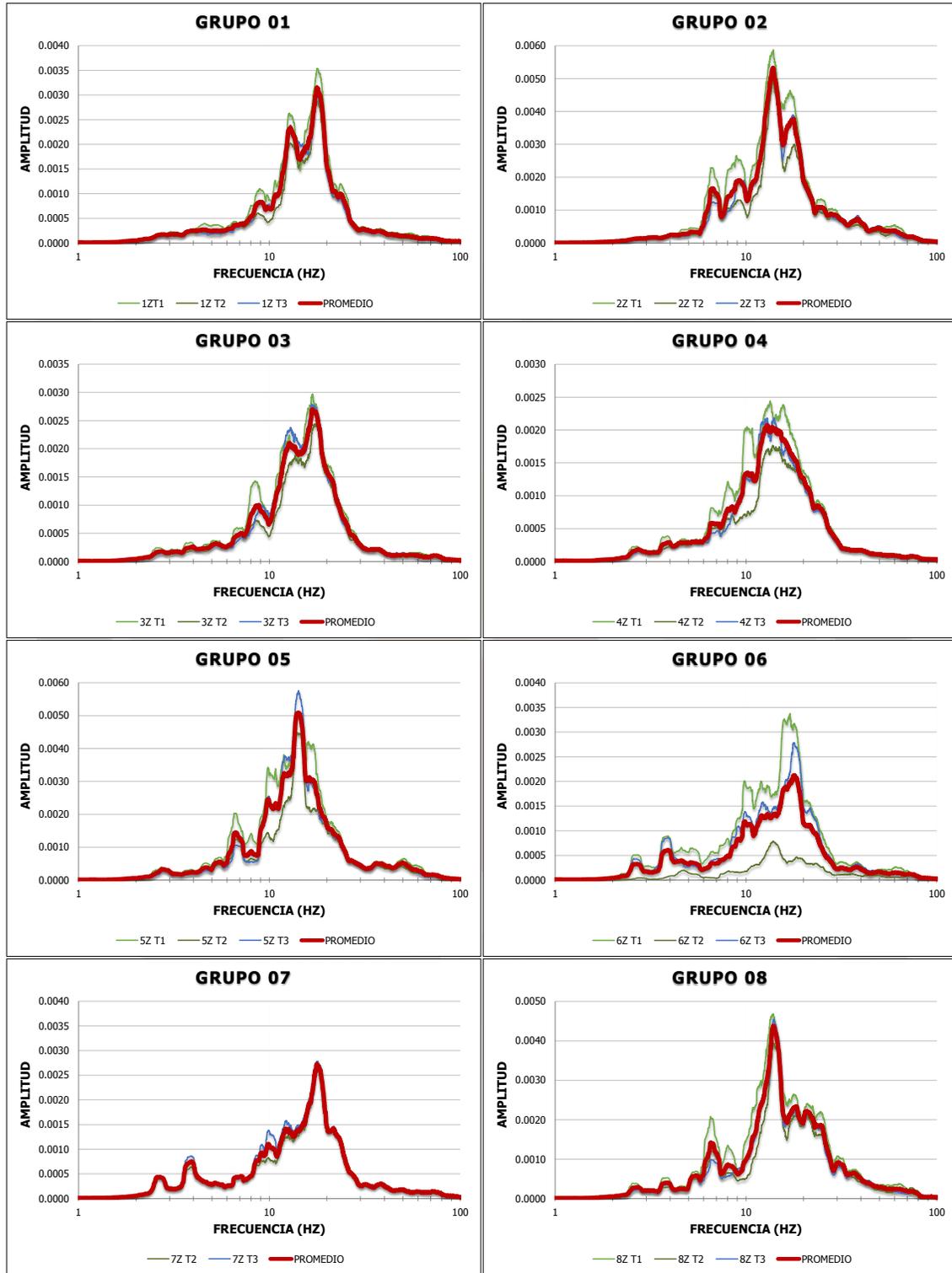
LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

Espectros de frecuencia bóveda San Antonio B1



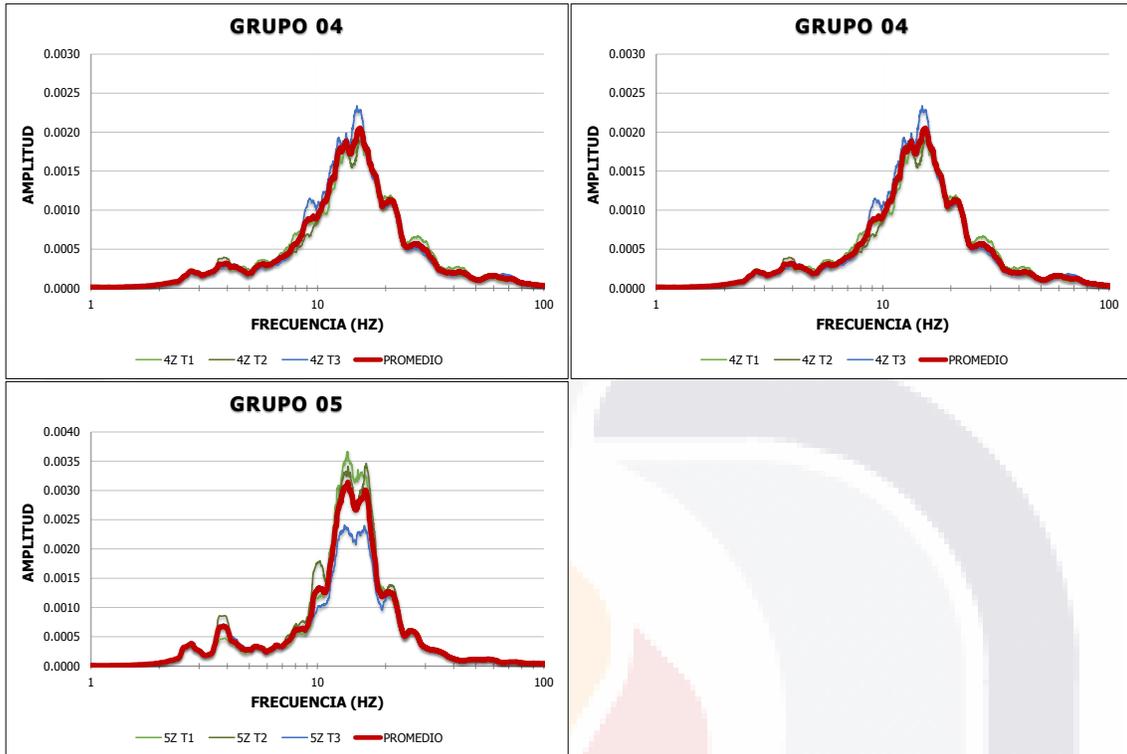
LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

Espectros de frecuencia bóveda San Antonio B2

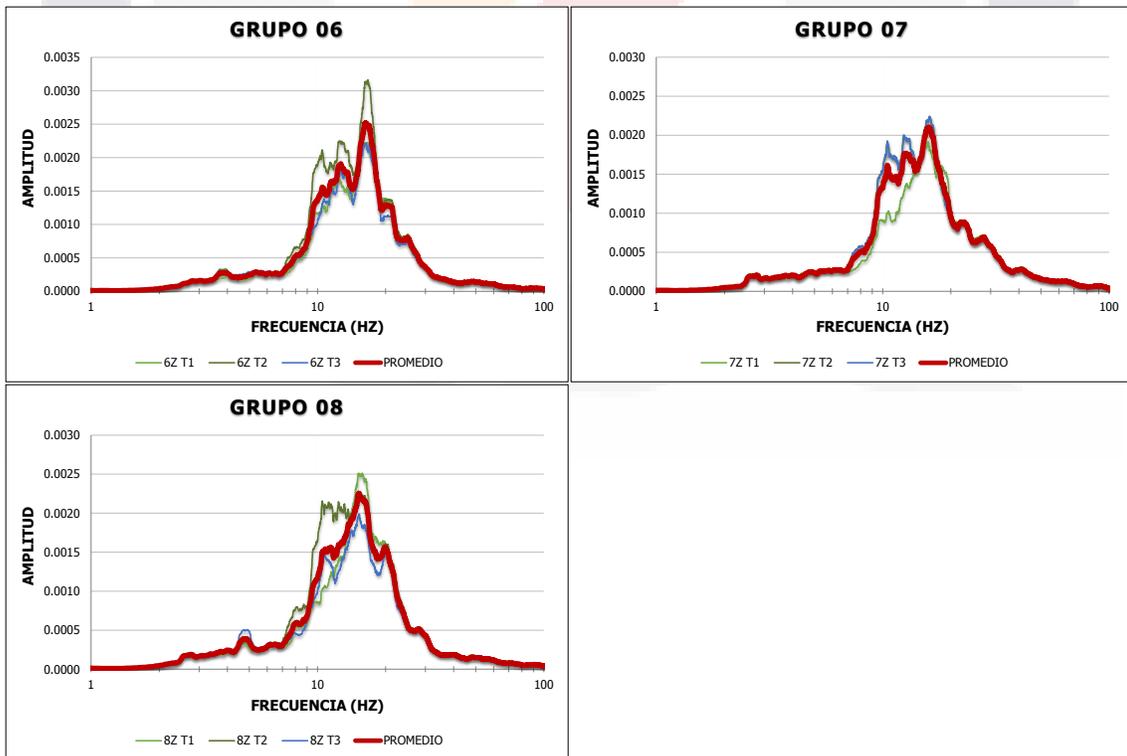


LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

Espectros de frecuencia bóveda San Antonio B3

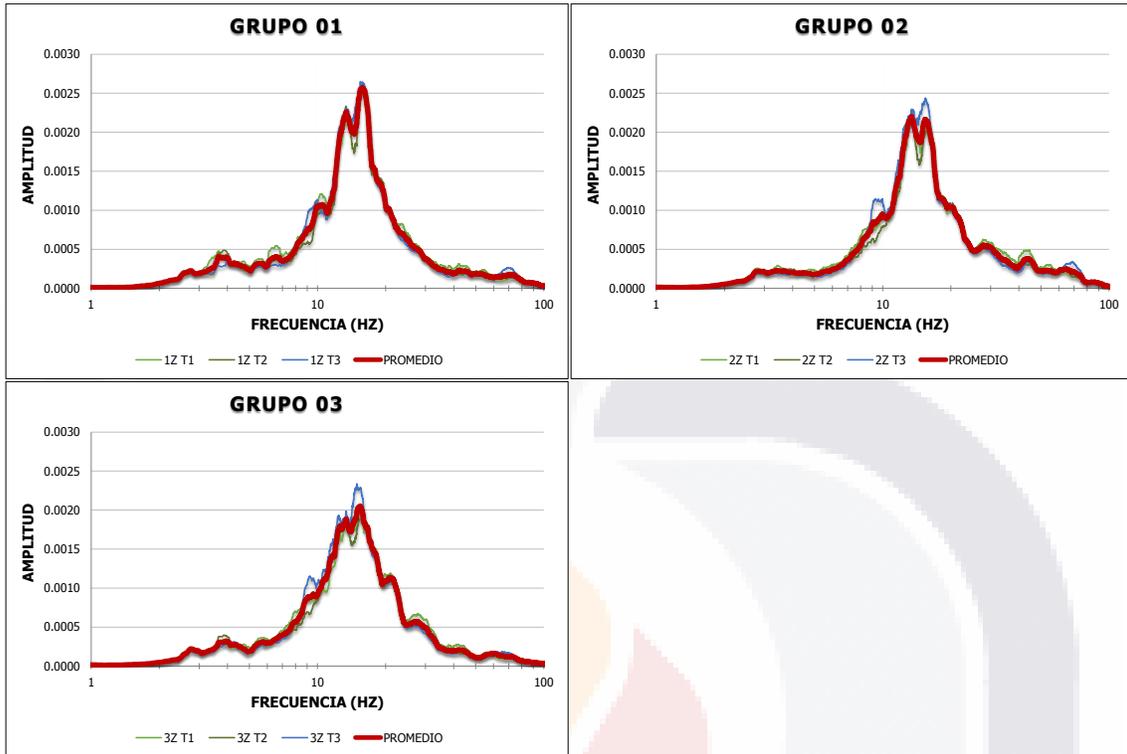


Espectros de frecuencia bóveda San Antonio B4

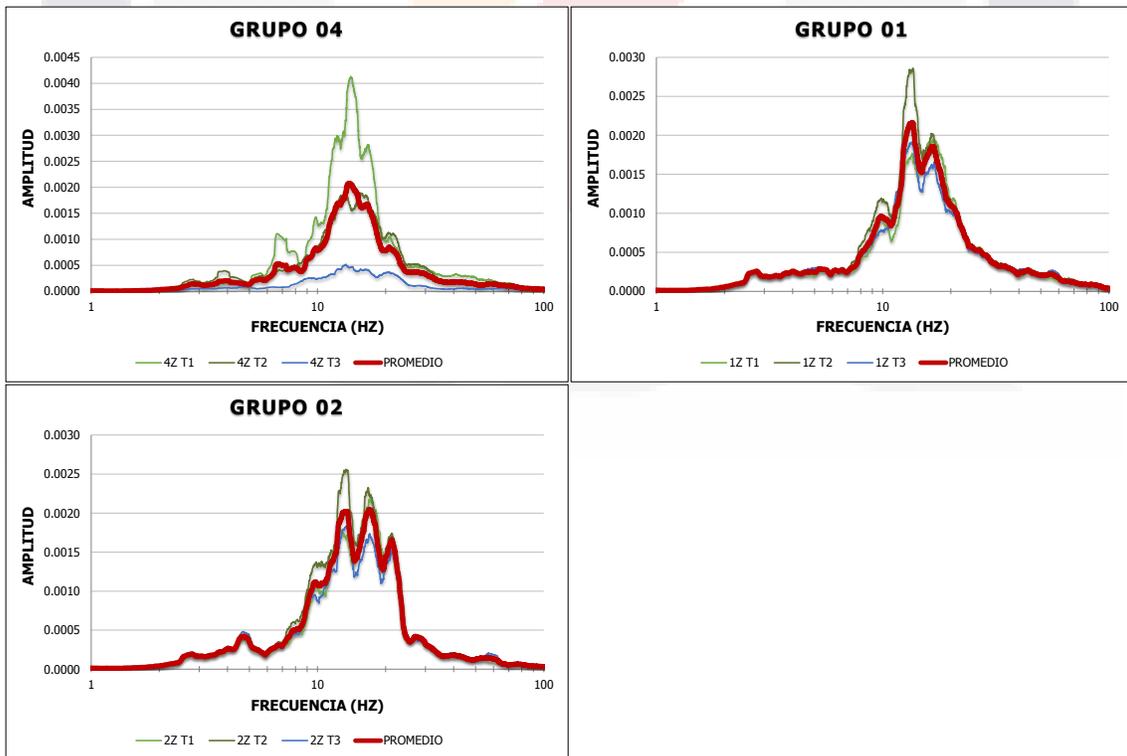


**LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL**

Espectros de frecuencia bóveda San Antonio B5

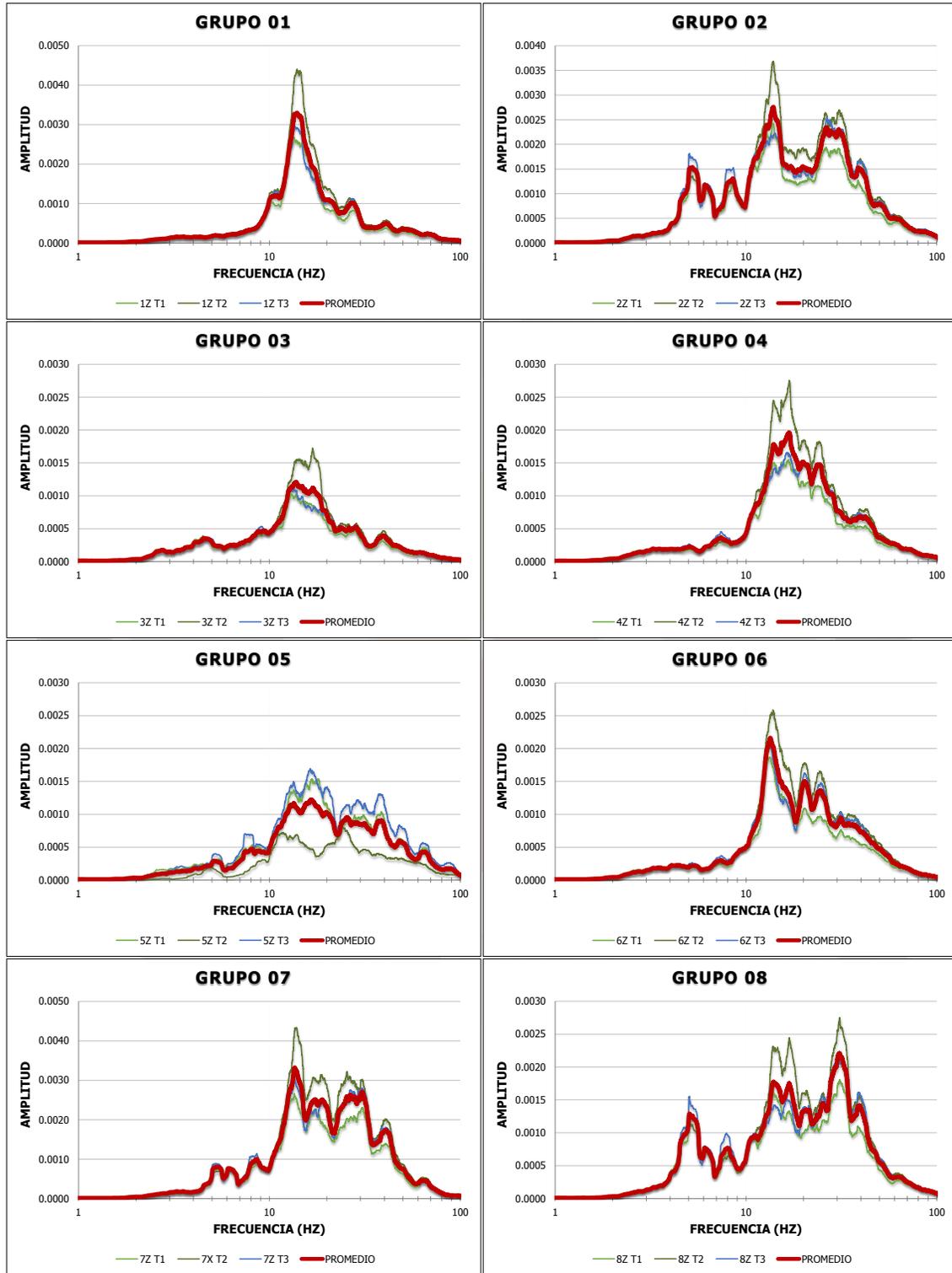


Espectros de frecuencia bóveda San Antonio B6



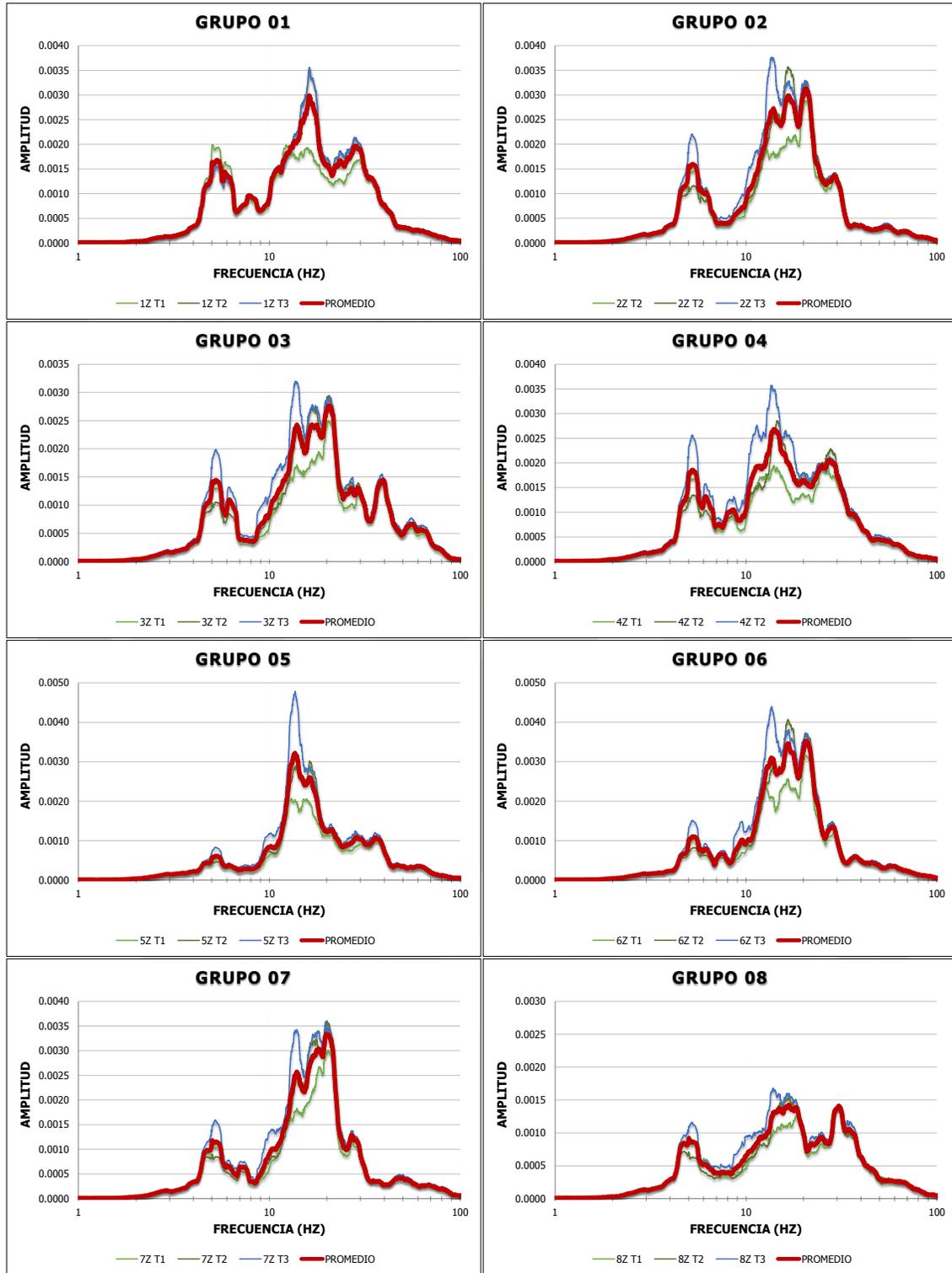
LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

Espectros de frecuencia bóveda Santa Rita V1



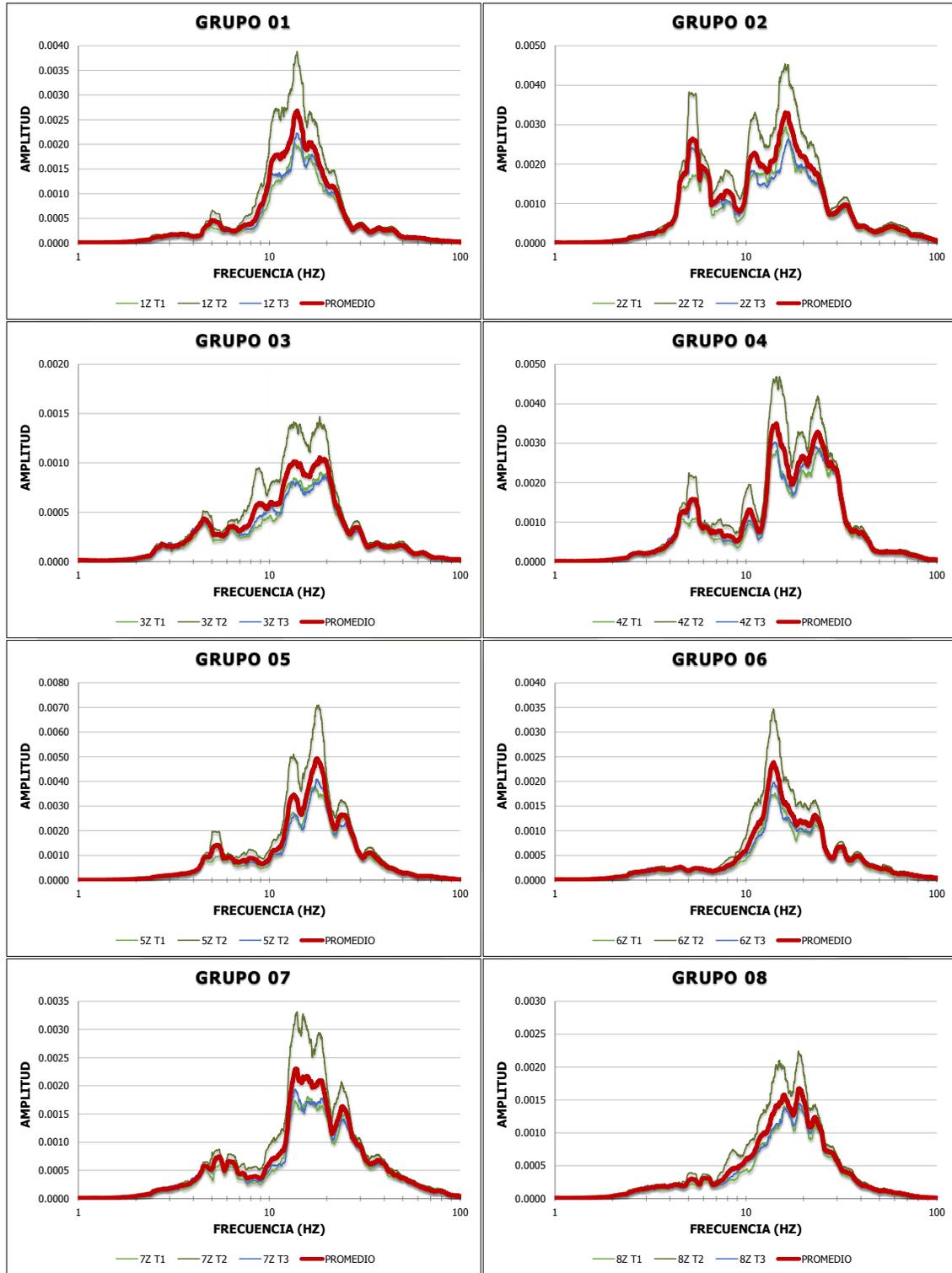
LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

Espectros de frecuencia bóveda Santa Rita V2



LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

Espectros de frecuencia bóveda Santa Rita V3

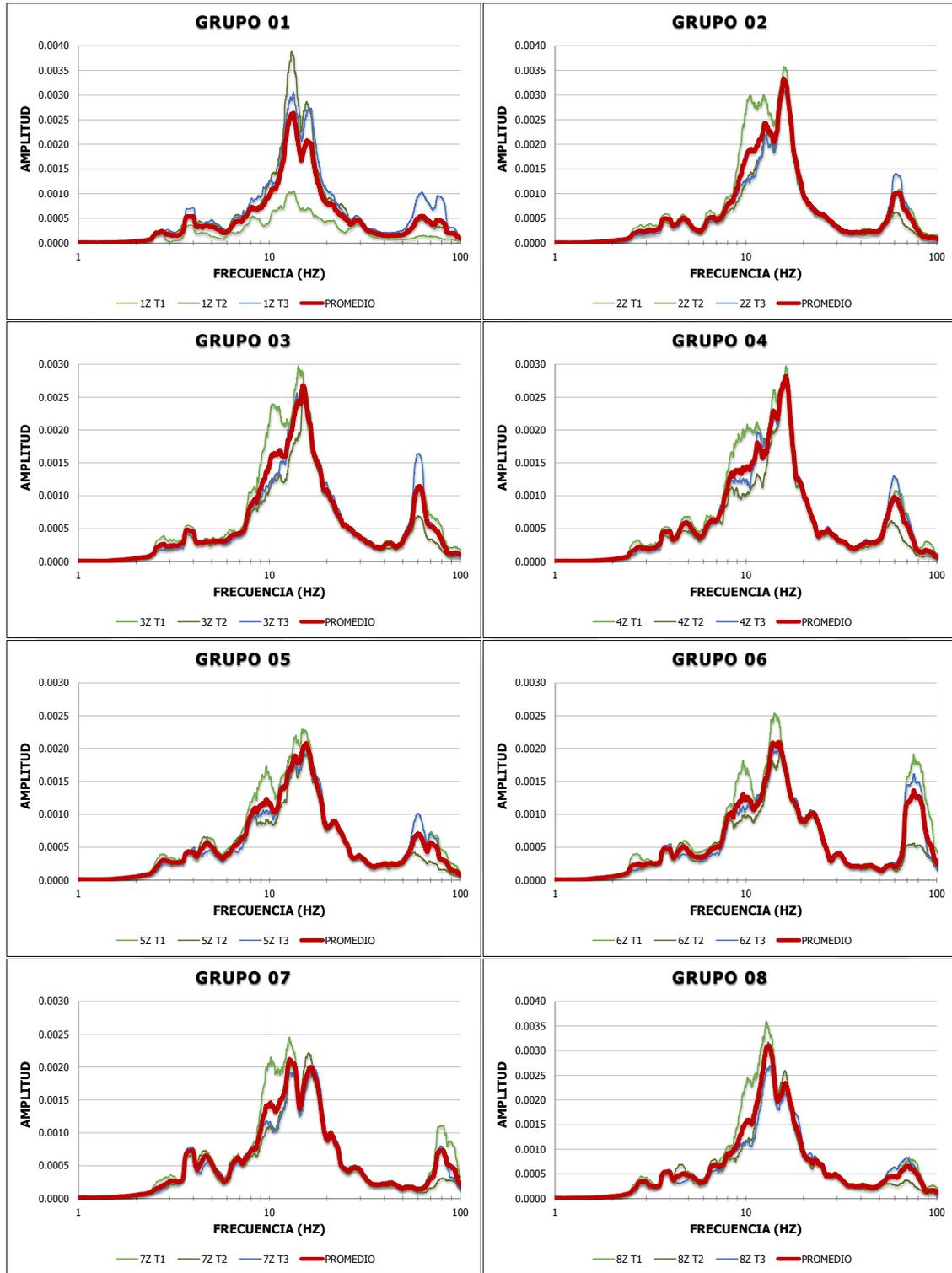


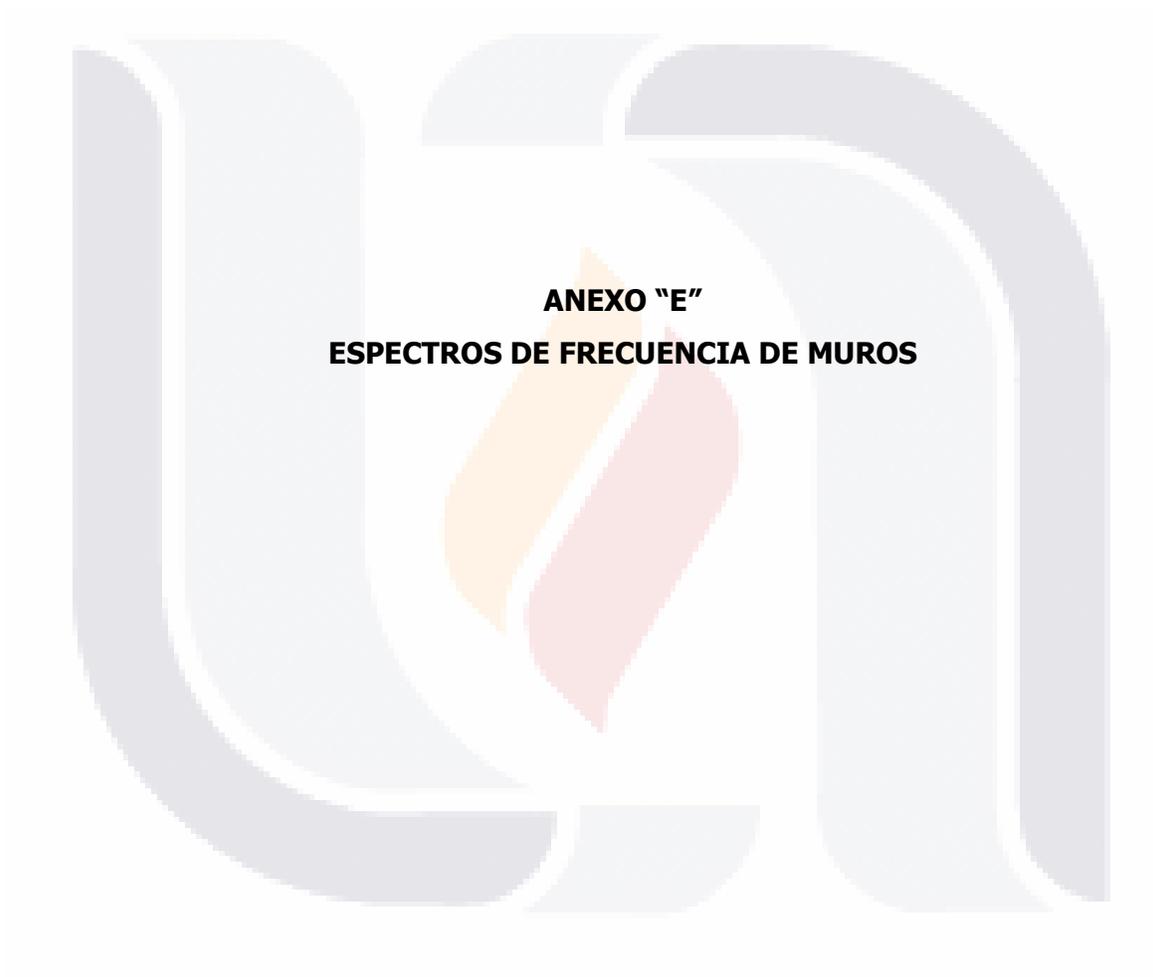


ANEXO "D"
ESPECTROS DE FRECUENCIA DE CUPULA

LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

Espectros de frecuencia pasillo cúpula San Antonio PC1

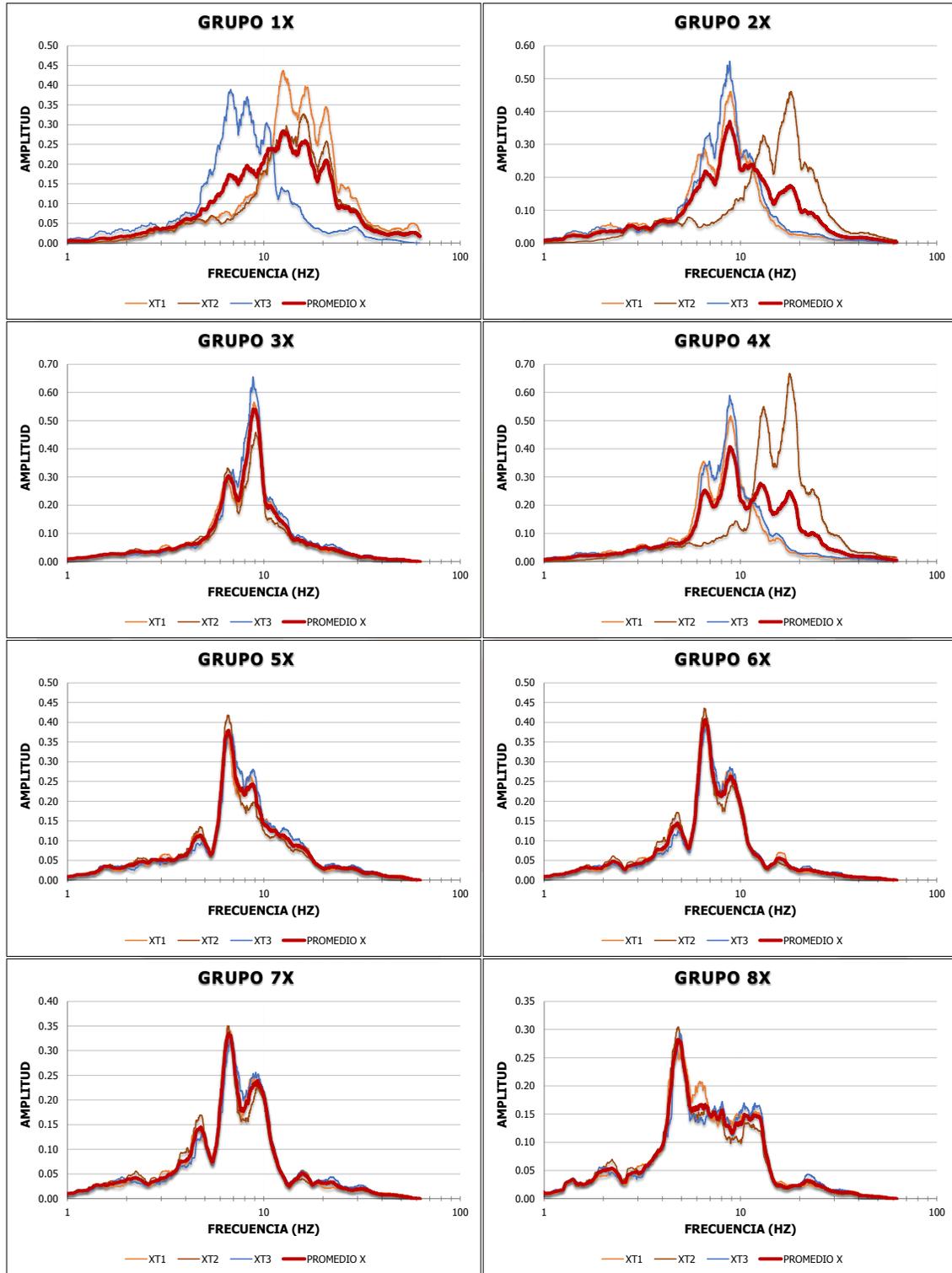




ANEXO "E"
ESPECTROS DE FRECUENCIA DE MUROS

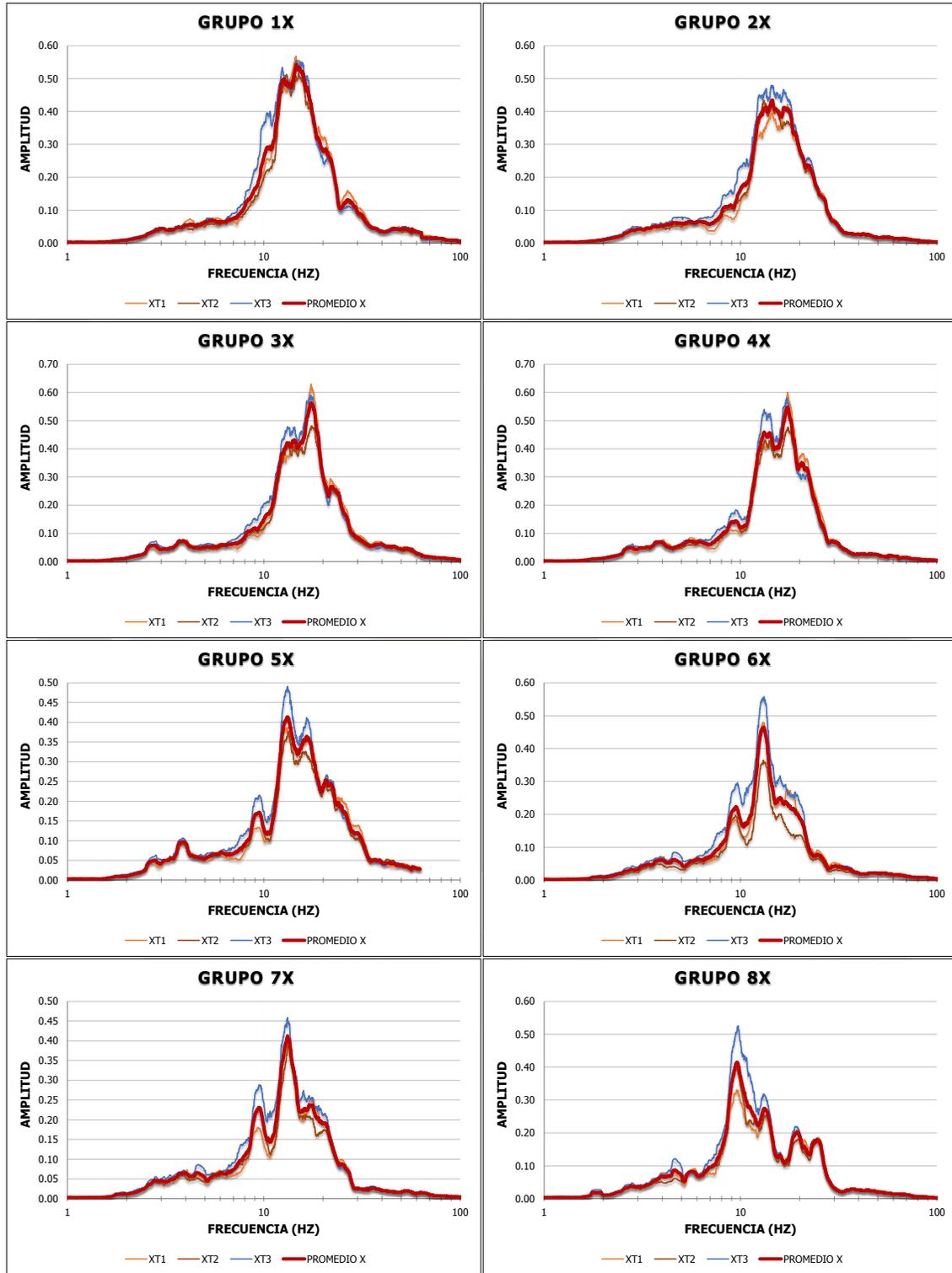
**LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL**

Espectros de frecuencia muros 1 San Antonio M1 en sentido "X"



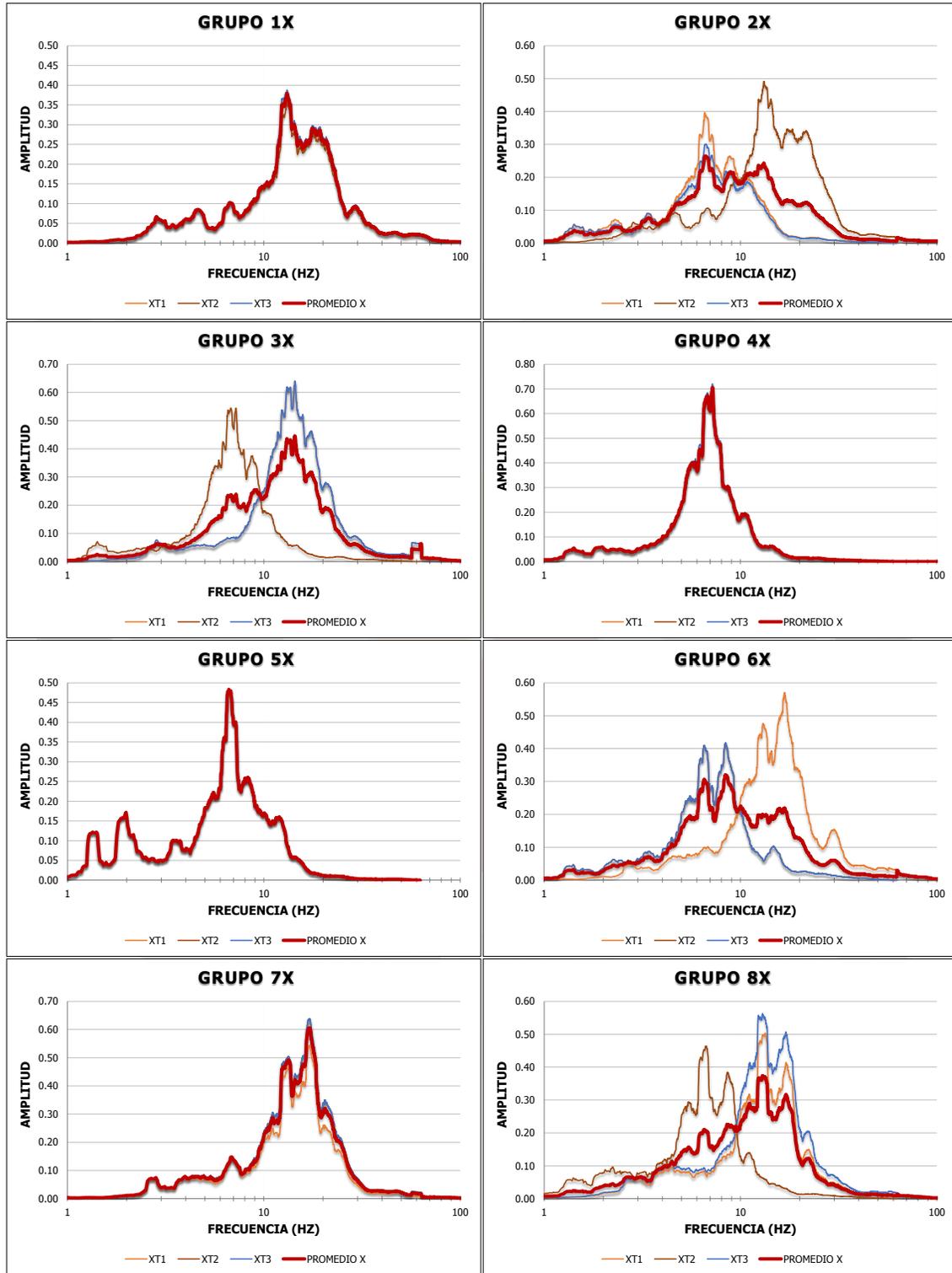
LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

Espectros de frecuencia muros 2 San Antonio M2 en sentido "X"



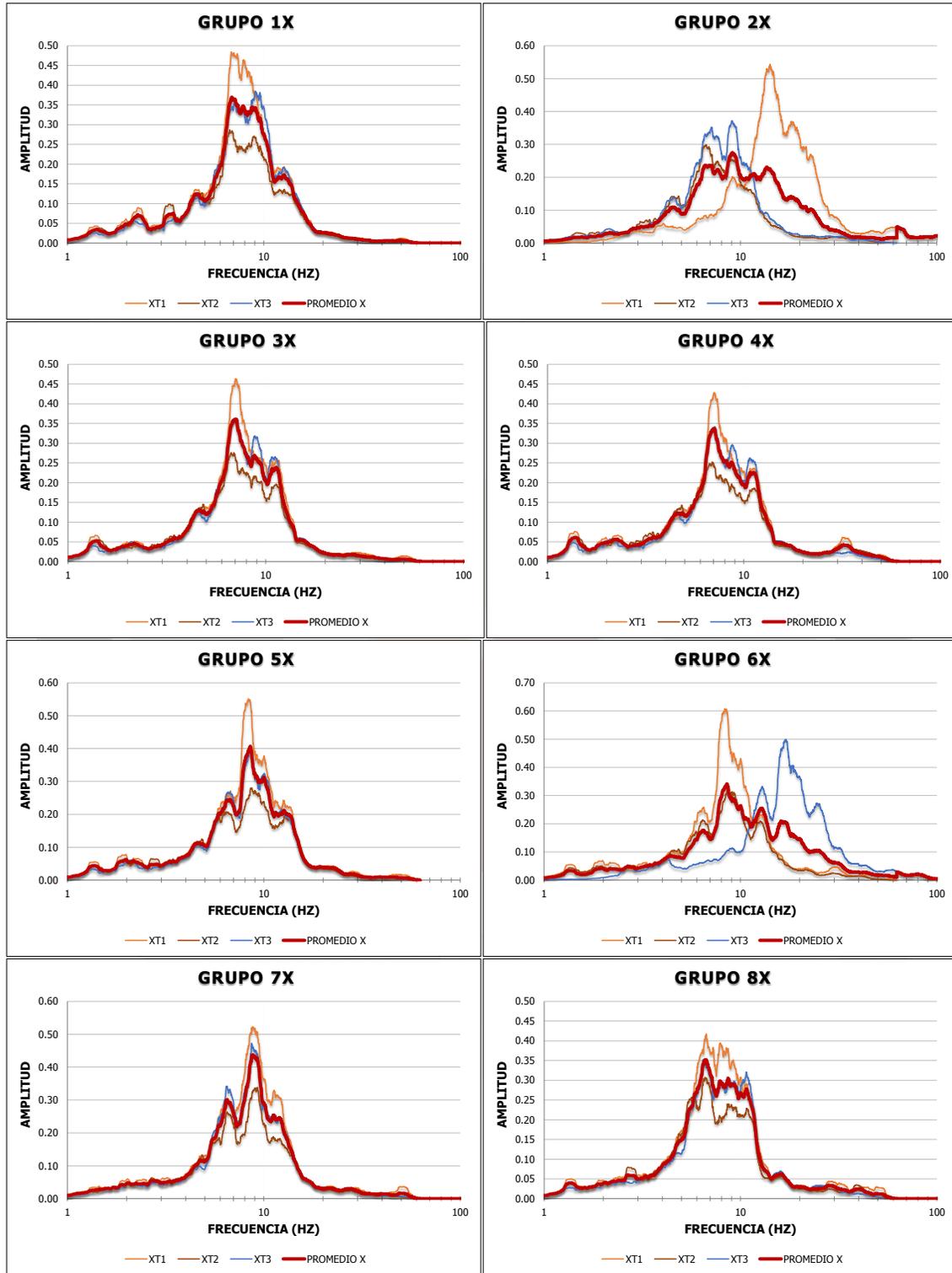
LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

Espectros de frecuencia muros 3 San Antonio M3 en sentido "X"



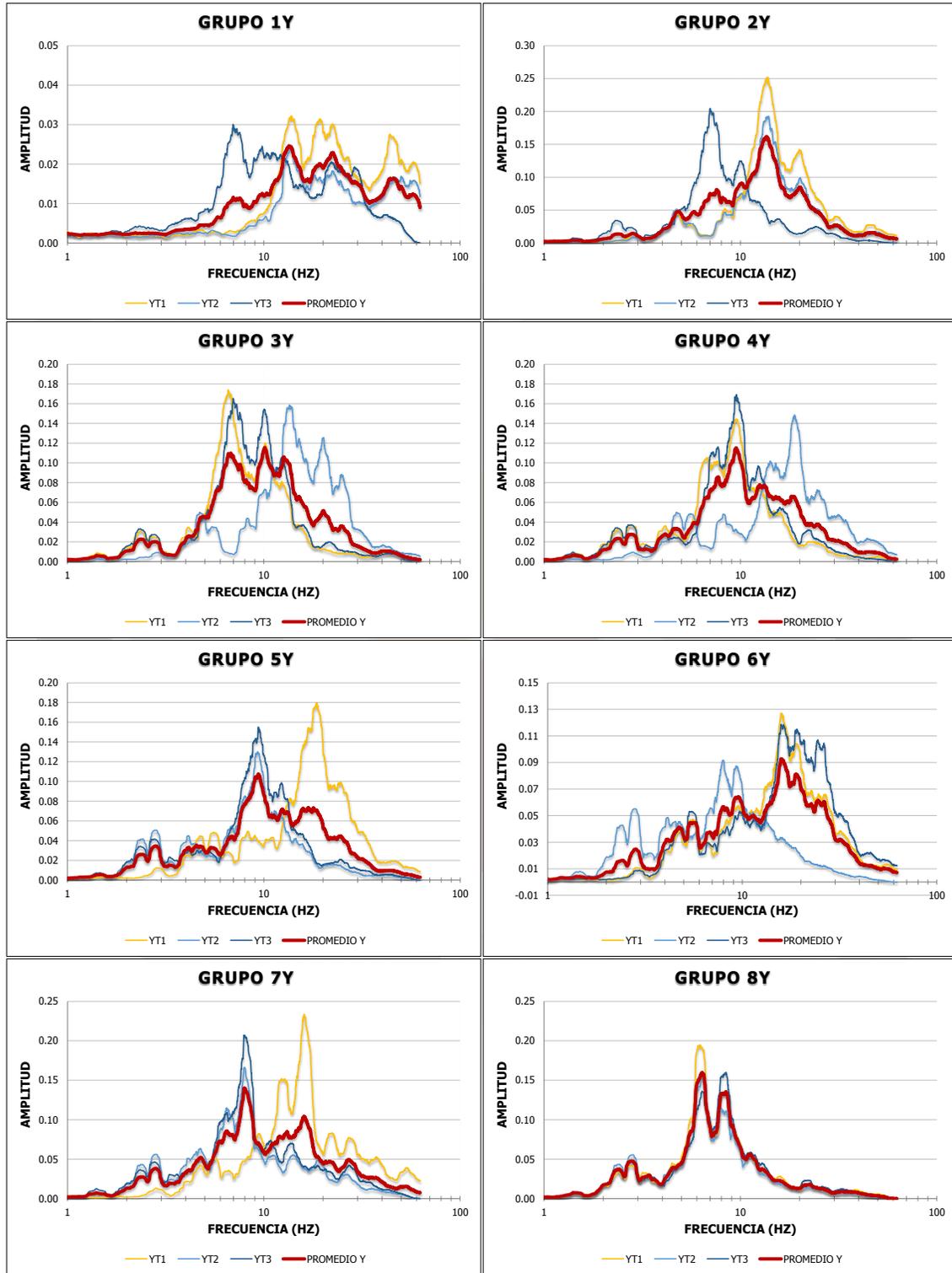
LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

Espectros de frecuencia muros 4 San Antonio M4 en sentido "X"



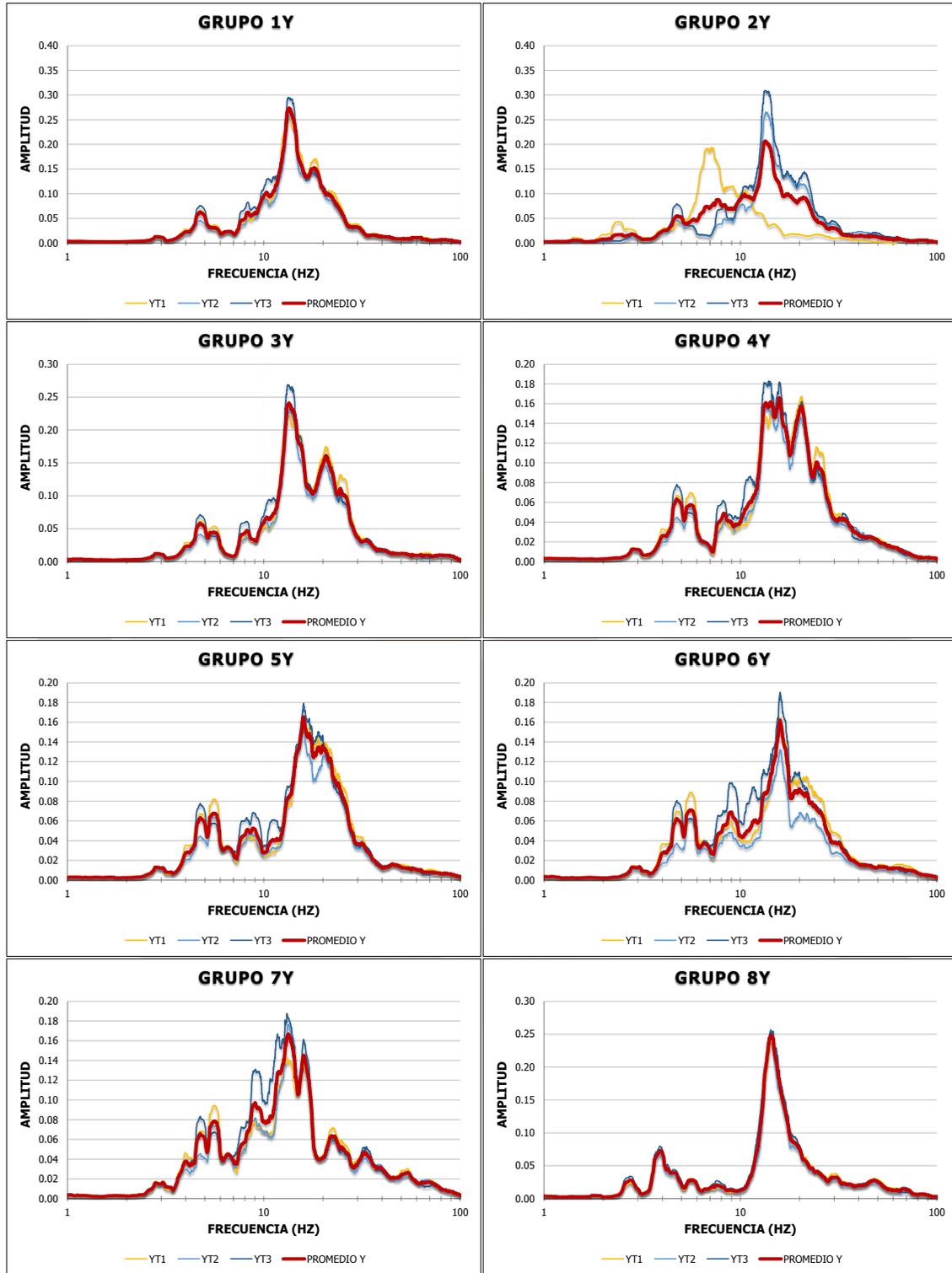
**LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL**

Espectros de frecuencia muros 1 San Antonio M1 en sentido "Y"



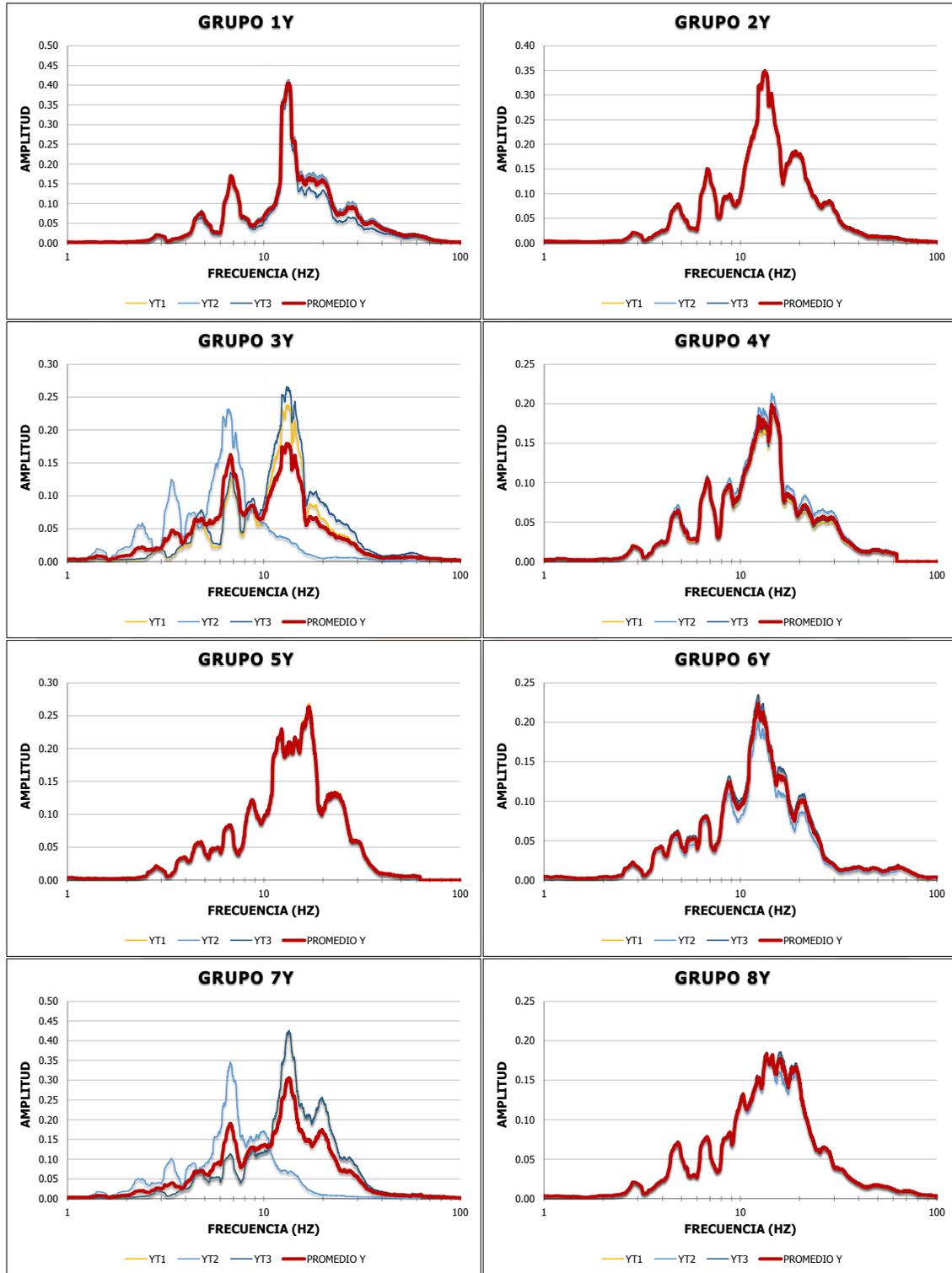
LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

Espectros de frecuencia muros 2 San Antonio M2 en sentido "Y"



LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO
Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

Espectros de frecuencia muros 3 San Antonio M3 en sentido "Y"



LEVANTAMIENTO GEOMETRICO Y DE DAÑOS DEL TEMPLO DE SAN ANTONIO Y ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA SITUACION ACTUAL

Espectros de frecuencia muros 4 San Antonio M4 en sentido "Y"

