

Figura 12. Comparativa de espectros de respuesta de desplazamiento para T<sub>1</sub> = 2475 años.

## SERVICIO DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LOS BLOQUES CON SISTEMA DE AISLACIÓN SÍSMICA DE LA OBRA: "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL HIPÓLITO UNANUE DE TACNA, DISTRIO DE TACNA, PROVINCIA DE TACNA – REGIÓN TACNA"

**Ing. Marcos Tinman Behar**  
Gerente general de PRISMA INGENIERIA

Tacna - 2024

### Presentación

Generalidades / Memoria descriptiva

Visita de inspección técnica

Evaluación estructural

Análisis de resultados obtenidos

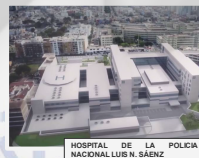
Esquema de reforzamiento estructural



### Responsables del servicio



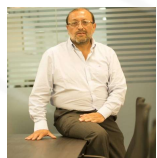
**Ing. Marcos Tinman Behar**  
Gerente General de Prisma Ingenieros SAC  
Más de 30 años de experiencia en Ingeniería Estructural.  
Ing. Civil PUCP – CIP 34696  
Magíster en Ingeniería de la UC Berkeley  
Profesor asociado PUCP  
Miembro de los Comités Peruanos de las normas E.030 "Diseño Sísmorresistente" y E.031 "Aislamiento Sísmico"



HOSPITAL DE LA POLICIA NACIONAL LUIS N. SAENZ



NUOVA SEDE DE LA CLINICA INTERNACIONAL



**Ing. Alejandro Muñoz**  
Gerente Técnico de Prisma Ingenieros SAC  
Más de 30 años de experiencia en Ingeniería Estructural, Docencia e Investigación universitaria.  
Profesor principal PUCP. Enseña en el postgrado el curso de "Sistemas Modernos de Protección Sísmica"  
Presidente del Comité Peruano para la Norma de Diseño Sísmorresistente, E.030.  
Miembro de los Comités Peruanos de las Normas de "Diseño en Concreto Armado", E.060 y de "Aislamiento Sísmico" E.031



HOSPITAL DE CASMA



HOSPITAL DE RECUAY

### Objetivos

El objetivo principal del servicio consiste en determinar el cumplimiento técnico-normativo de la especialidad de estructuras de los bloques con sistema de aislamiento sísmico del proyecto ejecutado.

**La evaluación se realiza solo para el marco legal vigente, no se considerarán las evaluaciones con marcos legales antiguos.**

- Para la revisión del diseño del sistema de aislamiento y análisis estructural se emplearán los siguientes códigos:
- Norma Técnica de Edificaciones E.020 Cargas, vigente.
  - Norma peruana de diseño sísmorresistente "E.030" vigente.
  - Norma E.031 "Aislamiento Sísmico" vigente.
  - Código americano "Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures" (ASCE/SEI 7-16)
- Asimismo, algunas de las recomendaciones de los siguientes estándares serán consideradas para evaluar la clasificación de los dispositivos de aislamiento:
- Norma Europea de Dispositivos Antisísmicos "EN 15129" vigente.
  - Standard americano "Guide Specifications for Seismic Isolation Design", 4th Ed. De la AASHTO.
- Para la revisión del diseño de los elementos estructurales de la edificación se emplearán los siguientes códigos:
- Norma Técnica de Edificaciones E.060 Concreto Armado, SENCICO.
  - Norma Técnica de Edificaciones E.070 Albañilería, SENCICO.
  - Norma Técnica de Edificaciones E.080 Diseño estructural en Acero, SENCICO.
  - Demás normas técnicas del RNE según material.
- Además del cumplimiento de los códigos requeridos por el reglamento nacional de edificaciones vigente, algunas recomendaciones de los siguientes estándares podrán ser empleadas:
- ACI 318.18 Building Code Requirements for Structural Concrete, American Concrete Institute.
  - ACI 209R-92 Prediction of creep, shrinkage, and temperature effects in Concrete Structures.

## Metodología



### Metodología:

- Revisión de Estudios de Suelos y Geofísico
- Revisión de información de los dispositivos de aislamiento
- Elaboración del plan de trabajo y exposición
- Desarrollo del Modelo Matemático de la Edificación
- Análisis Estructural y determinación de la demanda sísmica
- Revisión de los dispositivos de aislamiento sísmico
- Revisión del Diseño Estructural
- Elaboración de Informe y Recomendaciones
- Visita para Inspección y para exposición técnica final
- Reuniones de coordinación



Presentación

Generalidades / Memoria descriptiva

Visita de inspección técnica

Evaluación estructural

Análisis de resultados obtenidos

Esquema de reforzamiento estructural



## GENERALIDADES



El objetivo principal del servicio consiste en determinar el cumplimiento técnico-normativo de la especialidad de estructuras de los bloques con sistema de aislamiento sísmica del proyecto ejecutado. El edificio principal BLOQUE I de 7 pisos, BLOQUE II de 3 pisos, con un área en planta aproximada de 7400 m<sup>2</sup> con sistema de aislamiento sísmico, en este edificio se encontrarán los servicios hospitalarios básicos, como emergencias, farmacia UCI, consulta externa entre otros.



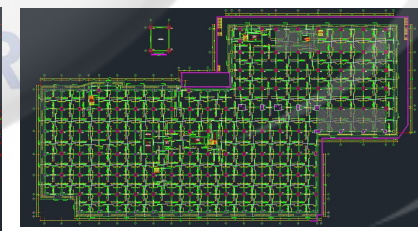
## DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO



La cimentación corresponde a zapatas aisladas, combinadas y conectadas. El techo del nivel de aislamiento tiene vigas de 40x 90 cm con losas macizas de 15 a 25 cm de espesor. Los capiteles son típicamente de ancho 1.30 m.



Planta de cimentación



Techo del nivel de aislamiento

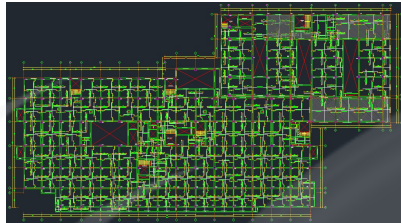




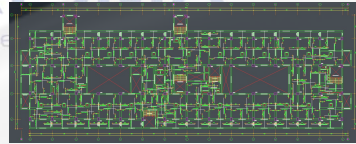
### DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO



En los niveles superiores, las vigas tienen peralte de 90 cm con losas macizas de 20 cm de espesor. Las columnas cuadradas son de 60 cm de ancho y además se tienen columnas de 40x100 cm, 40x90 cm y otras de sección irregular.



Techo del 2do. nivel



Techo del 6to nivel



### DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO



Cargas sobre el edificio según peso de materiales y normativas correspondientes:

Tipo de elemento	Unidad	Peso Unitario considerado
Elementos estructurales de concreto armado	(Kg/m <sup>3</sup> )	2400
Tabiquería de ladrillo King Kong 18 huecos	(Kg/m <sup>3</sup> )	1800
Elementos estructurales de acero	(Kg/m <sup>3</sup> )	7850
Piso terminado	(Kg/m <sup>2</sup> ) <sup>(1)</sup>	100
Tabiquería de drywall RF 50mm	(Kg/m <sup>2</sup> ) <sup>(1)</sup>	30
Tabiquería de drywall RF 120mm	(Kg/m <sup>2</sup> ) <sup>(1)</sup>	90
Falsos cielos, ducterías y equipos pequeños colgados de techos	(Kg/m <sup>2</sup> ) <sup>(2)</sup>	50
Coberturas livianas en techos metálicos de azotea <sup>(3)</sup>	(Kg/m <sup>2</sup> ) <sup>(3)</sup>	30

Tipo de elemento	Unidad	Peso Unitario considerado
Salas de operación, laboratorios y zonas de servicio	(Kg/m <sup>2</sup> ) <sup>(1)</sup>	300
Cuartos	(Kg/m <sup>2</sup> ) <sup>(1)</sup>	200
Corredores, escaleras y zonas de asambleas con asientos móviles	(Kg/m <sup>2</sup> ) <sup>(1)</sup>	400
Almacenes	(Kg/m <sup>2</sup> ) <sup>(1)</sup>	500
Carga viva sobre coberturas	(Kg/m <sup>2</sup> ) <sup>(1)</sup>	30

Edificio	ENMIENDACIÓN DEL EQUIPO	CANTIDAD	PREP. PRE	UBICACION	ESTR.	PLANTA EQUIP.
0-040	RESERVA PARA EQUIPO	01	00000	ETR. EMBAJADORADO	ETR. 1	00-13
0-041	RESERVA PARA EQUIPO	01	00000	ETR. EMBAJADORADO	ETR. 2	00-13
0-042	RESERVA PARA EQUIPO	01	00000	ETR. EMBAJADORADO	ETR. 3	00-13
0-043	RESERVA PARA EQUIPO	02	00000	ETR. EMBAJADORADO	ETR. 4	00-14
0-044	RESERVA PARA EQUIPO	01	00000	ETR. EMBAJADORADO	ETR. 5	00-13
0-045	RESERVA PARA EQUIPO	01	00000	ETR. EMBAJADORADO	ETR. 6	00-13
0-046	RESERVA PARA EQUIPO	01	00000	ETR. EMBAJADORADO	ETR. 7	00-13
0-047	RESERVA PARA EQUIPO	01	00000	ETR. EMBAJADORADO	ETR. 8	00-13
0-048	RESERVA PARA EQUIPO	01	00000	ETR. EMBAJADORADO	ETR. 9	00-13
0-049	RESERVA PARA EQUIPO	01	00000	ETR. EMBAJADORADO	ETR. 10	00-13
0-050	RESERVA PARA EQUIPO	01	00000	ETR. EMBAJADORADO	ETR. 11	00-13
0-051	RESERVA PARA EQUIPO	01	00000	ETR. EMBAJADORADO	ETR. 12	00-13
0-052	RESERVA PARA EQUIPO	01	00000	ETR. EMBAJADORADO	ETR. 13	00-13
0-053	RESERVA PARA EQUIPO	01	00000	ETR. EMBAJADORADO	ETR. 14	00-13
0-054	RESERVA PARA EQUIPO	01	00000	ETR. EMBAJADORADO	ETR. 15	00-13
0-055	RESERVA PARA EQUIPO	01	00000	ETR. EMBAJADORADO	ETR. 16	00-13
0-056	RESERVA PARA EQUIPO	01	00000	ETR. EMBAJADORADO	ETR. 17	00-13
0-057	RESERVA PARA EQUIPO	01	00000	ETR. EMBAJADORADO	ETR. 18	00-13
0-058	RESERVA PARA EQUIPO	01	00000	ETR. EMBAJADORADO	ETR. 19	00-13
0-059	RESERVA PARA EQUIPO	01	00000	ETR. EMBAJADORADO	ETR. 20	00-13
0-060	RESERVA PARA EQUIPO	01	00000	ETR. EMBAJADORADO	ETR. 21	00-13
0-061	RESERVA PARA EQUIPO	01	00000	ETR. EMBAJADORADO	ETR. 22	00-13
0-062	RESERVA PARA EQUIPO	01	00000	ETR. EMBAJADORADO	ETR. 23	00-13
0-063	RESERVA PARA EQUIPO	01	00000	ETR. EMBAJADORADO	ETR. 24	00-13
0-064	RESERVA PARA EQUIPO	01	00000	ETR. EMBAJADORADO	ETR. 25	00-13
0-065	RESERVA PARA EQUIPO	01	00000	ETR. EMBAJADORADO	ETR. 26	00-13
0-066	RESERVA PARA EQUIPO	01	00000	ETR. EMBAJADORADO	ETR. 27	00-13
0-067	RESERVA PARA EQUIPO	01	00000	ETR. EMBAJADORADO	ETR. 28	00-13
0-068	RESERVA PARA EQUIPO	01	00000	ETR. EMBAJADORADO	ETR. 29	00-13
0-069	RESERVA PARA EQUIPO	01	00000	ETR. EMBAJADORADO	ETR. 30	00-13



- Presentación
- Generalidades / Memoria descriptiva
- Visita de inspección técnica
- Evaluación estructural
- Análisis de resultados obtenidos
- Esquema de reforzamiento estructural



### INSPECCIÓN TÉCNICA



En la inspección se midieron las juntas horizontales y verticales. Según el diseñador debería tener una junta mínima de 40 cm entre los capiteles y los muros de contención.



### INSPECCIÓN TÉCNICA



Estas juntas horizontales y verticales son necesarias para el buen funcionamiento del sistema de aislamiento sísmico.



### INSPECCIÓN TÉCNICA



Se compartió plano de juntas horizontales y verticales, donde se indica las zonas que deben ser limpiadas y liberadas.



### INSPECCIÓN TÉCNICA



Se encontraron patologías de concreto en los capiteles de los dispositivos de aislamiento sísmico.



### INSPECCIÓN TÉCNICA



Se observaron también las inclinaciones de los dispositivos, lo cual es originado por la propia retracción de la losa.





### INSPECCIÓN TÉCNICA

Se encontraron fisuras típicas en losas y vigas incluso de paños cortos, lo cual evidencia un mal proceso constructivo. En zonas de tuberías se encontraron aceros cortados, lo cual no corresponde a un detalle indicado en plano y es un error constructivo.

### INSPECCIÓN TÉCNICA

En elementos no terminados de construir se encontraron juntas típicas verticales de 1", lo cual es adecuado. La junta horizontal de 1/2" entre tabique y piso superior se muestra adecuadamente construida también.

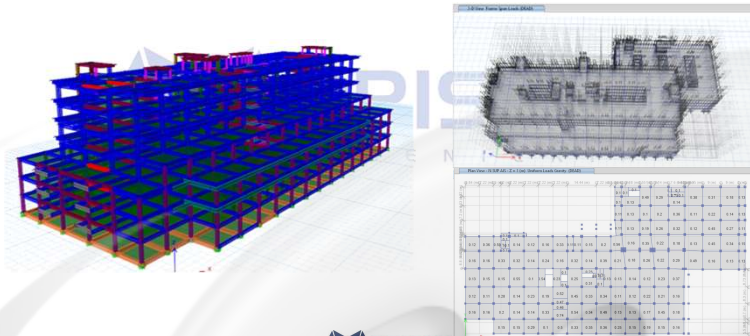
### INSPECCIÓN TÉCNICA

- Presentación
- Generalidades / Memoria descriptiva
- Visita de inspección técnica
- Evaluación estructural
- Análisis de resultados obtenidos
- Esquema de reforzamiento estructural

### MODELO ESTRUCTURAL



El análisis estructural se realiza sobre un modelo estructural tridimensional en el programa ETABS considerando las cargas de gravedad y sismo.



### NORMATIVIDAD PARA HOSPITAL HIPOLITO UNANUE



La norma peruana E.031 "Aislamiento sísmico" publicada en noviembre del 2019 y el estándar americano ASCE7-16 utilizan una **demanda sísmica correspondiente a un sismo de 2475 años de periodo de retorno** para el diseño de la estructura, así como para la verificación de estabilidad de los aisladores y el dimensionamiento de la junta del sistema. A este sismo se le denomina "Sismo Máximo Considerado", sismo "MCE" o "SMC" por sus siglas en inglés y español, respectivamente. **Desde el 2018 la actualización de la norma E.030 ya indicaba que se empleó la versión del estándar americano ASCE 7 vigente.**

No obstante, la actualización de la norma peruana E.030 "Diseño sismorresistente" del 2016 aún indicaba que para el diseño de edificios con aislamiento sísmico se emplee el estándar americano "ASCE 7-10" del 2010, motivo por el cual el edificio principal en estudio fue diseñado bajo este estándar. El estándar ASCE7-10, hoy superado por el ASCE7-22, requería que el diseño de los elementos estructurales se realice con un sismo de diseño que aparece en promedio cada 475 años y que la estabilidad de los aisladores y capacidad de la junta estén preparados para el sismo máximo considerado de 2475 años de periodo de retorno.



### ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



En noviembre del 2023, el Dr. Zenón Aguilar Bardales realiza el trabajo de GENERACIÓN DEL ESPECTRO DE DISEÑO ESPECÍFICO PARA EL HOSPITAL HIPÓLITO UNANUE DE TACNA. Para la evaluación de los edificios, dicho estudio presenta una comparativa con el espectro elástico 1.5ZSC del artículo 14 de indicado en la actual norma E.031.

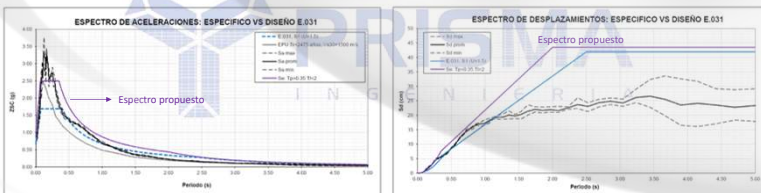


Figura 10. Comparativa de espectros de respuesta de aceleración para  $T_r = 2475$  años.

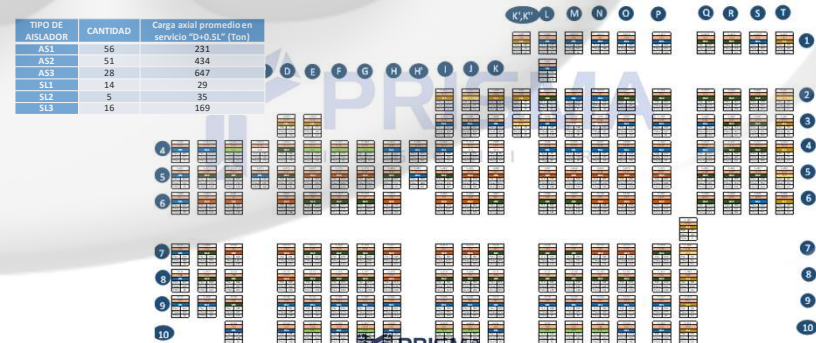
Figura 12. Comparativa de espectros de respuesta de desplazamientos para  $T_r = 2475$  años.



### DISPOSITIVOS DE AISLAMIENTO



El esquema presenta la distribución en planta de los tipos de dispositivos empleados y las cargas de servicio, máximas y mínimas obtenidas por sismo

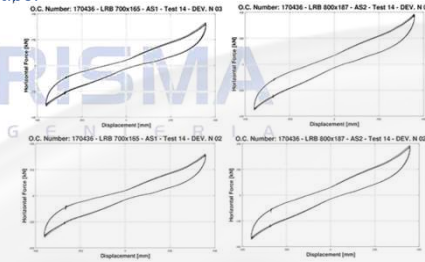




### CALIDAD DE LOS DISPOSITIVOS



El protocolo de ensayo seguido por la empresa Frayssenet Tierra Armada Perú en su informe con referencia: "9241-IL1-281" del 12 de junio del 2018 no cumple ninguna de las dos opciones de ensayo señaladas en el Artículo 31 de la norma E.031 para Secuencia y ciclo de los ensayos de los aisladores prototipo.



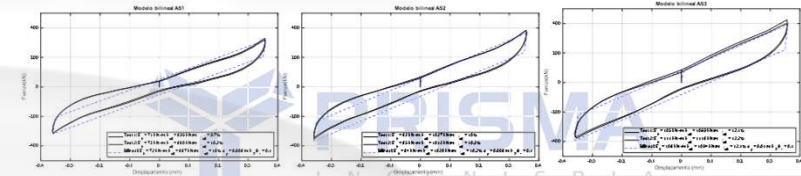
Al no contarse con información que permita cualificar al proveedor, se aplican los factores de variación para proveedores desconocidos Clase II, según norma E.031.



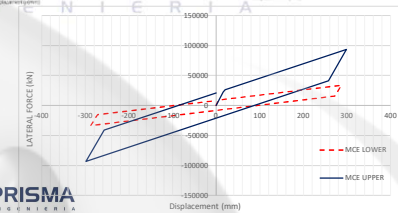
### CALIDAD DE LOS DISPOSITIVOS



Se obtuvieron las curvas idealizadas de los dispositivos...



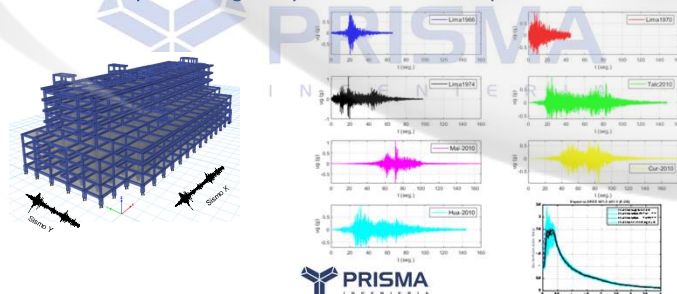
Y del sistema de aislamiento sísmico, considerando las propiedades superior e inferior para dispositivos CLASE II.



### ANÁLISIS ESTRUCTURAL



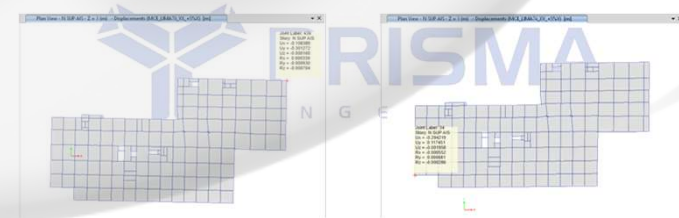
La revisión del sistema de aislamiento se realiza mediante un análisis tiempo-historia, que las propiedades efectivas y correspondientes leyes constitutivas de los dispositivos mantienen las respuestas sísmicas de interés dentro de los límites fijados como objetivos de desempeño. Para el análisis tiempo-historia, se usó un factor de reducción "R=1" y se empleó un set de 7 pares de registros para determinar las respuestas dinámicas.



### ANÁLISIS ESTRUCTURAL



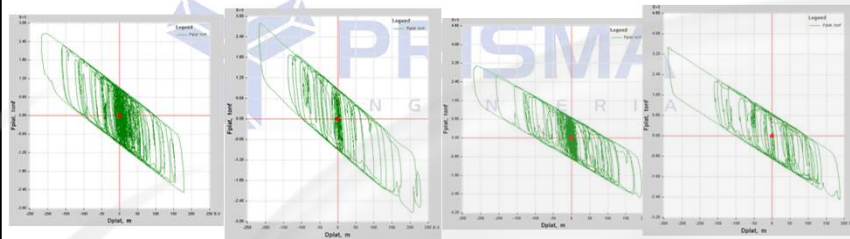
Se obtiene un **desplazamiento total máximo "DTM" de 302 mm** considerando el promedio de las siete señales en cada dirección tal como lo establece la norma E.031 y las propiedades inferiores de los dispositivos.



### ANÁLISIS ESTRUCTURAL



Para la señal más desfavorable se obtiene un desplazamiento total máximo "DTM" de 392 mm. Sin embargo, de manera conservadora y para considerar la deformación por cambios volumétricos del concreto los dispositivos deberían estar preparados para soportar un desplazamiento de 400 mm.

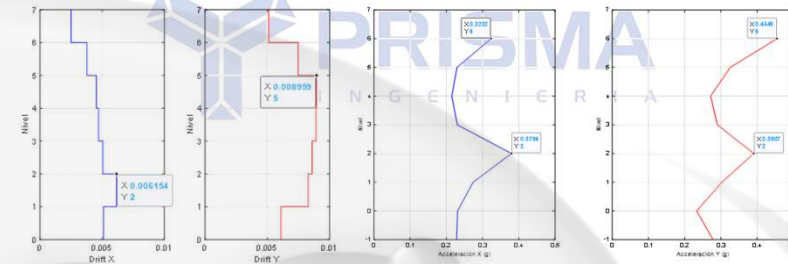


### ANÁLISIS ESTRUCTURAL



Se obtiene una deriva máxima de 6.15 % para la dirección "X" y de 8.96% para la dirección "Y". Los dos valores de deriva son mayores a la deriva máxima permitida de 5 %.

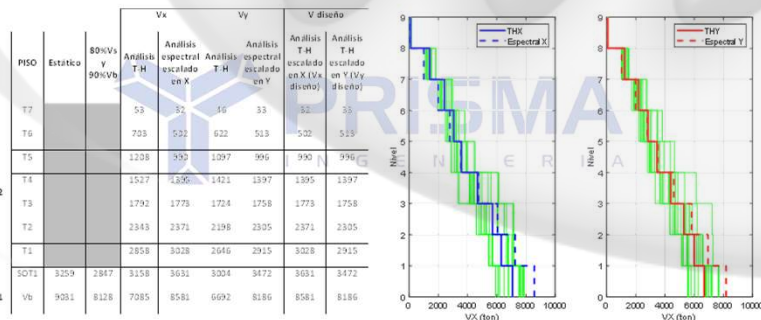
Se tiene una aceleración máxima de piso menor a 0.4g y las aceleraciones desde el nivel aislado al techo 11 no superan los 0.3 g.



### ANÁLISIS ESTRUCTURAL



Siguiendo la metodología de la norma E.031, se obtienen las fuerzas cortantes de diseño.



### ANÁLISIS DE LOS DISPOSITIVOS



La figura siguiente muestra que la deformación total a cortante tiene un ratio Capacidad/Demanda (C/D) de 0.34, 0.49, 0.66, 0.89 y 0.42 para los dispositivos AS1, AS2, AS3, SL1 y SL3 dada la combinación crítica de carga axial y desplazamiento lateral.

Dispositivo	Capacidad (C)	Demanda (D)	Ratio C/D
AS1	1000	2941	0.34
AS2	1000	2041	0.49
AS3	1000	1515	0.66
SL1	1000	1118	0.89
SL3	1000	2381	0.42

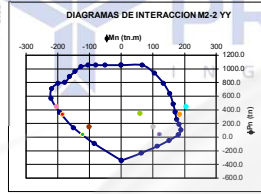
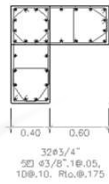




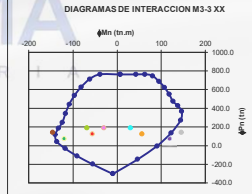
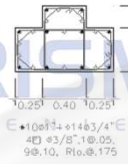
### ANÁLISIS DE RESULTADOS: COLUMNAS



La capacidad a flexión (curvas o diagramas de interacción) en varias columnas es menor a la demanda.



Columna C-11 en sótano 1



Columna C-14j en sótano 1



### ANÁLISIS DE RESULTADOS: COLUMNAS



Resumen:

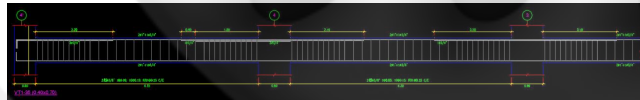
Columna	Eje	Piso	DET AXIAL DE GRAVEDAD	Verificación por carga gravitacional	DET MOMENTOS DE SISMO	Verificación por Momentos de Sismo
C-01	M-D	2da. Piso	BCV-1	CUMPLE	1.43	DEFICIT DE 4%
C-02	D-10	2da. Piso	BCV-1	CUMPLE	1.43	DEFICIT DE 4%
C-03	E-10	2da. Piso	BCV-1	CUMPLE	1.43	DEFICIT DE 4%
C-04	F-10	2da. Piso	BCV-1	CUMPLE	1.43	DEFICIT DE 4%
C-05	G-10	2da. Piso	BCV-1	CUMPLE	1.43	DEFICIT DE 4%
C-06	H-10	2da. Piso	BCV-1	CUMPLE	1.43	DEFICIT DE 4%
C-07	I-10	2da. Piso	BCV-1	CUMPLE	1.43	DEFICIT DE 4%
C-08	J-10	2da. Piso	BCV-1	CUMPLE	1.43	DEFICIT DE 4%
C-09	K-10	2da. Piso	BCV-1	CUMPLE	1.43	DEFICIT DE 4%
C-10	L-10	2da. Piso	BCV-1	CUMPLE	1.43	DEFICIT DE 4%
C-11	M-10	2da. Piso	BCV-1	CUMPLE	1.43	DEFICIT DE 4%
C-12	N-10	2da. Piso	BCV-1	CUMPLE	1.43	DEFICIT DE 4%
C-13	O-10	2da. Piso	BCV-1	CUMPLE	1.43	DEFICIT DE 4%
C-14	P-10	2da. Piso	BCV-1	CUMPLE	1.43	DEFICIT DE 4%
C-15	Q-10	2da. Piso	BCV-1	CUMPLE	1.43	DEFICIT DE 4%
C-16	R-10	2da. Piso	BCV-1	CUMPLE	1.43	DEFICIT DE 4%
C-17	S-10	2da. Piso	BCV-1	CUMPLE	1.43	DEFICIT DE 4%
C-18	T-10	2da. Piso	BCV-1	CUMPLE	1.43	DEFICIT DE 4%
C-19	U-10	2da. Piso	BCV-1	CUMPLE	1.43	DEFICIT DE 4%
C-20	V-10	2da. Piso	BCV-1	CUMPLE	1.43	DEFICIT DE 4%
C-21	W-10	2da. Piso	BCV-1	CUMPLE	1.43	DEFICIT DE 4%
C-22	X-10	2da. Piso	BCV-1	CUMPLE	1.43	DEFICIT DE 4%
C-23	Y-10	2da. Piso	BCV-1	CUMPLE	1.43	DEFICIT DE 4%
C-24	Z-10	2da. Piso	BCV-1	CUMPLE	1.43	DEFICIT DE 4%



### ANÁLISIS DE RESULTADOS: VIGAS



La demanda por flexión y cortante en varias vigas sobrepasa la capacidad instalada.



Estado	VT1-35 (0.40x0.70)				
	IZQ (SUP)	IZQ (INF)	CEN	DER (SUP)	DER (INF)
Mu (ton.m)	61.00	32.80	22.70	61.00	32.80
DM (ton.m)	46.10	26.90	28.70	46.10	26.90
Mu/DM	1.32	1.13	0.79	1.32	1.13
Estado	32% DEFICIT	13% DEFICIT	CUMPLE	32% DEFICIT	13% DEFICIT

Estado	VT1-35 (0.40x0.70)		
	IZQ	CEN	DER
Vu (ton)	33.80	26.10	34.70
DM (ton)	58.10	41.40	58.10
Vu/DM	0.58	0.63	0.60
Estado	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE



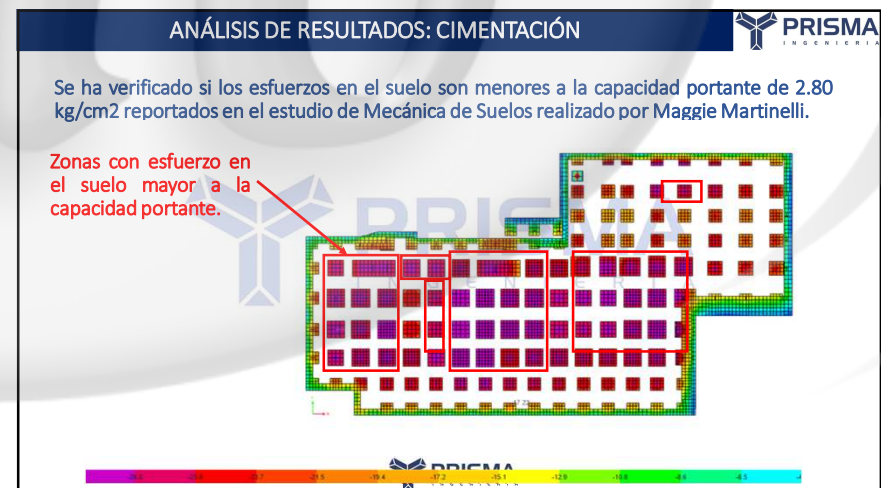
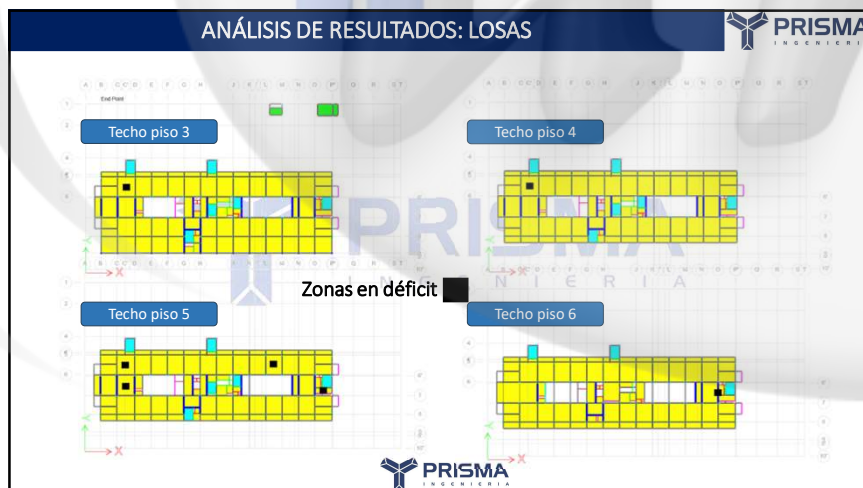
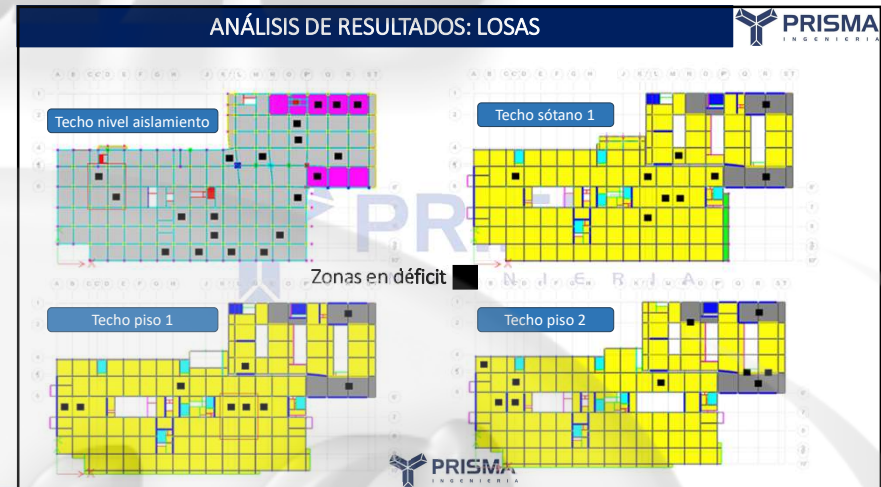
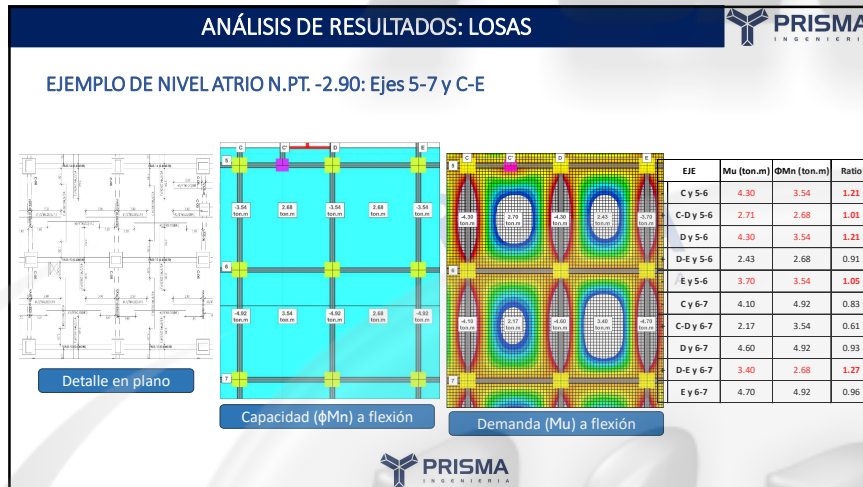
### ANÁLISIS DE RESULTADOS: VIGAS



Otros casos:

VIG-02 (0.40x0.70)															
Tramo 3				Tramo 4				Tramo 5				Tramo 6			
IZQ (SUP)	IZQ (INF)	CEN	DER (SUP)	DER (INF)	IZQ (SUP)	IZQ (INF)	CEN	DER (SUP)	DER (INF)	IZQ (SUP)	IZQ (INF)	CEN	DER (SUP)	DER (INF)	
Mu (ton.m)	130.10	108.10	6.90	130.10	108.10	307.30	75.30	215.90	107.30	71.50	118.80	90.00	144.00	118.80	90.00
DM (ton.m)	61.50	45.50	45.50	45.50	89.80	45.50	45.50	130.20	77.50	53.50	53.50	102.20	53.50	53.50	102.20
Mu/DM	1.95	2.38	0.15	1.95	2.38	1.19	1.62	0.48	0.82	0.95	0.95	1.16	1.17	1.17	0.95
Estado	34% DEFICIT	33% DEFICIT	CUMPLE	34% DEFICIT	33% DEFICIT	35% DEFICIT	34% DEFICIT	35% DEFICIT	34% DEFICIT	35% DEFICIT	35% DEFICIT	34% DEFICIT	35% DEFICIT	35% DEFICIT	34% DEFICIT
Vu (ton)	50.50	50.50	50.50	50.50	41.90	44.80	44.80	40.90	44.80	55.70	45.30	58.60	45.30	58.60	45.30
DM (ton)	80.20	80.20	80.20	80.20	58.00	60.30	60.30	58.00	60.30	80.20	66.30	80.20	66.30	80.20	66.30
Vu/DM	0.63	0.63	0.63	0.63	0.72	0.74	0.74	0.69	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
Estado	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE










### ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS

El protocolo de ensayo de los aisladores prototipos AS1, AS2 y AS3 no cumple con la actual norma peruana E.031. Además, **se califica como CLASE II** ya que no se cuenta con información de cualificación tal como lo establece la norma E.031 y tampoco se cuenta con ensayos de producción.



El modelo matemático representa las características de rigidez y masa de la estructura. Los aisladores son modelados con las características obtenidas de los ensayos. La revisión del sistema de aislamiento se realizó mediante un análisis tiempo-historia y espectral. Los dispositivos se modelaron con sus propiedades superior e inferior siguiendo la norma E.031. **Los valores máximos de derivas obtenidos para la dirección X-X y Y-Y de 5.3-6.1% y 8.9% respectivamente, exceden el valor máximo de 5% indicado en la Norma E031.** De este modo, la estructura no cumple con los requerimientos mínimos de rigidez.

**Los aisladores sísmicos no cumplen las demandas de desplazamiento y carga vertical de la norma E.031, y se han obtenido ratios Capacidad/Demanda (C/D) de 0.34, 0.49, 0.66, 0.89 y 0.42 para los dispositivos más desfavorables AS1, AS2, AS3, SL1 y SL3.**





### ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS

La visita de inspección se realizó el 02 y 03 de noviembre del 2023. Los reportes de desplazamiento lateral de los dispositivos de hasta 3.1 cm se corroboraron en campo. Estos desplazamientos según nuestra experiencia, la corroboración en campo y también según la propia indicación del proyectista, se deben a un fenómeno de retracción de la losa. Estos desplazamientos son siempre considerados por los proyectistas de aislamiento sísmico y en este caso paso lo mismo, por tanto, no presenta ninguna contingencia.

### ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS

Se encontraron fisuras en losas y vigas, propias de un mal proceso constructivo. Además, son varios los elementos que presentan segregación.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS



Las losas presentan paños con factores Demanda/Capacidad mayores a 1. Estas zonas al no diseñarse bajo demanda sísmica, corresponden a un propio error en el desarrollo del proyecto original.

Gran cantidad de columnas y vigas presentan factores Demanda/Capacidad mayores a 1. Estos déficits corresponden a las no consideraciones sobre límite superior e inferior para los dispositivos de aislamiento clase II de la norma E.031.

Son varias las zapatas aisladas con factores Demanda/Capacidad mayores a 1. Estos déficits se han encontrado para casos de servicio y sismo, por lo tanto, corresponden a un propio error en el desarrollo del proyecto original.



Presentación

Generalidades / Memoria descriptiva

Visita de inspección técnica

Evaluación estructural

Análisis de resultados obtenidos

Esquema de reforzamiento estructural



## CONCLUSIONES DEL ESTUDIO



Los resultados de la revisión por PRISMA INGENIEROS indican que el proyecto estructural no cumple con los lineamientos de diseño de las normas peruanas E.031 Aislamiento Sísmico, E.060 Concreto Armado y E.030 Diseño Sismorresistente y, por tanto, no se puede continuar la construcción del hospital.

En caso querer continuar con el actual casco de los bloques aislados y cumplir los requisitos de las actuales normas, es necesario un reforzamiento estructural que contemple las zonas críticas indicadas en el presente informe junto a la adición de nuevos elementos estructurales. Esta solución propuesta en 6.3 es compleja y se recomienda revisarse desde el punto económico y de tiempos de ejecución. Es trabajo de la entidad estudiar la viabilidad del reforzamiento.



## ALTERNATIVA DE REFORZAMIENTO 1



La alternativa más adecuada corresponde al reemplazo completo de los dispositivos de aislamiento y reforzamiento de la cimentación.

"ALTERNATIVA 1 DE REFORZAMIENTO: 170 DISPOSITIVOS A REEMPLAZAR + LIBERACIÓN DE JUNTA EN CAPITEL K'-3 + REFORZAMIENTO DE 56 ZAPATAS"



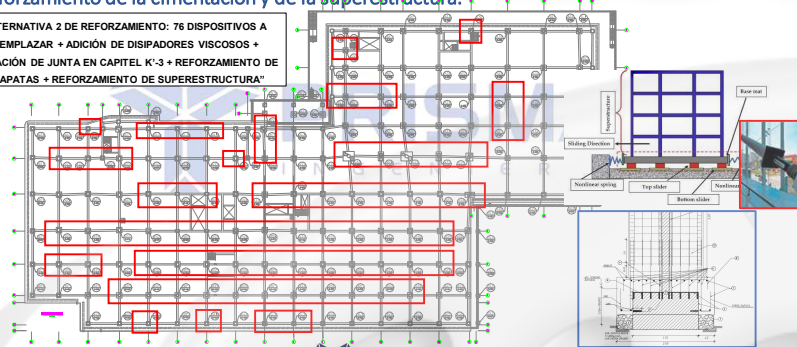


### ALTERNATIVA DE REFORZAMIENTO 2



La alternativa 2 corresponde al reemplazo parcial de dispositivos de aislamiento, reforzamiento de la cimentación y de la superestructura.

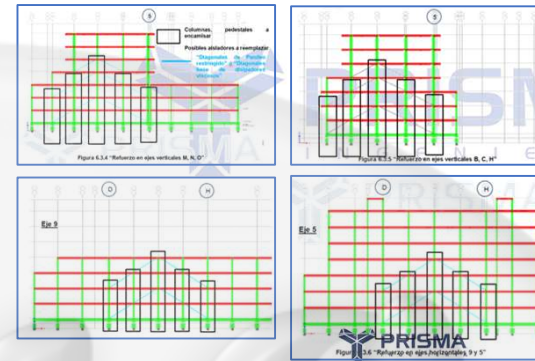
"ALTERNATIVA 2 DE REFORZAMIENTO: 76 DISPOSITIVOS A REEMPLAZAR + ADICIÓN DE DISIPADORES VISCOSES + LIBERACIÓN DE JUNTA EN CAPITEL K'-3 + REFORZAMIENTO DE 56 ZAPATAS + REFORZAMIENTO DE SUPERESTRUCTURA"



### ALTERNATIVA DE REFORZAMIENTO 2



La alternativa 2 corresponde al reemplazo parcial de dispositivos de aislamiento, reforzamiento de la cimentación y de la superestructura.



¡Gracias por su atención!

