

ESCENARIO CATASTRÓFICO PARA LIMA Y EL CALLAO ANTE UN SISMO DE GRAN MAGNITUD (> M8.0)



XXXIV SIMPOSIO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES

“APORTE DEL CEOIS/REMOED A LA INGENIERÍA SISMORRESISTENTE PERUANA”

Dr. Ing. Miguel Augusto Díaz Figueroa

C. Zavala, I. Inocente, J. Jaramillo, J. Palacios, A. Otero, L. Lopez,
S. Isuhuaylas



CENTRO PERUANO JAPONÉS DE
INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y
MITIGACIÓN DE DESASTRES

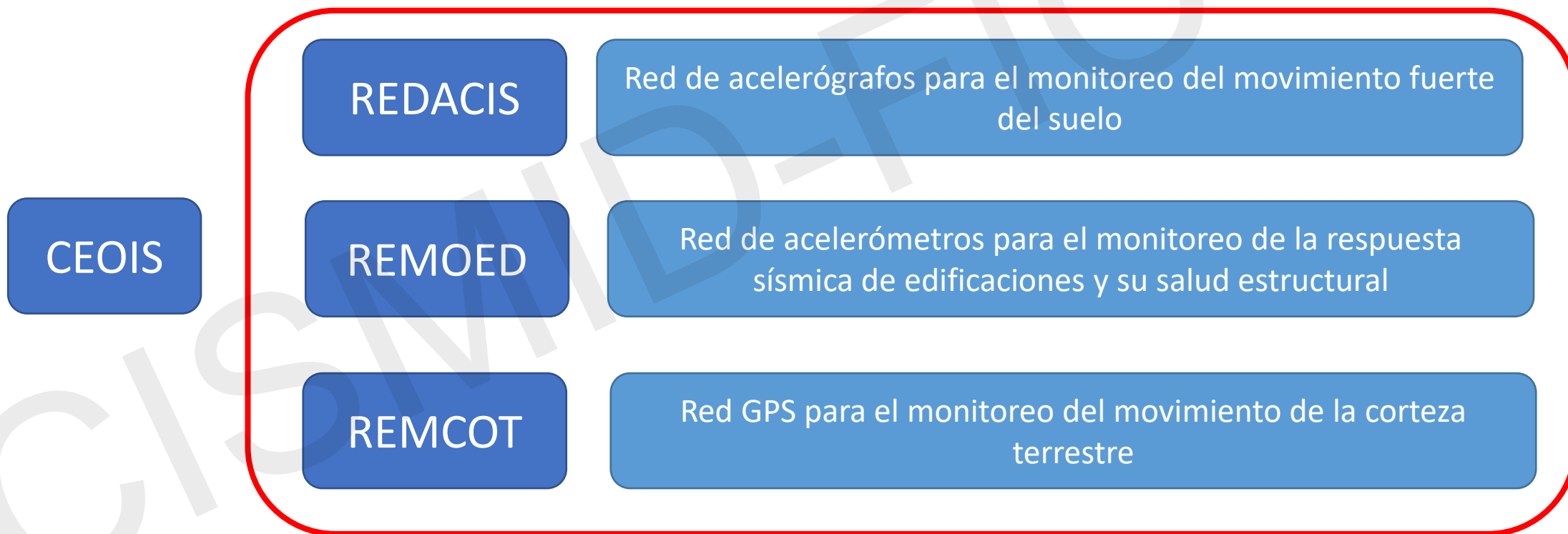
FACULTAD DE
INGENIERÍA CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL
DE INGENIERÍA



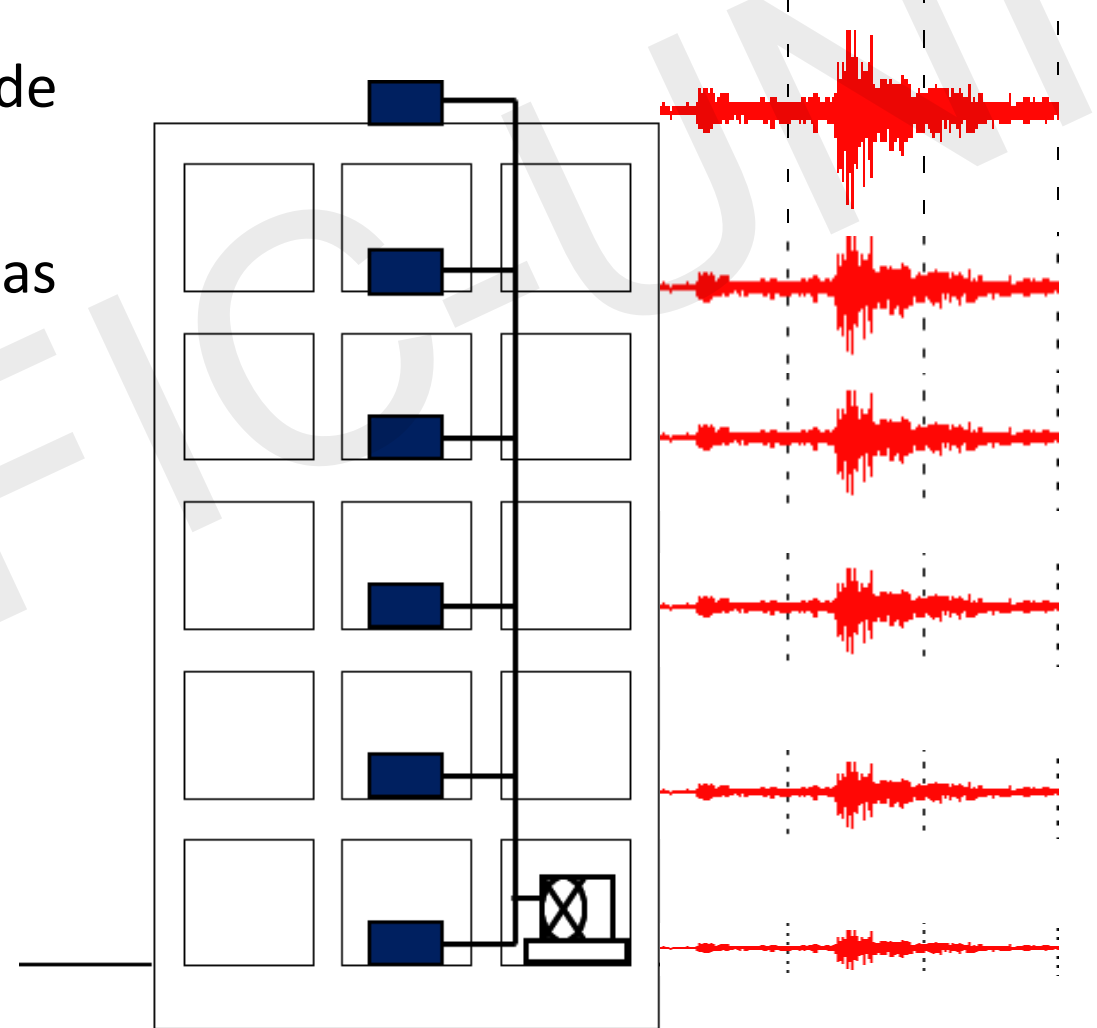
CENTRO DE OBSERVACIÓN PARA INGENIERÍA SÍSMICA – CEOIS

Objetivo: Observar en tiempo real la respuesta del suelo y de las edificaciones ante los sismos en Lima Metropolitana y otras ciudades del país.



REMOED

- Evaluación cuantitativa de la respuesta sísmica de edificaciones.
- Monitoreo de edificaciones importantes ubicadas en Lima Metropolitana y la Provincia Constitucional del Callao, a través de Internet y centralizados en un servidor dedicado para monitoreo.
- Análisis de datos de respuesta sísmica de edificaciones para la evaluación del daño y generación de reportes.
- Generación de información para la toma de decisiones de ocupación.
- Elaboración de Informes Científicos.

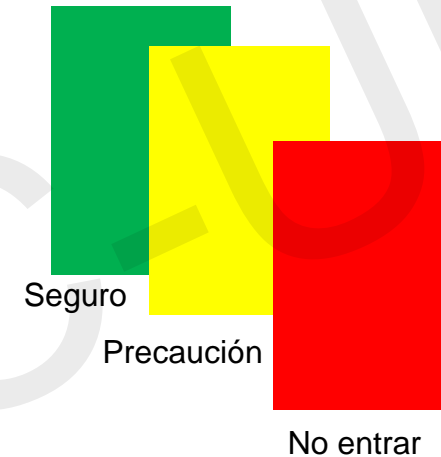


Monitoreo en base a acelerómetros ubicados en la misma edificación.

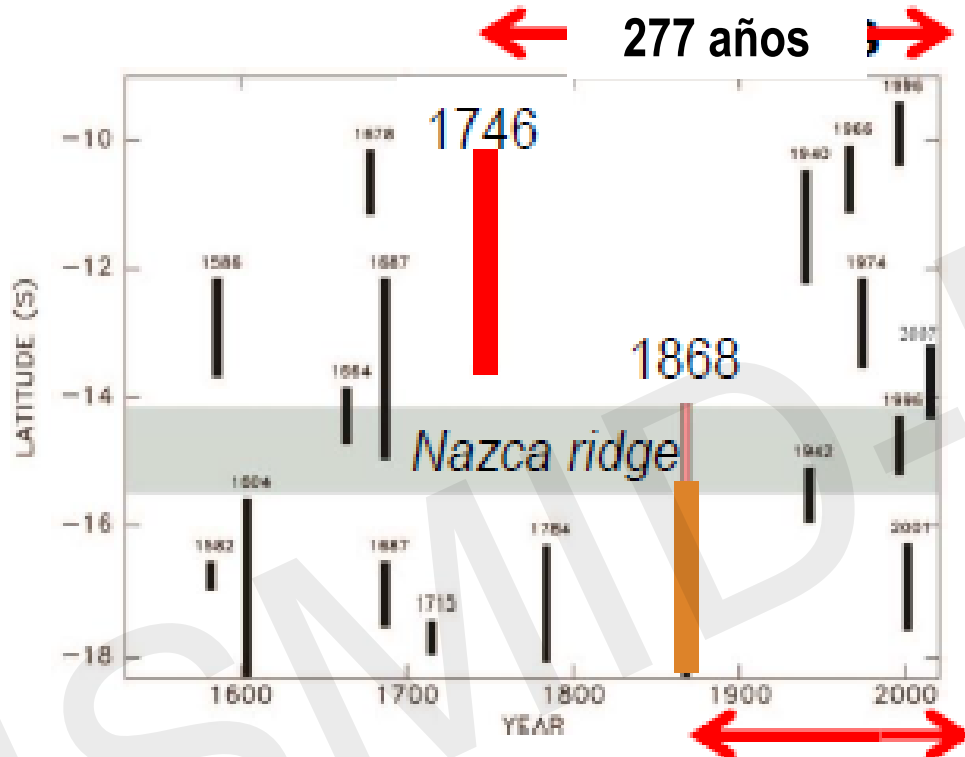
SISTEMAS DE MONITOREO

Inspección post-sismo de las estructuras:

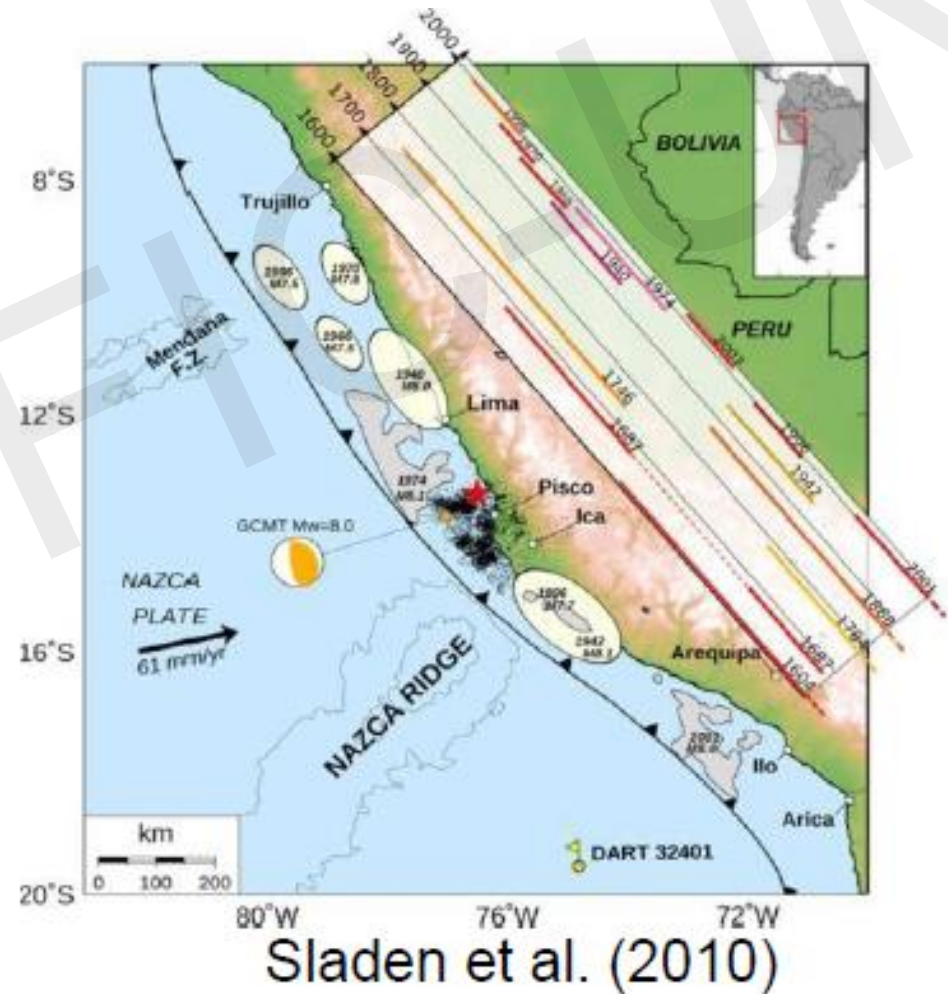
- Los métodos convencionales de inspección rápida consisten en metodologías cualitativas y varían con la experiencia del evaluador.
- Los métodos cuantitativos (evaluación estructural) podrían tardar días hasta meses.
- Ansiedad de las personas para regresar a sus viviendas, y que sean evaluadas.
- Necesidad de determinar la capacidad sísmica residual de las edificaciones para afrontar réplicas.



NECESIDAD DE IMPLEMENTACIÓN



- 1940 05 24 Huacho, M8.2
- 1942 08 24 San Juan, M8.0
- 1966 10 17 Barranca, M8.1
- 1974 10 03 Lima, M8.1
- 2001 06 23 Atico, M8.4
- 2007 08 15 Pisco, M8.0



Proyecto SATREPS
2021-2025

NECESIDAD DE IMPLEMENTACIÓN

NTE E030-2018

CAPÍTULO IX INSTRUMENTACIÓN

Artículo 50.- Estaciones Acelerométricas

50.1. Una estación acelerométrica es un espacio seguro con un área adecuada, que contiene un sensor triaxial de aceleraciones, un sistema de registro, almacenamiento y transmisión de la señal, desde el punto de registro al centro de procesamiento. La estación debe poseer las condiciones apropiadas para el correcto registro de las vibraciones sísmicas, control de tiempo y energía eléctrica estable y segura.

50.2. Las estaciones acelerométricas son provistas por el propietario y deben cumplir con las especificaciones técnicas establecidas por el Instituto Geofísico del Perú (IGP), conforme al documento "Especificaciones Técnicas para Registradores Acelerométricos y requisitos mínimos para su instalación, operación y mantenimiento".

50.3. Las edificaciones que, individualmente o en forma conjunta, tengan un área techada igual o mayor que 10 000 m², cuentan con una estación acelerométrica, instalada a nivel del terreno natural o en la base del edificio.

50.4. En edificaciones con más de 20 pisos o en aquellas con dispositivos de disipación sísmica o de aislamiento en la base, de cualquier altura, se requiere además de una estación acelerométrica en la base, otra adicional en la azotea o en el nivel inferior al techo.

50.5. La implementación de lo establecido en el presente artículo forma parte de las otras instalaciones en funcionamiento de los bienes y servicios comunes del nivel casco habitable de la edificación.

El Peruano
Firmado Digitalmente por:
EDITORIA PERU
Fecha: 01/12/2018 07:01:34

DIARIO OFICIAL DEL BICENTENARIO

El Peruano
FUNDADO EL 22 DE OCTUBRE DE 1825 POR EL LIBERTADOR SIMÓN BOLÍVAR

AÑO DEL DIÁLOGO Y LA RECONCILIACIÓN NACIONAL. Viernes 7 de diciembre de 2018

MINISTERIO DE VIVIENDA,
CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO

ANEXO

RESOLUCIÓN MINISTERIAL
N°355-2018-VIVIENDA

**MODIFICAN LA NORMA
TÉCNICA E.030 DISEÑO
SISMORRESISTENTE DEL
REGLAMENTO NACIONAL DE
EDIFICACIONES**

(La Resolución de la referencia fue publicada
el día 23 de octubre 2018)

NORMAS LEGALES

SEPARATA ESPECIAL

NECESIDAD DE IMPLEMENTACIÓN



REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

NORMA E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE

LIMA – PERÚ

2020

PUBLICACIÓN OFICIAL

NTE E030 - propuesta

N.T.E. E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE

CAPÍTULO IX INSTRUMENTACIÓN

Artículo 50.- Instrumentación sísmica

- 50.1. La instrumentación sísmica tiene como objetivo el observar y registrar el movimiento horizontal y vertical del suelo y de la estructura durante un sismo, permitiendo con los datos obtenidos el análisis del comportamiento del suelo y la estructura frente a las fuerzas sísmicas. Esta instrumentación consiste en la colocación de uno o más equipos acelerométricos que deben instalarse en el suelo y/o en la estructura según lo especificado en este capítulo.
- 50.2. El equipo acelerométrico debe constar de un acelerómetro de una sensibilidad adecuada, diseñado para medir el movimiento del suelo o de la estructura durante la ocurrencia de un sismo, un registrador, una fuente de energía entre otros (Ver Anexo III).
- 50.3. Una estación acelerométrica es un espacio seguro con un área adecuada, que debe contener un equipo acelerométrico y de transmisión de los datos, desde el punto de observación al centro de procesamiento. La estación debe poseer las condiciones apropiadas para el correcto registro de las vibraciones sísmicas, control de tiempo, internet y energía eléctrica estable y segura, las cuales serán establecidas en los planos de cada especialidad preparados por los proyectistas. En el caso de tener puntos de observación en la estructura, los equipos acelerométricos serán instalados de acuerdo a lo establecido por el proyectista, considerando un único sistema de adquisición que deberá estar dentro de la estación acelerométrica para la posterior transmisión de datos.
- 50.4. El equipo acelerométrico y su estación será provista por el propietario y debe cumplir con las especificaciones técnicas mínimas establecidas en el Anexo III. El propietario es responsable de la operatividad y funcionamiento del equipo acelerométrico por 10 años.
- 50.5. En las edificaciones que, individualmente o en forma conjunta, tengan un área techada igual o mayor que 10 000 m², se requiere de una estación acelerométrica, instalada a nivel del terreno natural o en la base del edificio. De existir al menos dos estaciones acelerométricas que registren las vibraciones del suelo, en un radio no mayor a 500m de distancia de la edificación, el propietario deberá instalar el equipo en la azotea o en otro nivel del edificio el cual ya deberá estar definido en los planos del proyectista.
- 50.6. En los siguientes casos: edificaciones con más de 20 pisos, cualquier edificación esencial, edificaciones con disipación de energía y edificaciones con sistemas estructurales no convencionales, se requiere además de lo especificado en el ítem 1.5 un equipo acelerométrico adicional en la azotea o en otro nivel del edificio. Para edificios con aislamiento en la base se deberá cumplir con la Norma E-031.

Artículo 51.- Instalación, Mantenimiento y Observación

- 51.1. El mantenimiento operativo de las partes, de los componentes, del material fungible, así como el servicio de los instrumentos, son provistos por los propietarios del edificio y/o departamentos. El Grupo de Trabajo de Gestión de Riesgo de la Municipalidad se encargará de la verificación del funcionamiento del equipo acelerométrico.
- 51.2. El propietario del edificio o su representante debidamente acreditado deberá solicitar los servicios de Instituciones Científicas, Universidades, Instituciones privadas que operen equipos acelerométricos y/o hayan desarrollado investigaciones en esta área para efectuar la instalación del equipo acelerométrico o encargárselos a terceros.
- 51.3. Una vez instalado el equipo acelerométrico, la observación y obtención de los registros será realizada por las Instituciones Científicas, Universidades, Instituciones privadas que operen equipos acelerométricos y/o hayan desarrollado investigaciones en esta área, las cuales, ante la ocurrencia de un sismo, enviarán un informe técnico (registro tiempo historia y análisis frecuencial) al Comité de la Norma E.030 incluyendo los registros obtenidos y mantendrán una copia como seguridad.

3. Especificaciones Técnicas mínimas de los equipos acelerométricos instalados en la base y en un nivel superior.

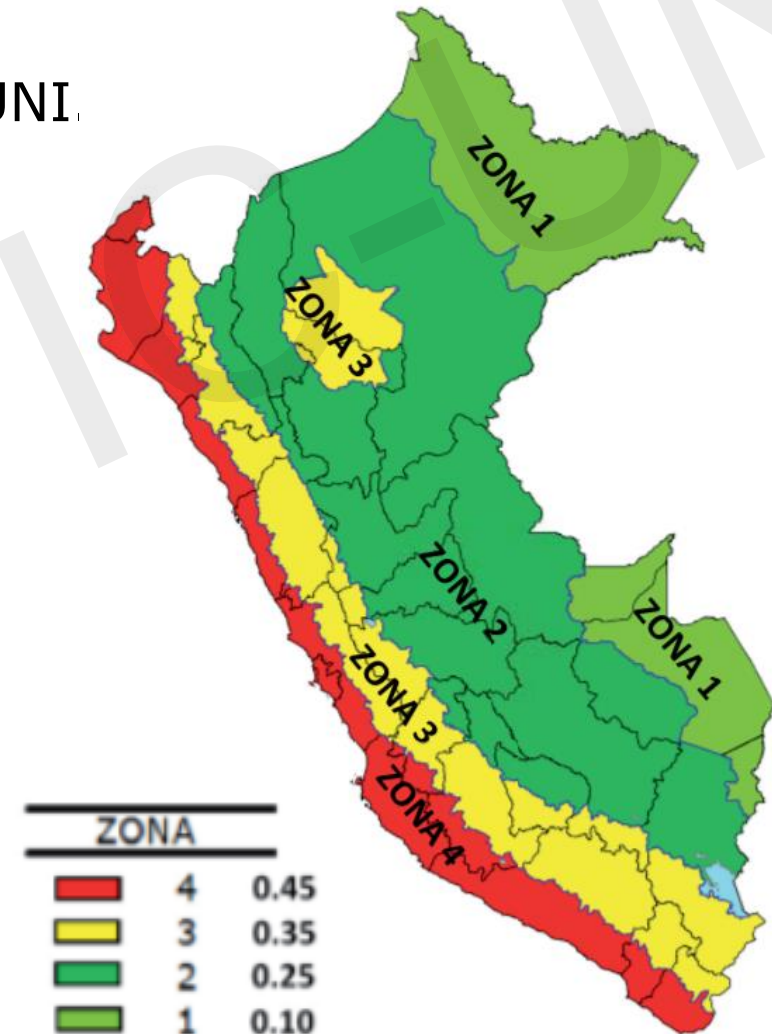
Especificaciones Técnicas		Base	Nivel superior
Sensor	Sistema	Triaxial	Triaxial
	Ancho de banda	DC - 100 Hz a mas	DC - 100 Hz a mas
	Rango dinámico	> 100 dB	> 100 dB
	Rango de medición	±2g	±2g
Digitalizador (Sistema de Registro)	Muestreo	>100 sps	>100 sps
	Resolución	16 bits	12 bits
	Modos de registro	continuo y evento	continuo y evento
Fuente de energía	Capacidad de almacenamiento interna	≥ 8 GB	≥ 8 GB
	Capacidad de batería	≥ 2 días	----
Panel con indicadores de estado	Voltaje de entrada	220 VAC 60 HZ	220 VAC 60 HZ
	Panel de notificación	Panel con pantalla o LEDs de notificación para funcionamiento y monitoreo.	Panel con pantalla o LEDs de notificación para funcionamiento y monitoreo
Comunicación	Puertos de comunicación	Mínimo 01 Puerto Ethernet y/o 01 Señal.	Mínimo 01 Puerto Ethernet
	Protocolos (Capacidad de transmisión)	Protocolos propios o libres para comunicación con un servidor	Protocolos propios o libres para comunicación con un servidor
Protección	Convertidor de datos	Formato: propio y/o estándar (EVT,MINISEED,ASCII,etc)	Formato: propio y/o estándar (CSV,RAW)
	Grado de protección de equipo	IP67	IP67

Especificaciones Técnicas		Base	Nivel superior
GPS	Antena GPS	GPS para sincronizar oscilador	La transmisión de datos son sincronizados mediante NTP del servidor
	Cable GPS	Longitud del cable adecuada para la lectura del GPS (depende de la ubicación del acelerógrafo)	
Programa	Aplicativos para PC	Software propio para monitoreo de estado, capacidad de control y configuración de manera remota.	Software propio para monitoreo de estado, capacidad de control y configuración de manera remota.

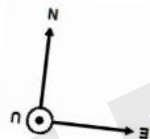
Nota: El proveedor del equipo acelerométrico debe especificar el tiempo de vida útil, que no debe ser menor a 10 años.

EDIFICIOS MONITOREADOS

- Zona 4 (High Seismicity) :
 - Block G, Faculty of civil engineering (FIC) of UNI.
 - Research and Information Center of FIC-UNI.
 - Main Administrative Building of UNI.
 - Block A, Edgardo Rebagliati Martins Hospital.
 - Laboratory of Structures of CISMID.
 - Administrative Building of CISMID.
 - Administrative Building of SENCICO
 - COEN, Chorrillos
- Zona 3 (Intermediate Seismicity):
 - City Hall of Lamas - San Martín.
 - School of Engineers - Tarapoto.



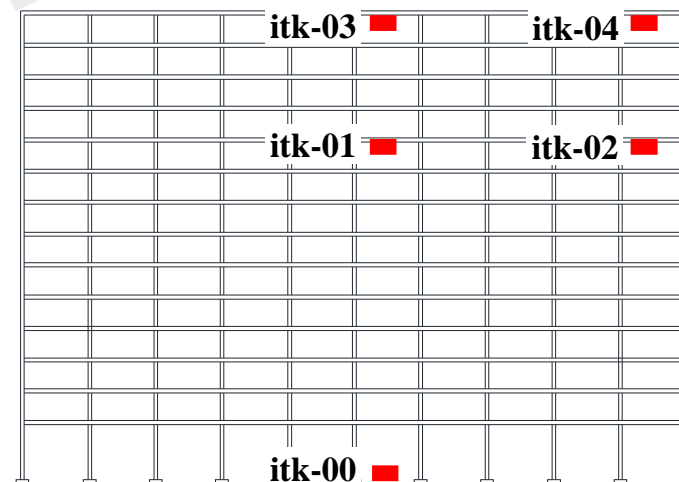
Edificios monitoreados en Lima



Hospital Edgardo Rebagliati Martins (**HERM**) consiste en una estructura aporricada de concreto armado de 14 pisos, construida en 1958.



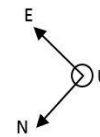
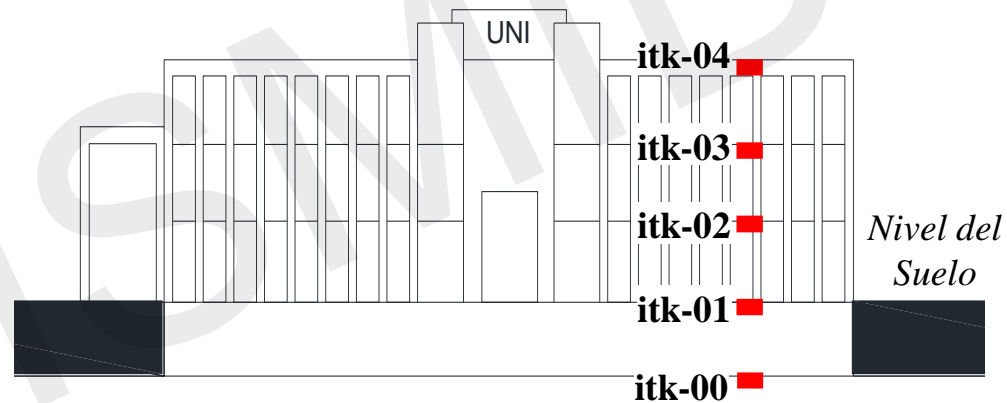
*Nivel del
suelo*



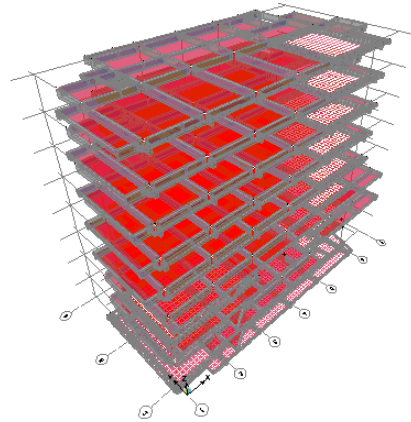
Edificios monitoreados en Lima



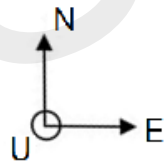
El Pabellón Central de la UNI (PC-UNI) consiste en una estructura aporricada de concreto armado de 1 sótano y 3 pisos, construido en 1945.



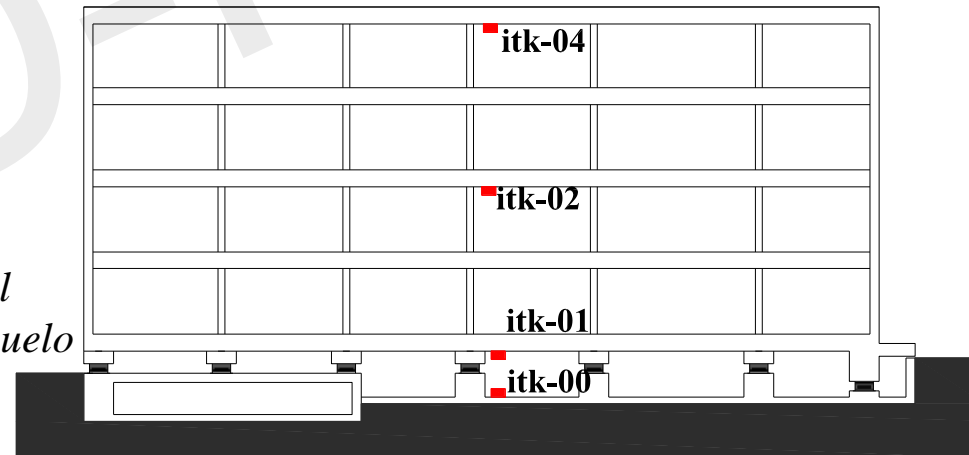
Edificios monitoreados en Lima



Centro de Información e Investigación FIC-UNI (**CIIFIC**), en construcción, consiste en una estructura de concreto armado de 8 pisos con un **sistema de aislamiento en la base**.



Nivel del suelo



ÁREAS DEL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

- Observación de las vibraciones de baja amplitud
 - Vibraciones ambientales
 - Vibraciones mecánicas
 - Vibraciones por sismos de baja intensidad.
- Observación de las vibraciones de mediana y gran amplitud:
 - Ensayos de vibración mecánica (vibración forzada cercana a la resonancia)
 - Ensayos dinámicos en mesa vibradora.
 - Generación de data sintética a partir de simulaciones en modelos de edificaciones observadas bajo sismos de mediana y gran intensidad.

Procedimiento de análisis para movimiento fuerte

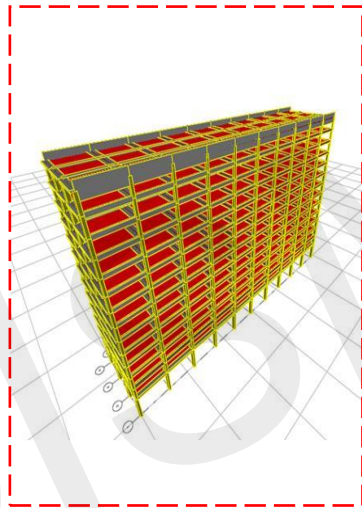
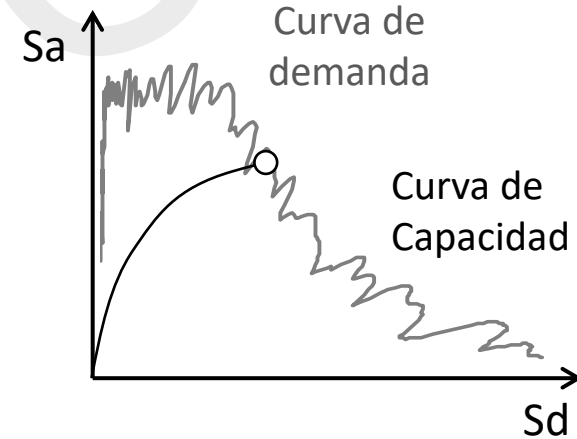


Monitoreo del suelo, la base y algunos niveles de la edificación

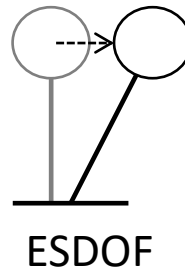
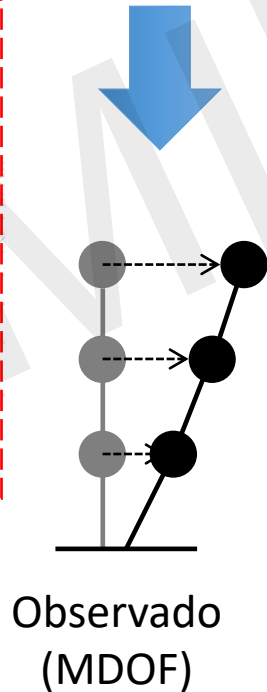
Medición del movimiento en la base

Obtención de la curva de demanda

Determinación del desempeño



Modelo 3D



Obtención de la curva de capacidad

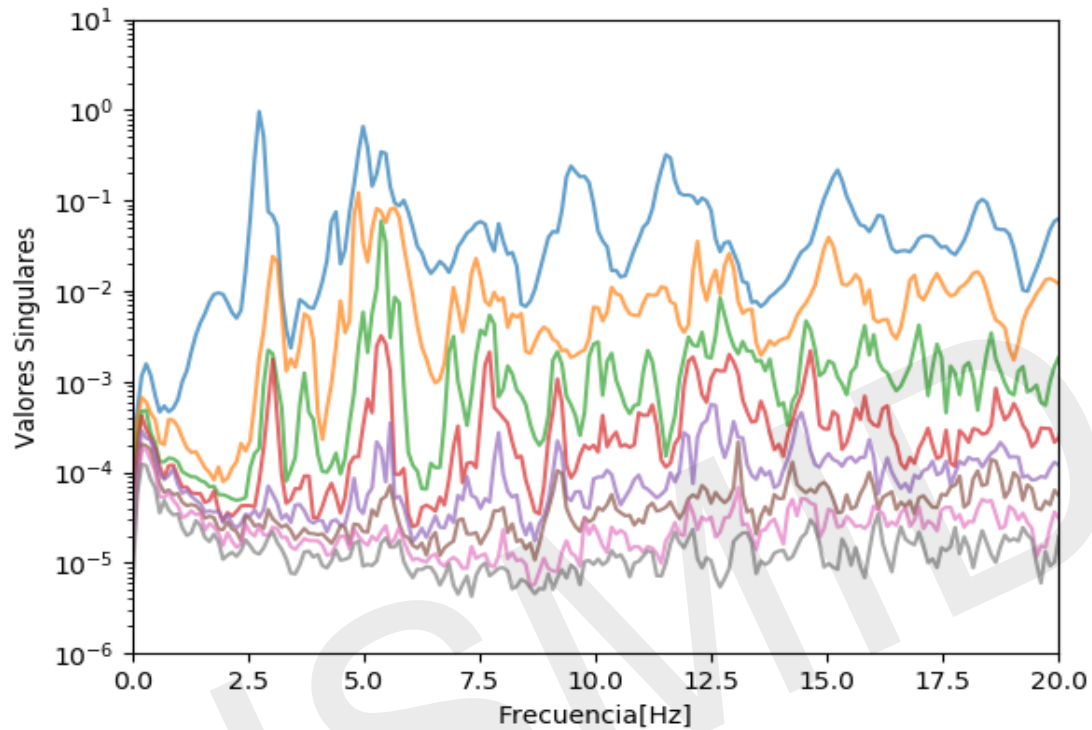
**Edificación observada
temporalmente**

Observación de la vibración ambiental en el Parabololoide de la FIC-UNI y análisis de su salud estructural



*M. Díaz, I. Inocente, R. Quispe,
J. Palacios, J. Jaramillo*

Observación de la vibración ambiental en el Paraboloide de la FIC-UNI y análisis de su salud estructural

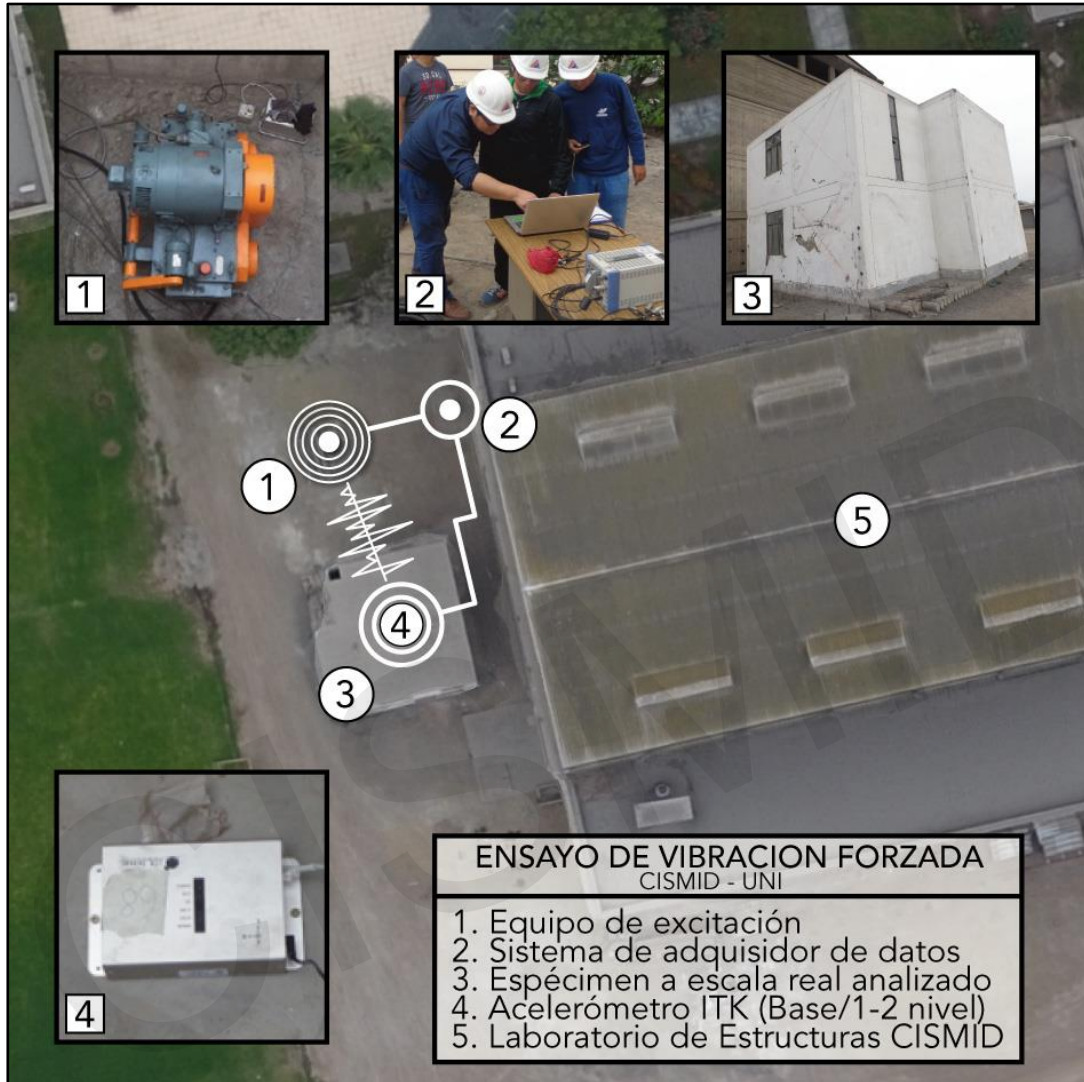


	Frecuencias (Hz)	Periodo (s)
f_1	2.76	0.36
f_2	3.13	0.32
f_3	4.64	0.22
f_4	4.97	0.20
f_5	5.12	0.20
f_6	7.91	0.13

M. Díaz, I. Inocente, R.
Quispe, J. Palacios, J.
Jaramillo, A. Camarena

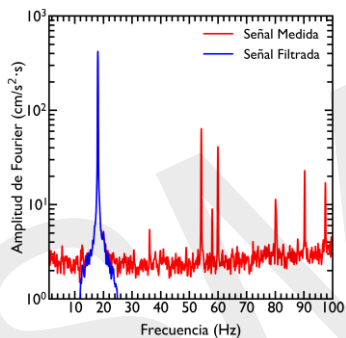
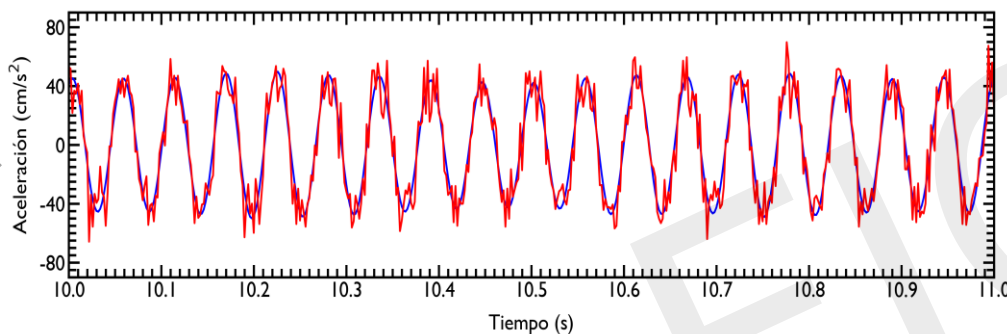


Observación de la propagación de las ondas y efectos en viviendas de albañilería debido a vibraciones mecánicas



Observación de la propagación de las ondas y efectos en viviendas de albañilería debido a vibraciones mecánicas

EXCITADOR DE VIBRACIÓN
FUENTE



S-01
66 m
158 m

S-02
69 m
62.50 m

FUENTE
67 m
0 m

S-03
70.5 m
49.50 m

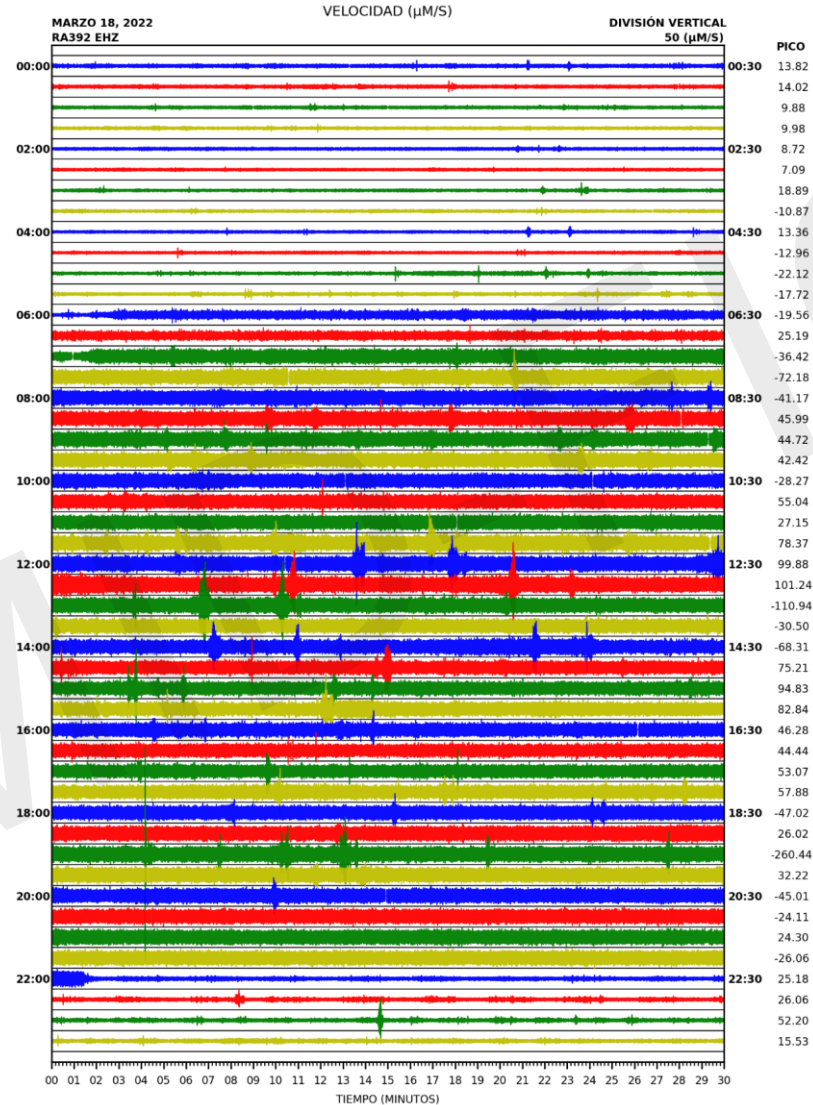
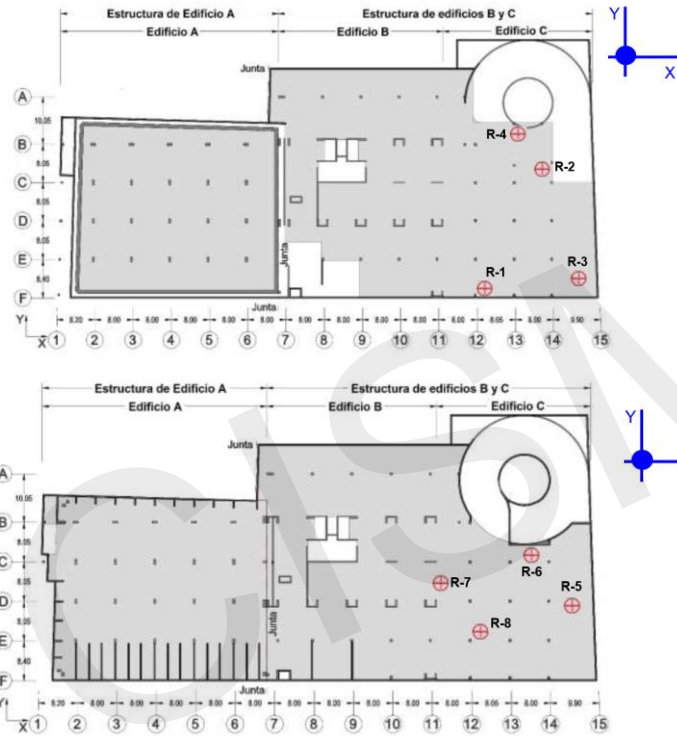
S-04
72 m
109.50 m

S-05
76.50 m
155 m

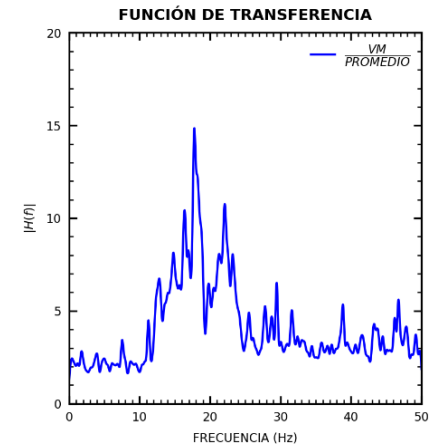
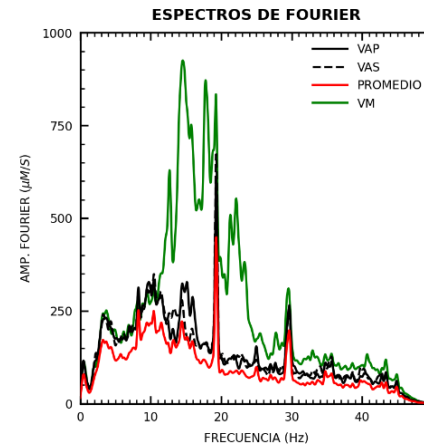
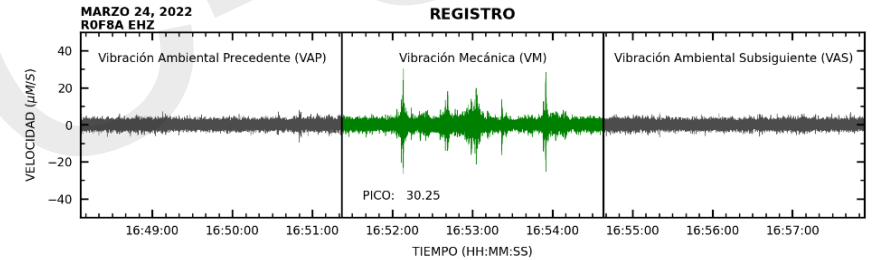
S-06
121.50 m
295 m

Villa el Ángel
Edificaciones

Observación de la vibración mecánica en edificaciones



Análisis de la vibración forzada y sus efectos en elementos estructurales y condiciones de serviciabilidad

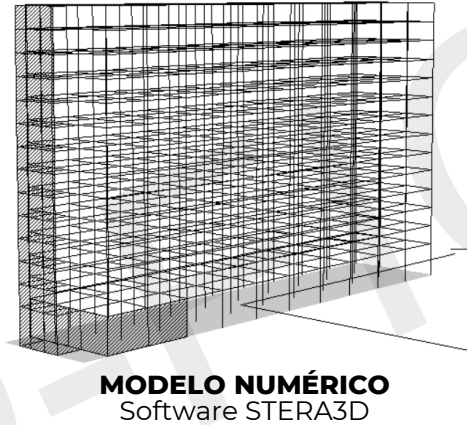


**Edificación observada
permanentemente**

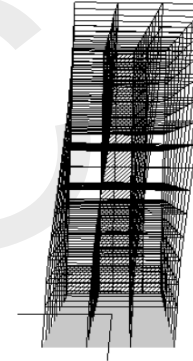
Observación de la salud estructural del H. Rebagliati

MONITOREO DE LA SALUD ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES ESENCIALES USANDO UNA CANTIDAD LIMITADA DE ACCELERÓMETROS. (Financiado VRI-UNI).

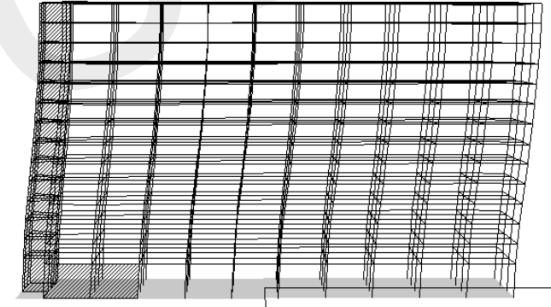
HOSPITAL EDGARDO REBAGLIATI MARTINS



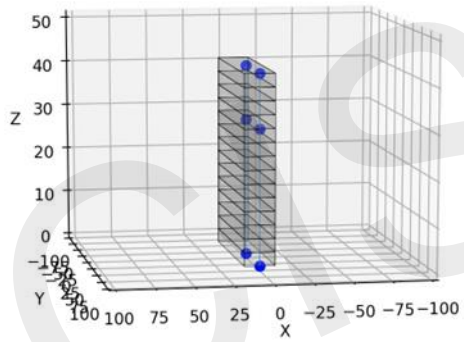
MODO 1
 $T_1 = 1.89 \text{ s}$



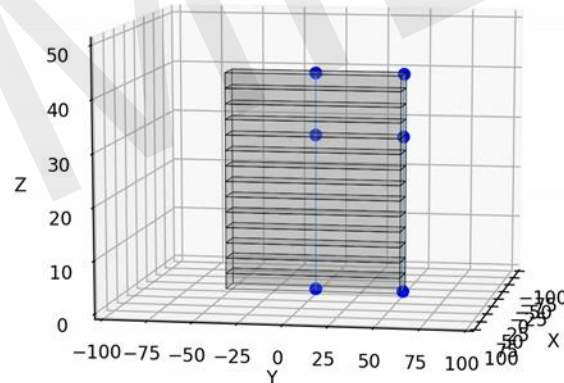
MODO 2
 $T_2 = 1.59 \text{ s}$



Análisis modal operacional usando los registros

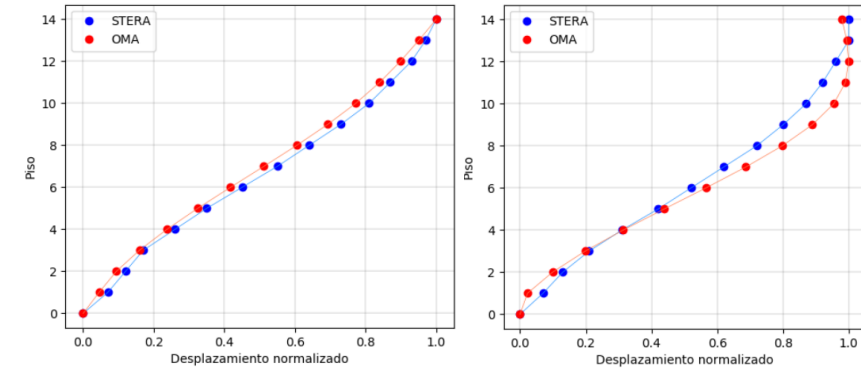


Modo fundamental
en la dirección transversal



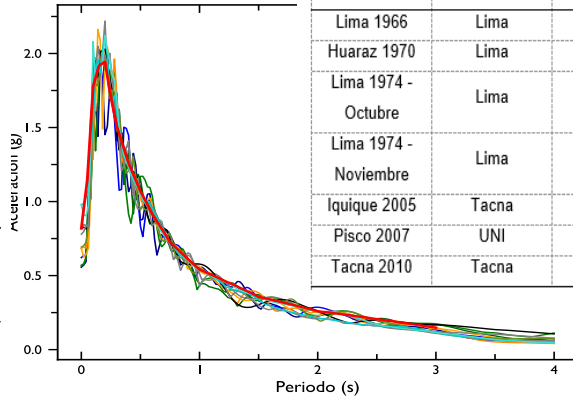
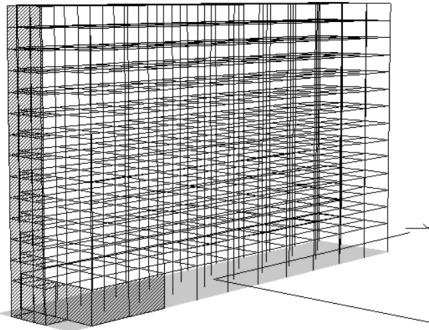
Modo fundamental
en la dirección Longitudinal

COMPARACIÓN FORMAS MODALES



Observación de la salud estructural del H. Rebagliati

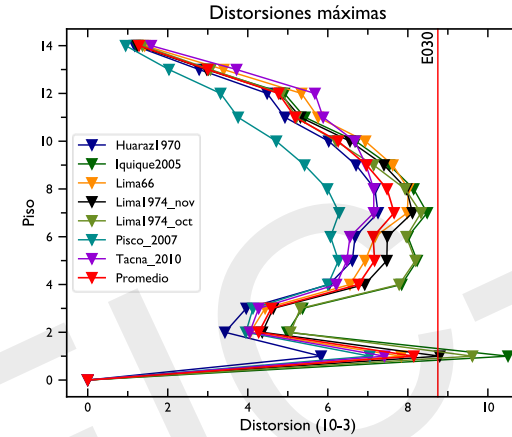
Análisis no lineal tiempo-historia



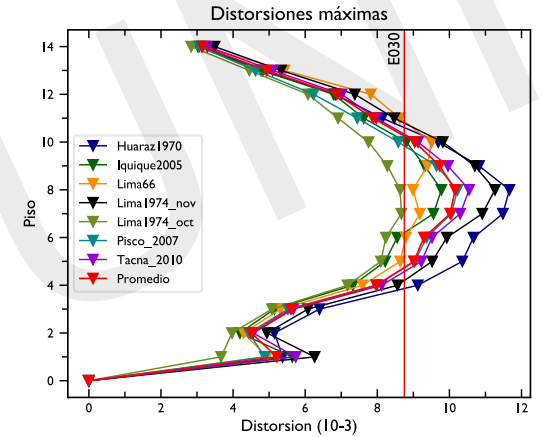
SISMO	ESTACIÓN	MAGNITUD	PGA (Gals)		
			EW	NS	UD
Lima 1966	Lima	8.1 Mw	181	268	94
Huaraz 1970	Lima	6.6 Mb	105	98	74
Lima 1974 - Octubre	Lima	6.6 Mb	192	179	100
Lima 1974 - Noviembre	Lima	6.0 Mb	46	70	24
Iquique 2005	Tacna	7.2 MI	119	100	74
Pisco 2007	UNI	7.0 MI	75	43	31
Tacna 2010	Tacna	6.5 MI	112	180	108

MODELO NUMÉRICO
Software STERA3D

Ajuste de ondas por espectro objetivo para 2%/50años (Tr=2475años)



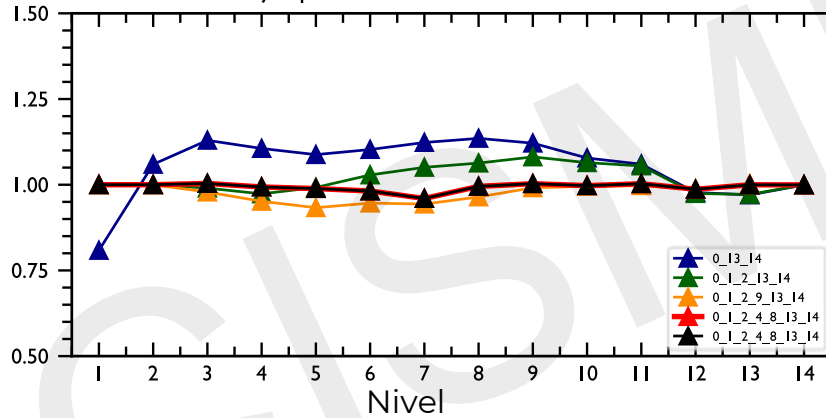
Distorsiones máximas en la dirección Longitudinal



Distorsiones máximas en la dirección Transversal

Registro **sintético** = Respuesta de Sim. + **Ruido aleatorio**

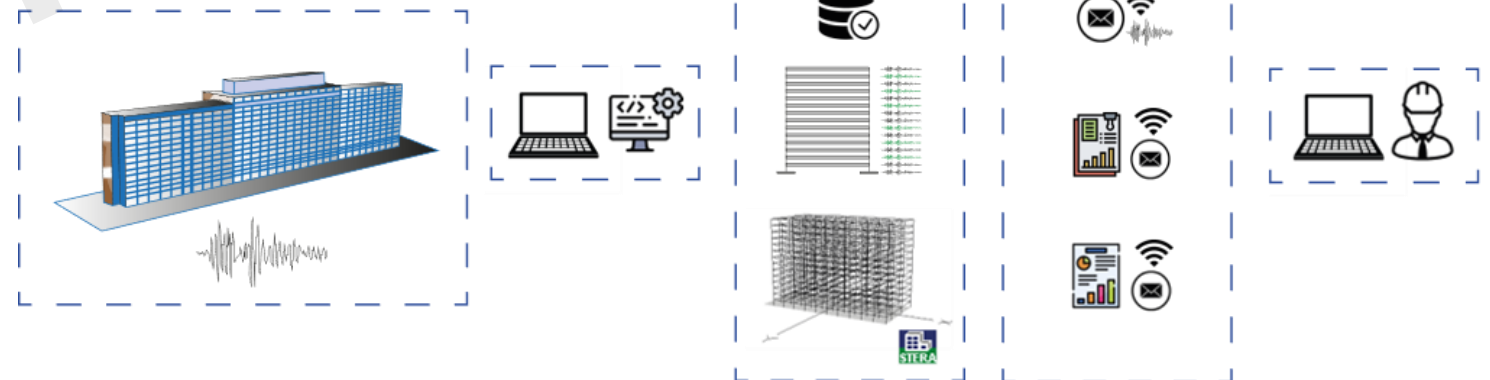
Mejor posición en la dirección "Y" Lima66



$$F = \frac{\frac{S_{desp\ pos}^{Int}}{S_{desp\ pos}} + \frac{S_{desp\ neg}^{Int}}{S_{desp\ neg}} + \frac{S_{acel\ pos}^{Int}}{S_{acel\ pos}} + \frac{S_{acel\ neg}^{Int}}{S_{acel\ neg}} + \frac{S_{distorsión}^{Int}}{S_{distorsión}}}{5}$$

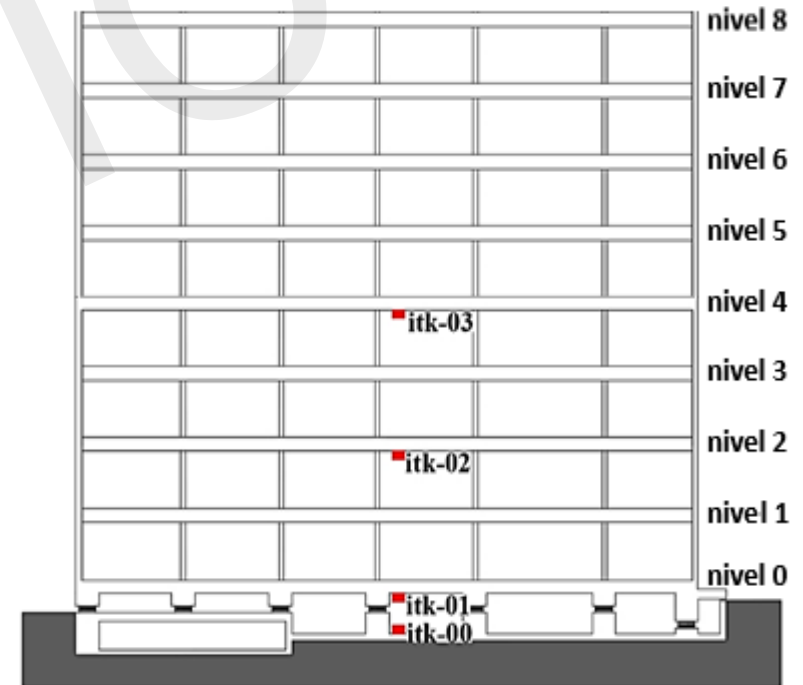
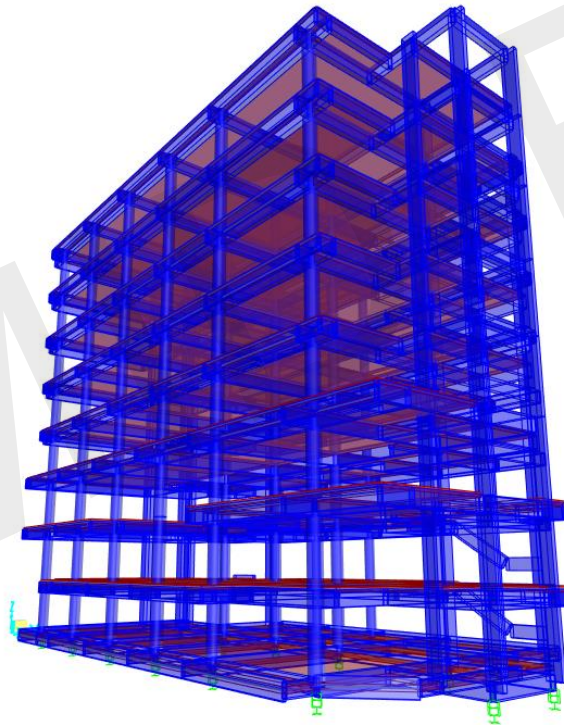
Cálculo de la Idoneidad (F)

METODOLOGÍA PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE LA DETECCIÓN DE DAÑOS Y OPERATIVIDAD EN EDIFICACIONES ESENCIALES MEDIANTE EL MONITOREO DE LA SALUD ESTRUCTURAL A TRAVÉS DE IoT

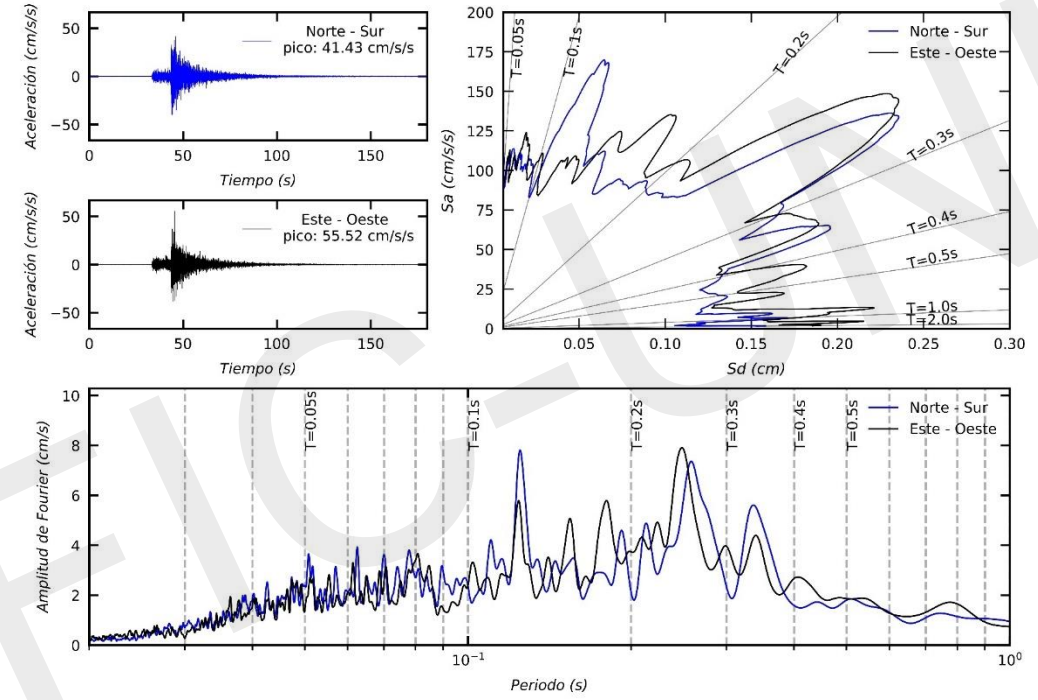
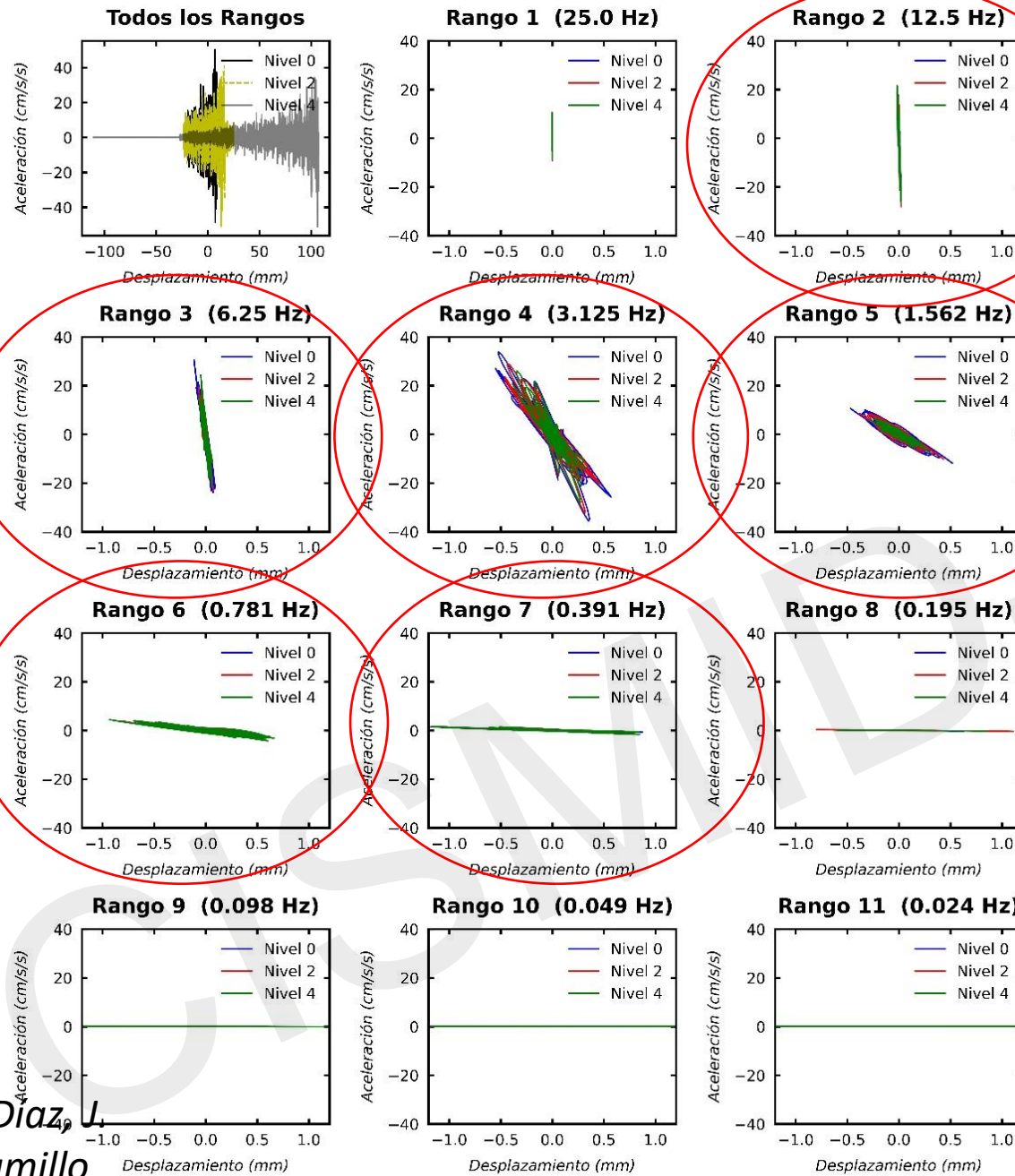


Observación de la salud estructural del CII-FIC – Edificio Aislado

El CII-FIC es una edificación aislada, cuya sub-estructura consta de 20 aisladores elastoméricos con núcleo de plomo, y una superestructura denominada Pórticos de concreto armado de 8 niveles, asentado sobre un suelo rígido (S_1), ubicado en una zona sísmica 4 (Z_4), perteneciente a la red de monitoreo REMOED del CISMID-UNI.



APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA - SISMO DE MALA DEL 22 DE JULIO DEL 2021



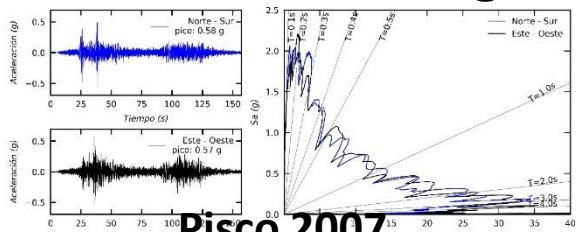
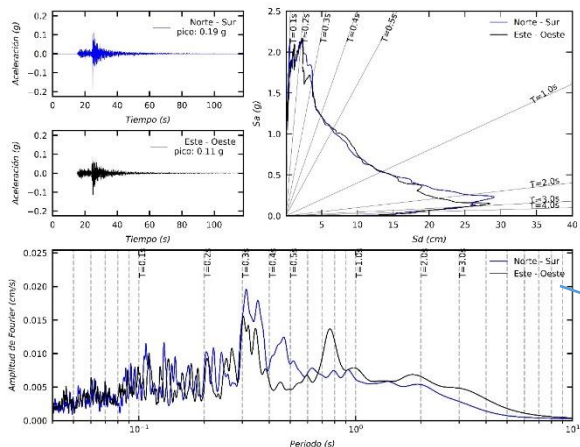
Con estas gráficas y la definición de los parámetros de error, raíz cuadrada de la esperanza del cuadrado de los errores ($\sqrt{E[e^2]}$ (gals), parámetro de error de forma) y diferencia porcentual entre picos máximos ($\Delta picos$ (%), parámetro de error de amplitudes máximas), se determinan aquellas combinaciones de rangos que generen mejores aproximaciones.

Tabla de combinación de rangos

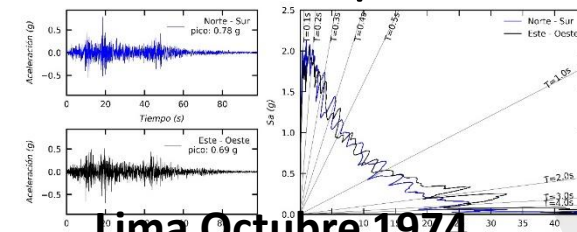
Rangos α	Norte - Sur α			Este - Oeste α		
	$\sqrt{E[e^2]}$ η (cm) α	$\Delta picos$ η (cm) α	$prom$ η (cm) α	$\sqrt{E[e^2]}$ η (cm) α	$\Delta picos$ η (cm) α	$prom$ η (cm) α
2+3+4+5+6+7α	0.690α	1.561α	1.126 α	1.006α	2.866α	1.936 α
3+4+5+6+7 α	0.690 α	1.568 α	1.129 α	1.006 α	2.895 α	1.950 α
2+3+4+5+6 α	2.453 α	9.698 α	6.075 α	2.692 α	11.913 α	7.302 α
3+4+5+6 α	2.453 α	9.710 α	6.081 α	2.692 α	11.941 α	7.317 α

Data sintética producto de simulaciones: Registro **sintético** = Respuesta de Sim. + **Ruido aleatorio**

Tacna 2010

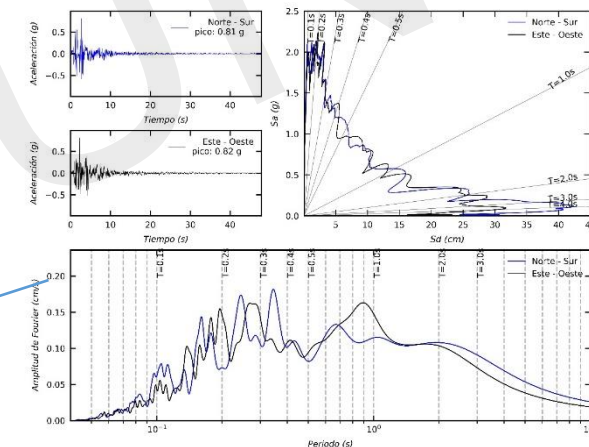


Pisco 2007

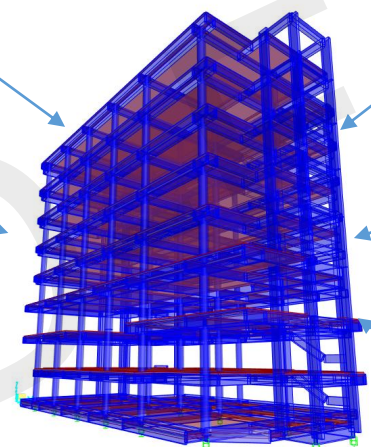
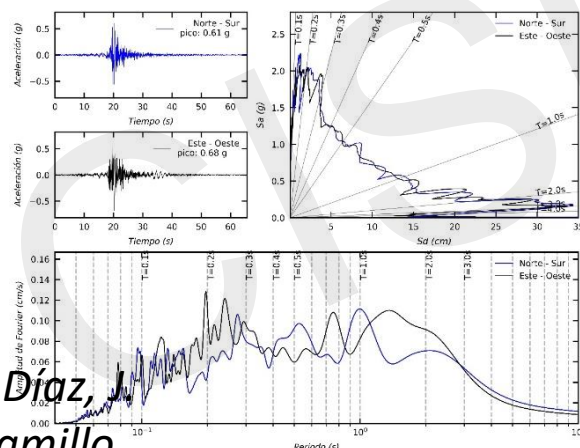


Lima Octubre 1974

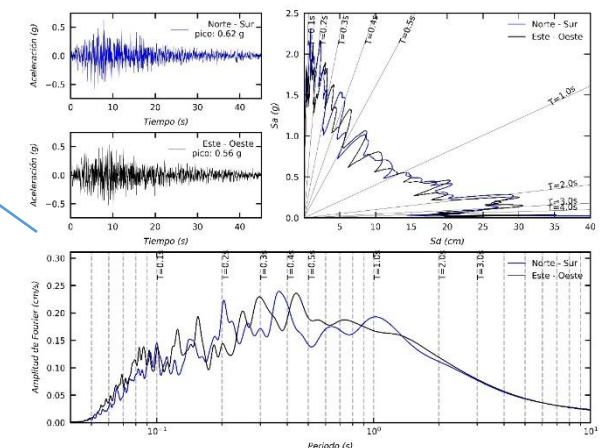
Lima Noviembre 1974



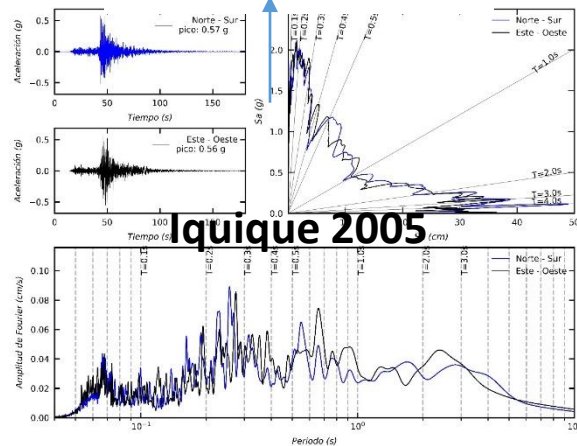
Lima 1966



Huaraz 1970



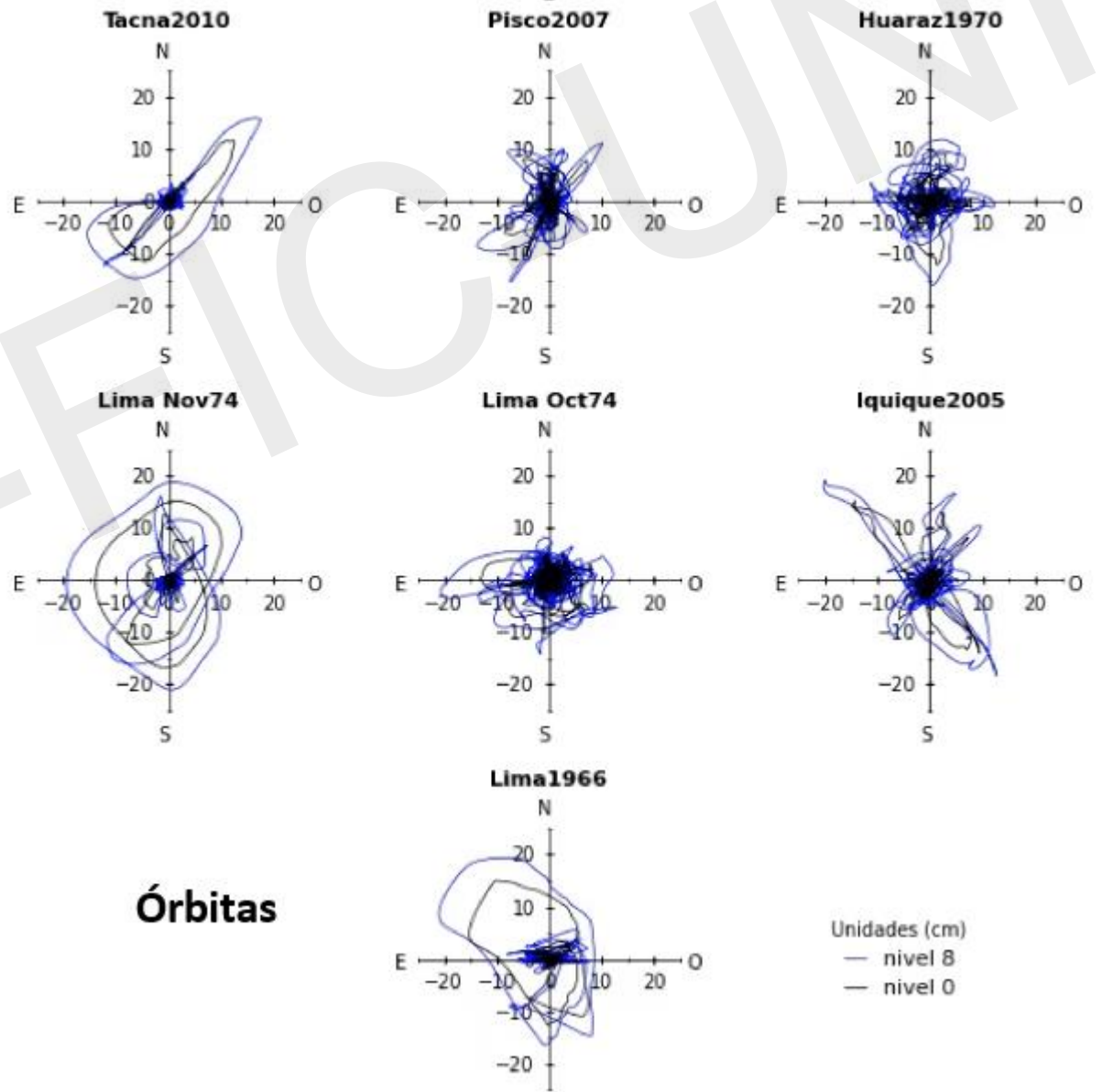
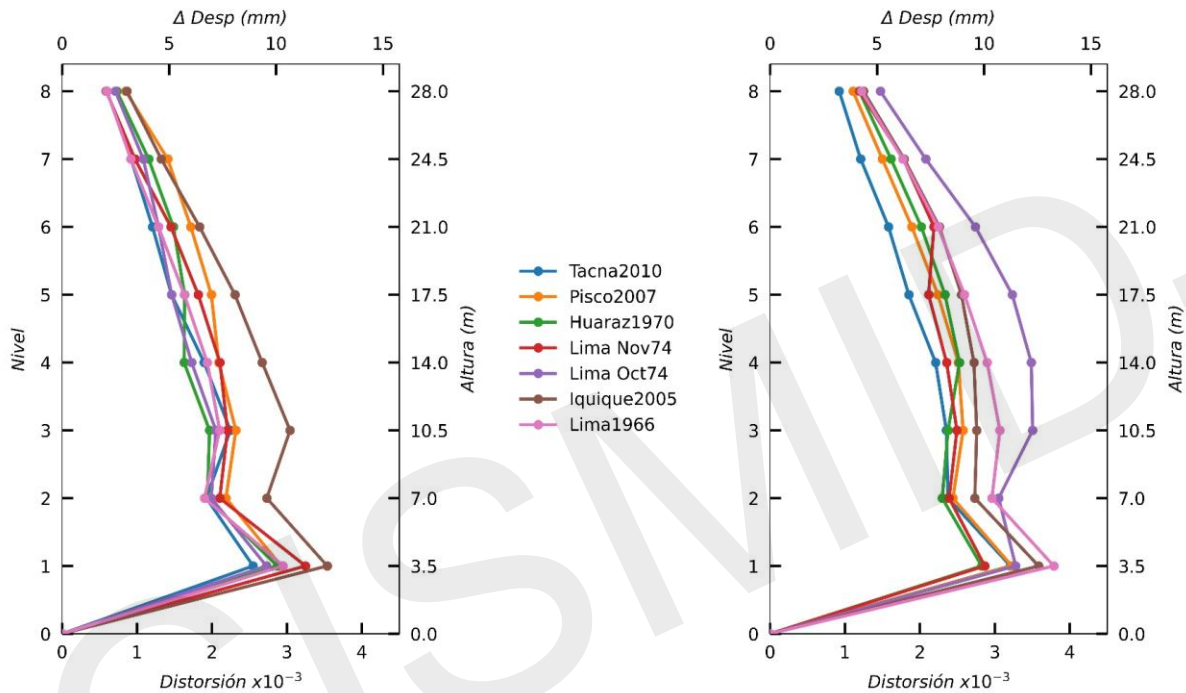
Iquique 2005



M. Díaz, J. Jaramillo

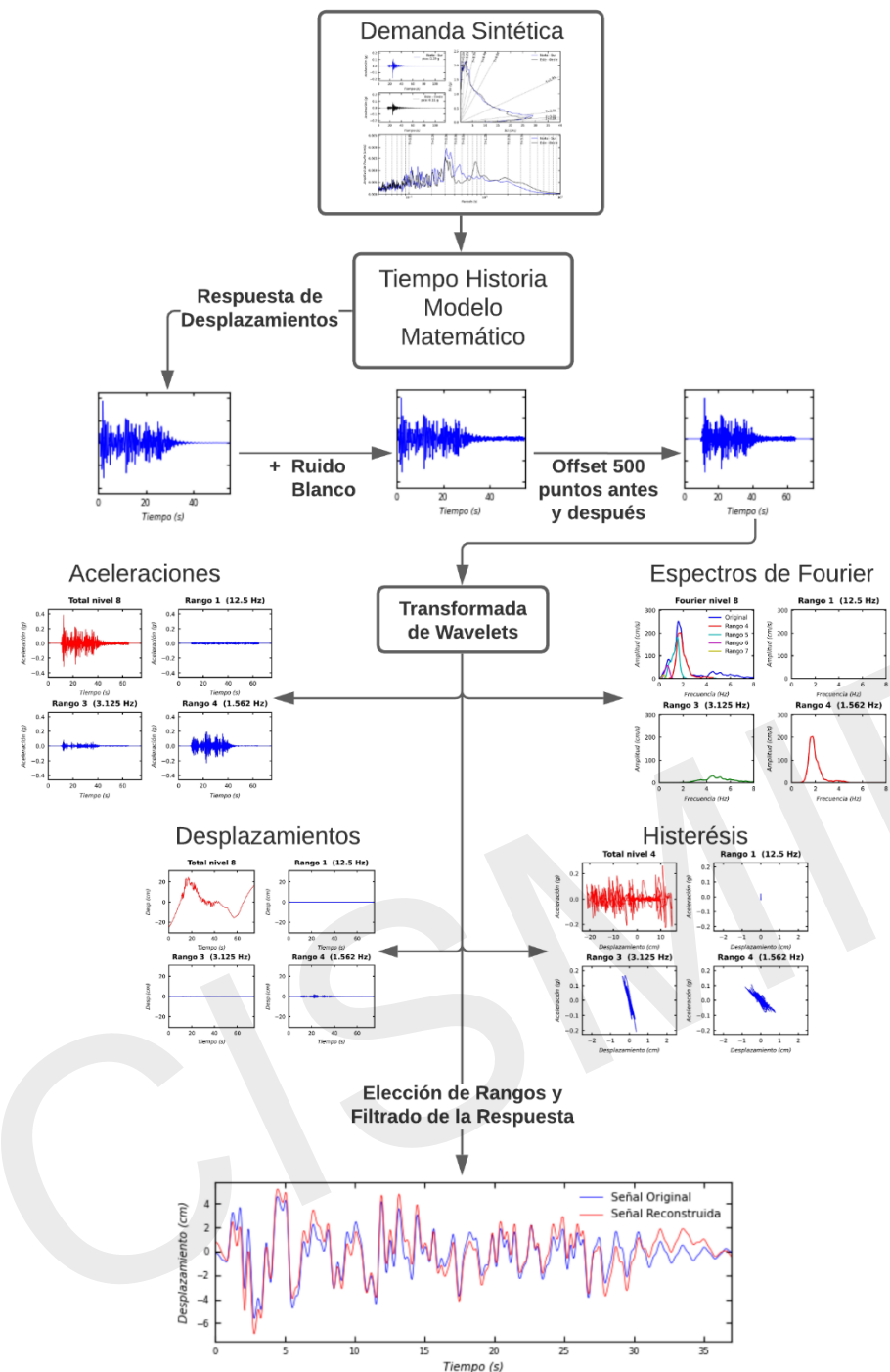
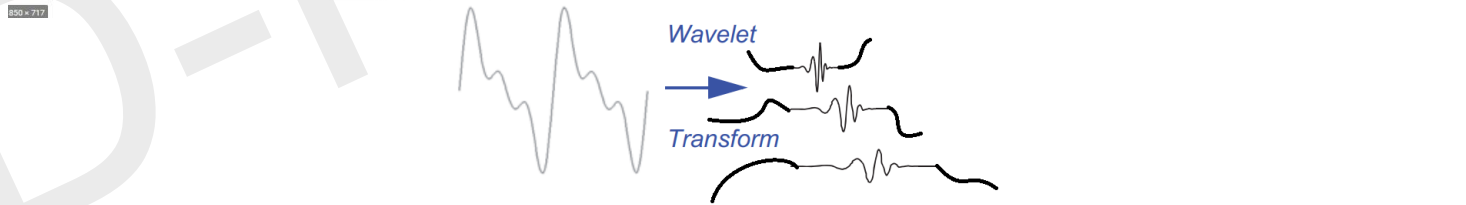
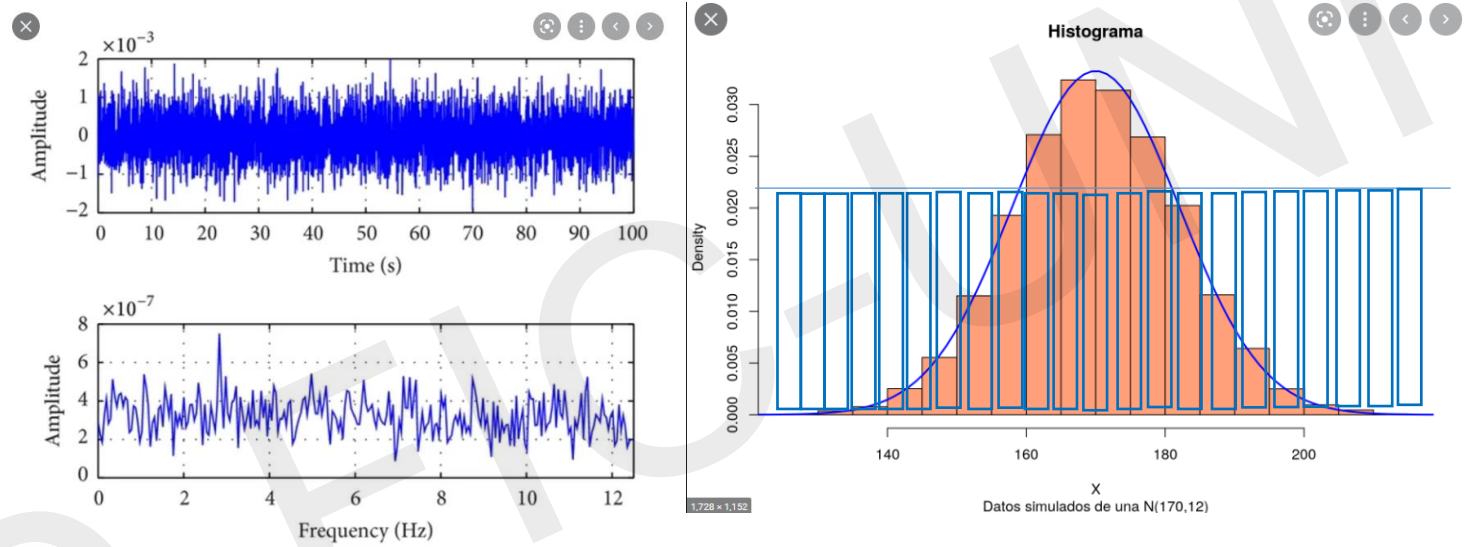
Observación de la salud estructural del CII-FIC – Edificio Aislado

Respuesta sísmica frente a demandas de 2%/50años



Órbitas

METODOLOGÍA

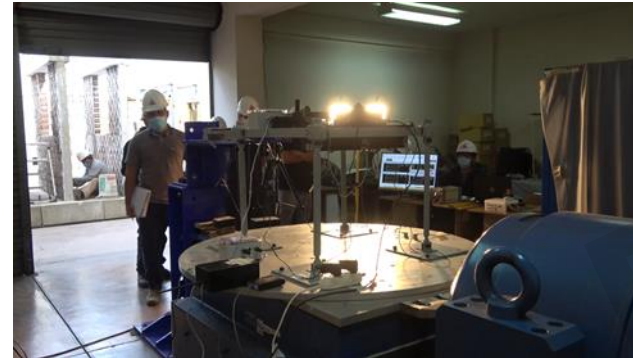
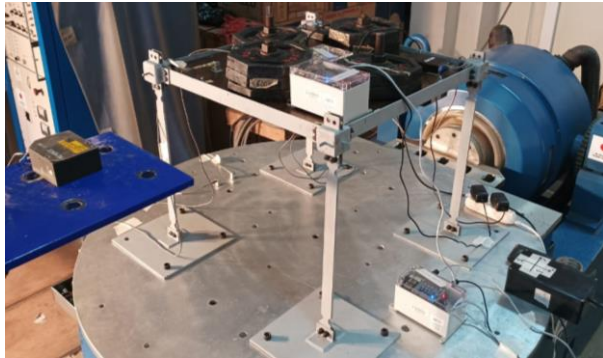


**Observación de la salud
estructural en base a ensayos
dinámicos**

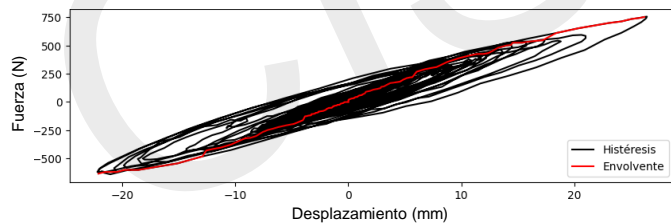
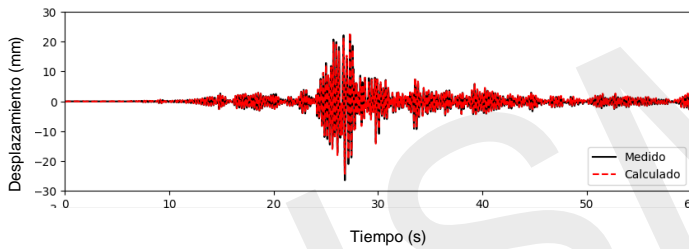
METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CAPACIDAD RESIDUAL DE EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA USANDO EL MONITOREO DE SALUD ESTRUCTURAL

A. Otero, M. Diaz, C. Zavala, L. Lopez, J. Jaramillo, I. Inocente

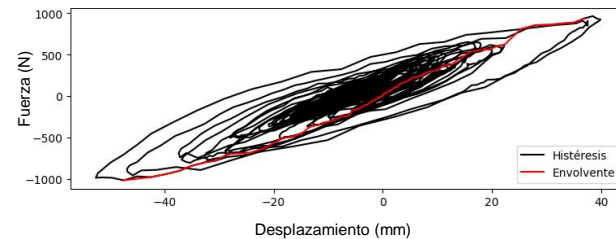
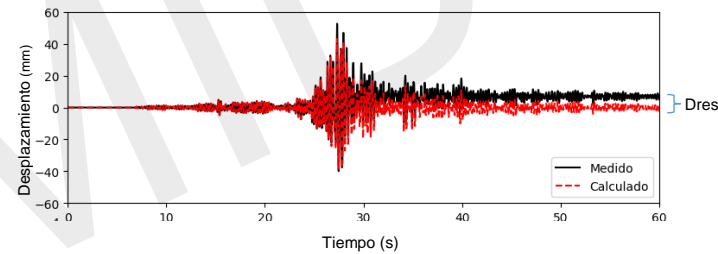
1- ENSAYO EXPERIMENTAL



Rango elástico:

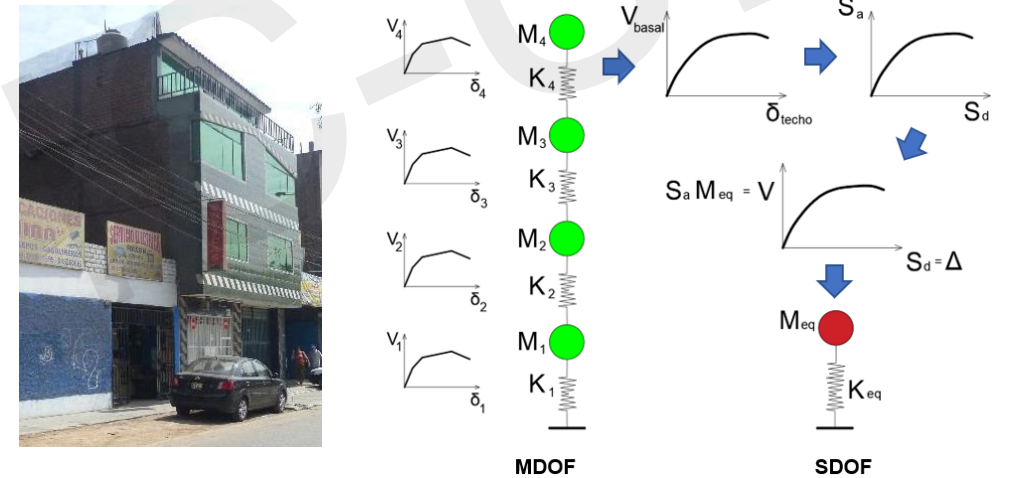


Rango inelástico:

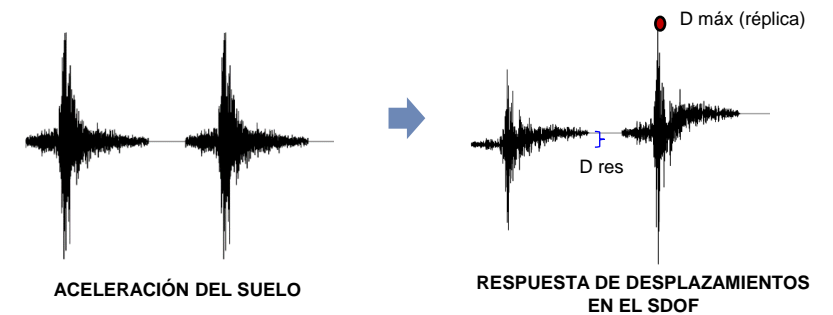


2- SIMULACIÓN NUMÉRICA

Conversión de un sistema de múltiples grados de libertad (MDOF) a un sistema de un grado de libertad (SDOF):



Sismo principal y réplica para el análisis dinámico con el SDOF:



METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CAPACIDAD RESIDUAL DE EDIFICACIONES DE ALBAÑILERÍA USANDO EL MONITOREO DE SALUD ESTRUCTURAL

A. Otero, M. Diaz, C. Zavala, L. Lopez, J. Jaramillo, I. Inocente

2.1- ESTIMACIÓN DEL DESPLAZAMIENTO RESIDUAL

De realizar múltiples análisis de regresión lineales y no lineales, se propuso la siguiente expresión:

$$\frac{D_{res}}{D_c} = 0.117 \times \left(\frac{D_{max}}{D_c}\right)^{1.4} + 0.30 \times \frac{Ac \times M_{eq}}{Q_c} - 0.45 \times \frac{T_d}{T}$$

D_{res} : Desplazamiento residual originado por el sismo principal

D_{max} : Desplazamiento máximo originado por el sismo principal

Ac : Aceleración máxima representativa del SDOF (obtenida en la parte superior)

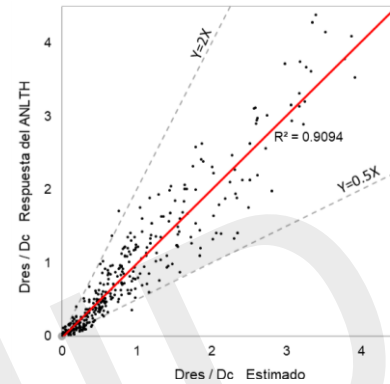
M : Masa equivalente del SDOF

Q_y : Resistencia de fluencia del SDOF

D_c : Desplazamiento en el punto de agrietamiento del SDOF

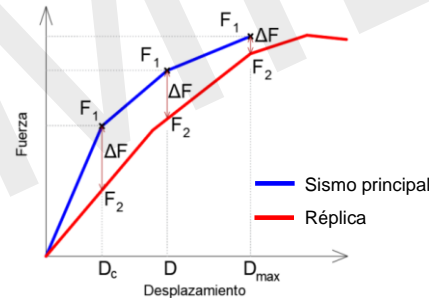
T : Periodo elástico

T_d : Periodo predominante de la respuesta inelástica en toda la historia del evento principal.



2.2- DEGRADACIÓN DE LA RESISTENCIA

Curva de capacidad obtenida de las curvas de histéresis, para el sismo principal y su réplica :

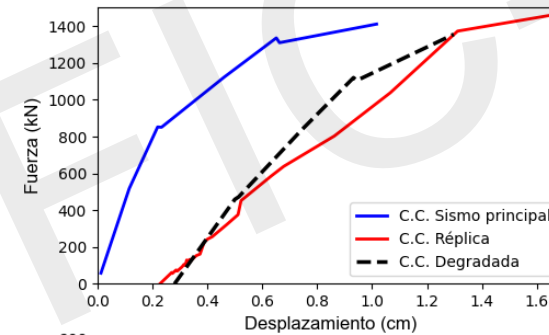


Del estudio del comportamiento de la degradación de las curvas, se propone la siguiente expresión para el cálculo de la degradación de la resistencia:

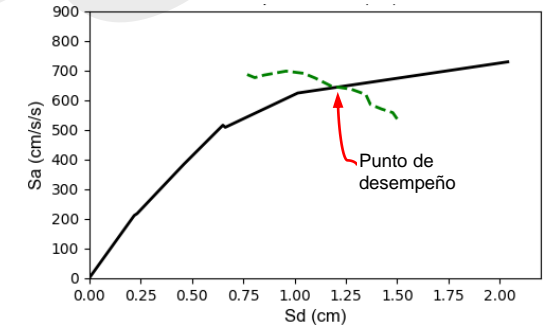
$$\frac{\Delta F}{F_1} = \left(-0.18 - \frac{0.57}{D_{max}/D_c}\right) * \ln\left(\frac{D}{D_c}\right) + 0.70 * \left(1 - \frac{1}{(D_{max}/D_c)^{0.8}}\right)$$

3- ESTIMACIÓN DE LA RESPUESTA MÁXIMA CAUSADA POR LA RÉPLICA

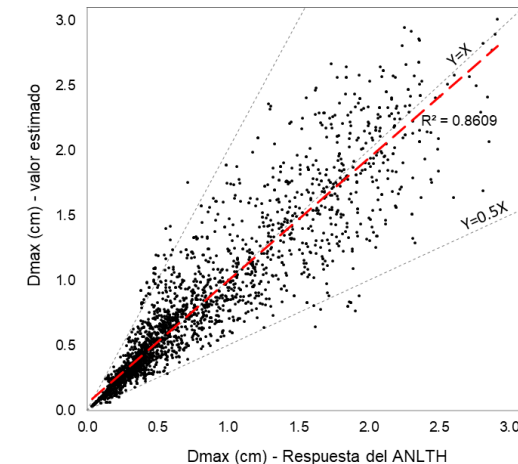
Comparación entre la curva de capacidad de la réplica (de la simulación) vs curva de capacidad degradada (hallada con las expresiones propuestas):



Curva de capacidad degradada y curva de demanda de amortiguamiento variable para la obtención del punto de desempeño para la réplica:



Comparación entre los desplazamientos máximos obtenidos de las simulaciones contra los estimados con las expresiones propuestas:



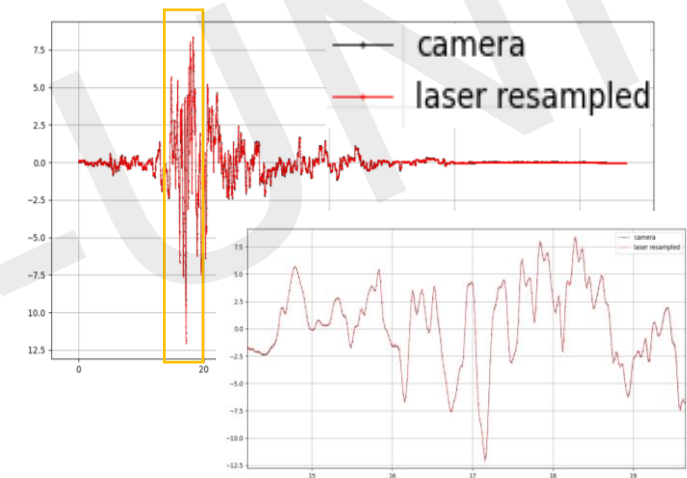
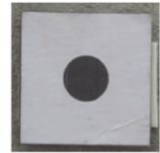
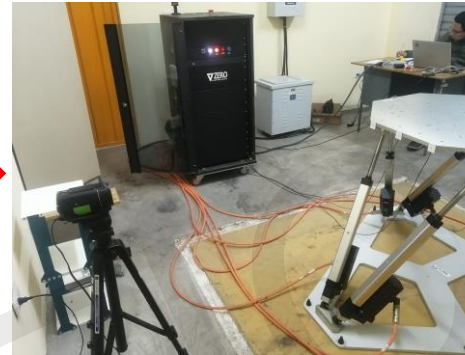
Desarrollo de un sistema de medición sin contacto basado en procesamiento digital de imágenes

Herramientas usadas

- Cámara de video FullHD (1920x1080p) y 120 fps.
- Objetivos simples hecho a mano.
- Python y Librerías de procesamiento de imágenes (OpenCV).



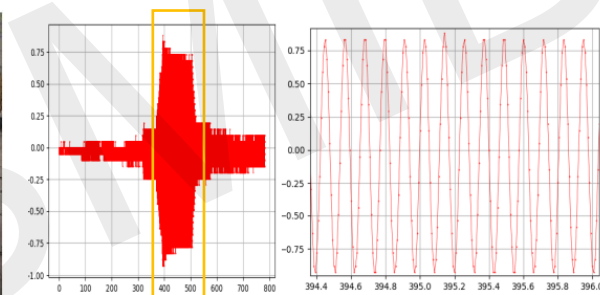
Fase pruebas



Vibración forzada en losas



Ensayo Losas Acero Deck

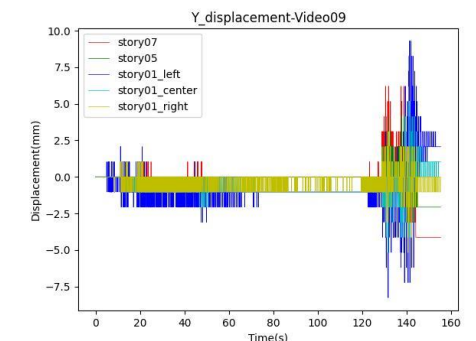
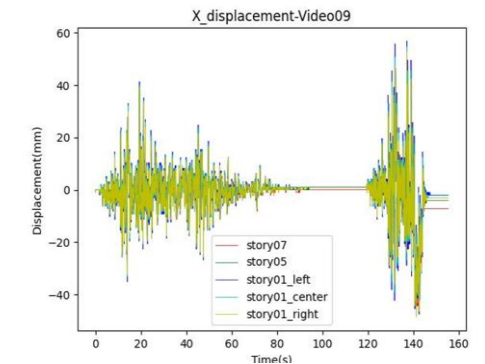


1000 s de registro.
Barrido: 0.1Hz – 25Hz.

Muros de gran esbeltez



Ensayo mesa vibradora.
C. Zavala,
M. Diaz, E. Flores



Automatización de los reportes

CENTRO DE OBSERVACIÓN PARA LA INGENIERÍA SÍSMICA (CEOIS)
RED DE MONITOREO DE EDIFICACIONES (REMOED)

INFORME

Acelerogramas del Sismo de Atico, Caraveli - Arequipa del 21 de setiembre de 2022

El 21 de setiembre de 2022 a las 22:34:56 (hora local), ocurrió un sismo con epicentro a 49 km al SO de Atico, Caraveli - Arequipa (Fuente: IGP). Las características sísmicas del evento se resumen en la **Tabla 1** y la ubicación del epicentro, así como de la(s) estación(es) acelerográfica(s), se muestra en la **Figura 1**.

Tabla 1: Datos sísmicos (Fuente: IGP)

Hora local (UTC-5):	22:34:56
Hora UTC 0:	03:34:56
Latitud (°):	-16.45
Longitud (°):	-74.0
Profundidad (km):	25.0
Magnitud:	M4.3
Lugar de referencia:	49 km al SO de Atico, Caraveli - Arequipa

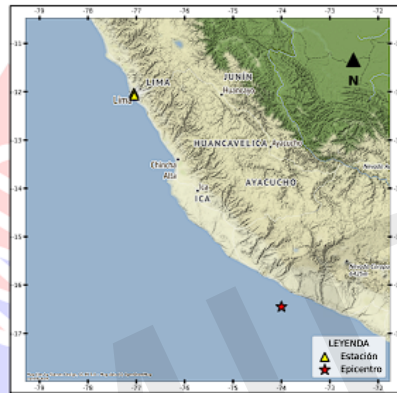


Figura 1: Ubicación del epicentro y estación(es) acelerográfica(s)

En este informe, el Centro de Observación para la Ingeniería Sísmica (CEOIS) del CISMID-FIC-UNI presenta los registros acelerográficos obtenidos en 04 estación(es) correspondientes a la Red de Monitoreo de Edificaciones (REMOED). A continuación, se muestran los valores de aceleraciones máximas (Acel. Máx.) para cada componente (direcciones EO, NS y vertical) y nivel instrumentado, así como las ubicaciones geográficas de cada estación monitoreada.

El máximo valor de aceleración registrado para este evento es de 56.98 cm/s^2 en la dirección UD para el sensor 02 (Piso9 : Techo), correspondiente a la estación HERMBA (Av. Edgardo Rebagliati 490, Jesús María, Lima). En el Anexo adjunto se presentan las gráficas de los acelerogramas obtenidos, así como sus respectivos espectros de Fourier escalados. Cabe mencionar que los registros han sido corregidos por línea base y un filtro pasa banda entre 0.04 s y 10 s. Los registros están disponibles para su descarga en www.cismid.uni.edu.pe/ceois

AUTOMATIZACIÓN DE REPORTES SÍSMICOS CON PYTHON Y LATEX

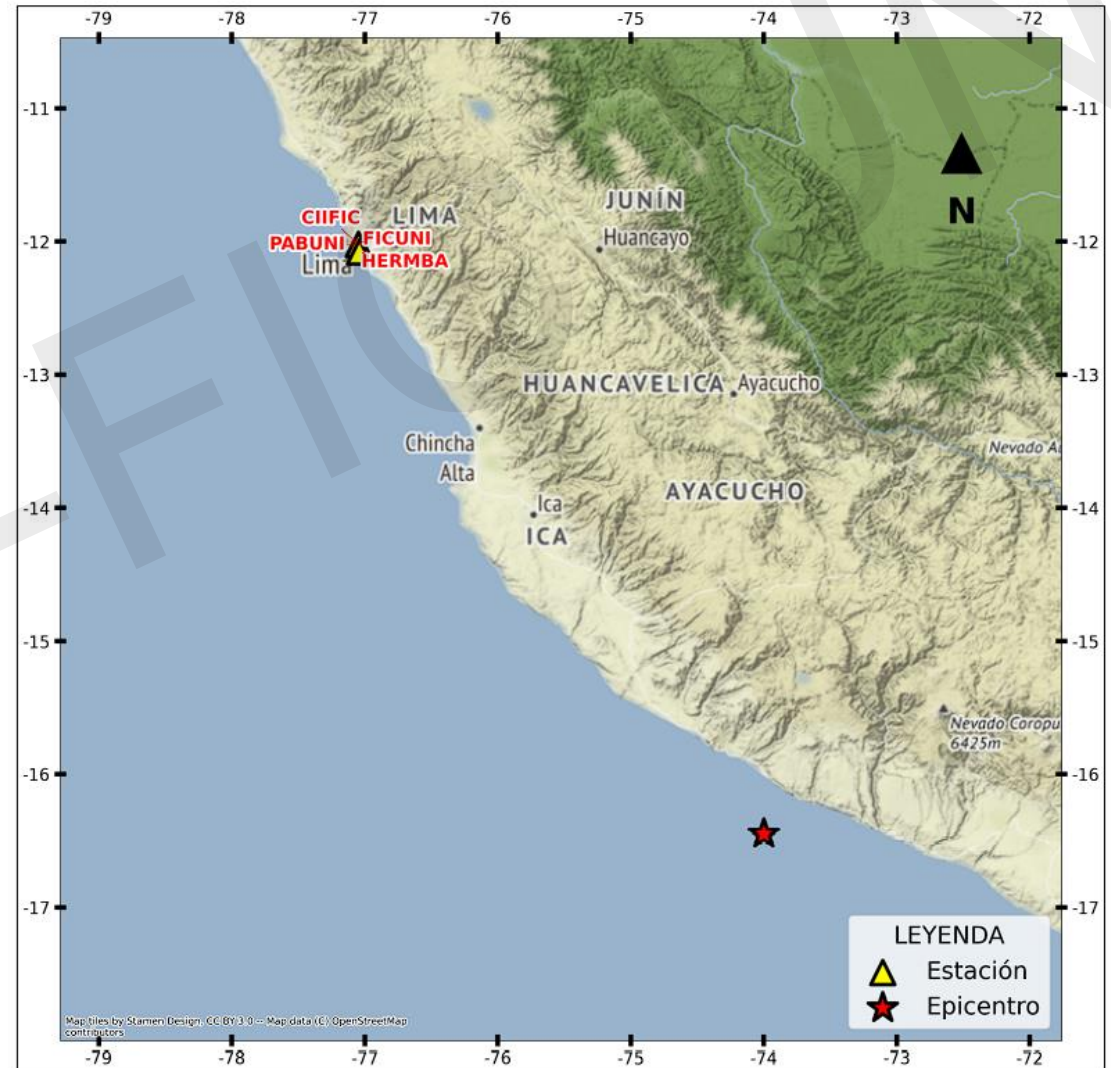


Figura 2: Mapa de ubicación de la(s) estación(es) acelerográfica(s) a nivel nacional correspondiente(s) al Sismo de Atico, Caraveli - Arequipa del 21 de setiembre de 2022 a las 22:34:56 (hora local)



DATOS DE LA EDIFICACIÓN CENTRO DE INFORMACIÓN E INVESTIGACIÓN
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL UNI (CIIFIC)

Tabla 2: Tabla de ubicación estación CIIFIC

Código	Ubicación	Latitud	Longitud	N° pisos	N° sensores
CIIFIC	Universidad Nacional de Ingeniería, Rímac, Lima	-12.0215	-77.0492	8	4

Tabla 3: Tabla de aceleraciones máximas estación CIIFIC

Sensor	Ubicación	Acel. max. (cm/s^2)		
		EO	NS	UD
03	Piso3 : Techo	3.00	2.37	6.33
02	Piso2 : Techo	4.38	2.21	-4.75
01	Sótano: Techo	-5.18	-3.46	-3.95
00	Sótano: Piso	-2.52	3.12	-2.24



ANEXO

REGISTROS TIEMPO-HISTORIA Y
ESPECTROS DE FOURIER

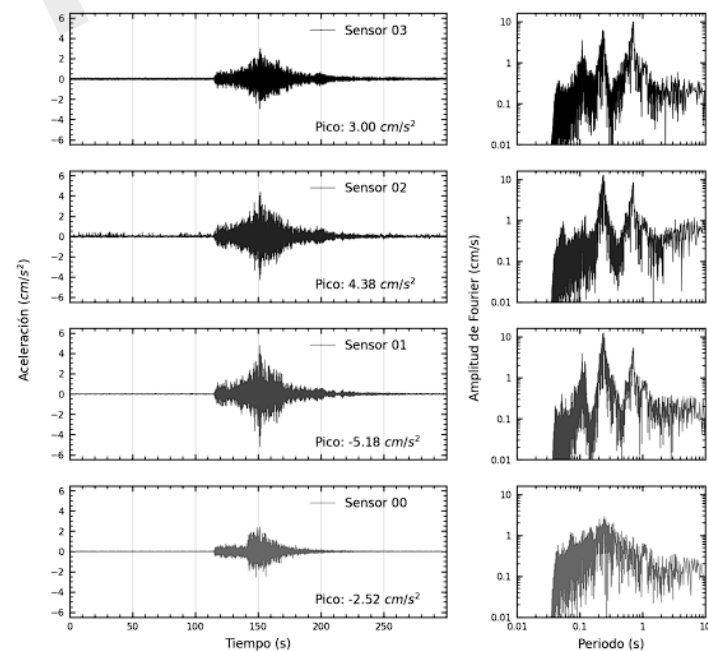


Figura A.1: Registros tiempo-historia y espectros de Fourier en la dirección EW de la estación Centro de Información e Investigación de la Facultad de Ingeniería Civil UNI. Sismo de Atico, Caraveli - Arequipa del 2022-09-21, 22:34:56 (Hora local)

Muchas gracias



Centro de Sensibilización y Aprendizaje
sobre Terremotos y Tsunamis (**CESATT**)

