 <p>Servicios y Soluciones en Ingeniería y Logística</p>	No. de identificación: EMS-HGR 260C, SC-NL-0	Revisión: 0
	Título: Estudio de Mecánica de Suelos para el Nuevo Hospital General Regional de 260 camas en Santa Catarina, Nuevo León	Fecha: 01/08/2023
Elaboró: M. en I. Audini Montoya Orozco	Revisó: Esp. en I. Arturo Rodríguez Martínez	Aprobó: Ing. Gustavo Arvizu Lara
0	Versión avalada	AMO ARM Agosto/2023
B	Atención a comentarios del IMSS	AMO ARM Julio/2023
A	Emisión original	AMO ARM Julio/2023
N°	Descripción	Elab. Rev. Fecha

**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA EL NUEVO
HOSPITAL GENERAL REGIONAL DE 260 CAMAS EN SANTA
CATARINA, NUEVO LEÓN**



ELABORADO PARA:

DIVISIÓN DE PROYECTOS

NOMBRE

FRAGOSO HERNÁNDEZ JOSÉ DE JESÚS

FIRMA



GOBIERNO DE
MÉXICO

JULIO 2023
IMSS



DIRECCIÓN DE ADMINISTRACIÓN

Unidad de Infraestructura, Proyectos Especiales y Cartera de Inversión

Coordinación de Proyectos y Seguimiento Institucional

Coordinación Técnica de Proyectos de Infraestructura

División de Análisis y Revisión de Proyectos



EMS-HGR 260C, SC-NL-REV 0

REVISADO

Página 1 de 184

ES RESPONSABILIDAD DE LAS FIGURAS TÉCNICAS, LEGALES Y LABORATORIOS QUE FIRMAN ESTE DOCUMENTO, LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS LEVANTAMIENTOS, REPORTES FOTOGRAFICOS, MEMORIAS DESCRIPTIVAS Y DE CALCULO, INFORMES ESTUDIOS Y DE PRUEBAS DE LABORATORIO; HACIENDO CONSTAR QUE CORRESPONDEN AL INMUEBLE DESCRITO.

5. CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos del estudio de mecánica de suelos se presentan las siguientes conclusiones:

- a) Con respecto a las condiciones estratigráficas del predio.
- Se identificaron tres unidades estratigráficas, la más superficial de ellas correspondiente a suelos residuales (U1), ésta presenta un espesor delgado que llega a un máximo de 1.8m, clasificándose como materiales predominantemente granulares de alta rigidez, por debajo de ella se identificó un material de transición al terreno firme denominado caliza limosa intemperizada (U2) la cual tenía espesores variables que llegan a una profundidad máxima de 3.8m de profundidad respecto al nivel de terreno natural, estos materiales son constituidos por rocas calizas fracturas de muy alta rigidez. Por último, se identificó el terreno firme clasificado como caliza limosa (U3), la cual presenta características de rigidez muy altas y un comportamiento de los materiales predominantemente granular.
 - Durante la exploración no se identificó incluso para los sondeos mixtos de mayor profundidad (25m) la ubicación del nivel de aguas freáticas (NAF).
 - La definición del modelo geotécnico que representa las características del sitio se muestra en la Tabla 3.3, correspondiente al capítulo del mismo nombre.
- b) Con respecto a las consideraciones sísmicas del sitio donde se ubica el proyecto.
- De acuerdo con el mapa de regionalización sísmica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) de 2015, el sitio de estudio pertenece a la Zona A.
 - A partir de la revisión de las consideraciones para clasificación por tipo de terreno acorde a la microregionalización sísmica de CFE para sus manuales emitidos en 1993 y 2015, el terreno del sitio corresponde a **Tipo II**.
 - Se destaca que los espectros obtenidos deben ser considerados como elásticos, en el caso de los espectros obtenidos por los manuales de CFE éstos se encuentran exentos de reducciones por factores de sobre-resistencia (R) y ductilidad (Q), ya que estos deben ser definidos por el Ingeniero Estructurista en términos de las características de la estructura que se diseñe.
 - Para el caso del espectro definido a partir del método riguroso, éste no puede ser reducido por factores de sobre-resistencia debido a que se construyó considerando el comportamiento inelástico del subsuelo, sin embargo, es posible aplicar factores de ductilidad.
 - **El espectro de diseño aplicable al proyecto se muestra en la Figura 3.20, señalando que este corresponde al definido a partir de un método riguroso (SHAKE) debido a que es el más representativo del sitio ya que considera la totalidad de los parámetros dinámicos que lo caracterizan.**
- c) Con respecto al sistema de cimentación y en general el análisis geotécnico del sitio.
- Para la construcción de plataformas de trabajo, nivelaciones, confinamiento de

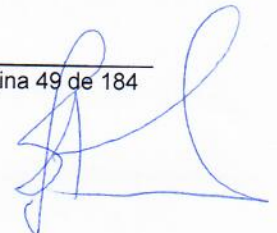
cimentaciones, instalaciones, rellenos de zanjas y en general aquellas superficies enterradas para su conformación, se utilizarán materiales limo arenosos en capas de 15cm, con las características descritas en la Tabla 4.1.

- De acuerdo con las características geotécnicas identificadas, **para la estructura principal se han propuesto las siguientes dos soluciones de cimentación:**
- **Sistema de cimentación superficial.** Consiste en zapatas cuadradas desplantadas en al menos 2m de profundidad respecto al nivel de terreno natural, con lo que deberá garantizarse su desplante sobre los materiales de la unidad U2. Estas deberán tener un ancho no menor a 80cm, su representación esquemática se encuentra en la Figura 4.1. Asimismo, esta solución resulta conveniente para la construcción del cuarto de máquinas.
- La capacidad de carga admisible determinada ante cargas verticales, asentamientos asociados a dicha capacidad de carga y módulos de reacción vertical se indican resumidos a continuación, por su parte, la memoria de cálculo correspondiente se presenta en el Anexo D.

Zapatas cuadradas $D_f=2.0m$			
B (m)	Capacidad de carga admisible (t/m^2)	Asentamientos (cm)	Módulos de reacción (kg/cm^3)
0.80	92	0.604	9.2
1.20	100	0.488	10.0
1.50	100	0.469	10.0
2.00	100	0.507	10.0

- La capacidad de carga ante acciones accidentales donde se presenten cargas inclinadas se indica en la Tabla 4.3.
- **Sistema de cimentación profunda.** Consiste en la cimentación de la estructura a través de pilas a 8m de profundidad respecto al nivel del terreno natural, con lo que deberá garantizarse una longitud de empotramiento de al menos 4m en el terreno firme (unidad U3). Estos elementos tendrán un diámetro mínimo de 60cm y la separación mínima entre ellos será de 3 veces su diámetro, su representación esquemática se muestra en la Figura 4.2.
- A continuación, se muestra de manera resumida la capacidad de carga admisible a compresión y tensión estimada para diferentes diámetros de pila, así como los asentamientos y módulos de reacción verticales asociados.

Pilas de 8m de longitud				
D (m)	Cap. de carga adm. a compresión (t/m^2)	Cap. de carga adm. a tensión (t/m^2)	Asentamientos (cm)	Módulos de reacción (kg/cm^3)
0.60	555	84	1.27	154
0.80	825	112	1.27	129
1.00	1,109	140	1.27	111
1.20	1,403	168	1.27	97



- La capacidad de carga admisible ante solicitaciones accidentales se indica en la Tabla 4.8. Por su parte, los módulos unitarios de reacción horizontal para pilas se muestran gráficamente en la Figura 4.4.
- Para estructuras auxiliares, se han considerado **zapatas cuadradas desplantadas a 80cm de profundidad respecto al nivel de terreno natural sobre la unidad U1. Estos elementos deberán presentar un ancho no menor a 60cm**, ver Figura 4.5.
- La capacidad de carga admisible para estructuras auxiliares determinada ante cargas verticales, asentamientos asociados a dicha capacidad de carga y módulos de reacción verticales se indican resumidos a continuación, por su parte, la memoria de cálculo correspondiente se presenta en el Anexo D.

Zapatas cuadradas $D_f=80\text{cm}$			
B (m)	Capacidad de carga admisible (t/m^2)	Asentamientos (cm)	Módulos de reacción (kg/cm^3)
0.60	35	0.275	3.5
0.80	41	0.379	4.1
1.00	47	0.504	4.7
1.20	53	0.648	5.3

- La capacidad de carga ante solicitaciones accidentales, se indica en la Tabla 4.12 considerando para ello ángulos de inclinación de la carga en 5, 10 y 15°.
- Para la revisión ante el estado límite de falla, deberá revisarse que la suma de las acciones verticales en la combinación de diseño, amplificada por un factor de carga en condiciones estáticas y sísmicas sea menor a la capacidad admisible por el sistema de cimentación. Esta condición deberá ser evaluada una vez que se cuente con la bajada de cargas definitiva de las estructuras.
- Acorde con la rigidez reportada en los materiales del sitio, los asentamientos que se presentarán en las estructuras serán mínimos, siendo el caso de las zapatas menores 1cm, mientras que los desplazamientos en pilas han sido limitados a media pulgada. Con lo que se espera un adecuado comportamiento de la cimentación y por tanto de la estructura a lo largo de su vida útil.
- Para la ejecución de excavaciones en el predio se evaluó una condición de estabilidad a través de taludes con una relación geométrica 0.8:1 (H:V) para el que se encontró una profundidad de 3m y una sobrecarga de 2t/m^2 , obteniendo así factores de seguridad adecuados (>1.9) al corto plazo.
- En caso de que se requieran muros de contención o se construyan estructuras enterradas, la distribución de empujes horizontales se presenta en la Figura 4.7.
- Es recomendable implementar un programa de instrumentación de manera que pueda identificarse con tiempo alguna anomalía durante la construcción de la cimentación, para ello será deseable contar con la siguiente instrumentación: Referencias superficiales, Testigos en muros, Banco de nivel externo, Frecuencia de medición de deformaciones.

6. RECOMENDACIONES

- Las soluciones de cimentación descritas en este estudio se diferencian principalmente por el tipo de estructura a la que van destinadas, como a continuación se describe:
- Para la estructura principal, se ha propuesto una solución a través de zapatas aisladas de geometría cuadrada no menor a 80cm por lado y una profundidad de desplante sobre la unidad U2, la cual también será aplicable al cuarto de máquinas del hospital.
- Asimismo, para la estructura principal se ha propuesto un sistema de cimentación profundo con base en pilas de al menos 60cm de diámetro cuyo desplante deberá garantizar un empotre mínimo de 4m sobre la unidad U3.
- Por su parte, para las estructuras auxiliares del hospital, se podrá asumir una cimentación superficial de zapatas cuadradas de al menos 80cm de lado, cuyo nivel de desplante quedará a 80cm respecto al nivel del terreno natural.
- Las capacidades de carga presentadas servirán para que, con base en la bajada de cargas, el Ingeniero Estructurista realice una evaluación del comportamiento estructural de la superestructura.
- Las figuras de solución de la cimentación de este informe son de carácter orientativas y esquemáticas.
- Es necesario implementar un control topográfico durante la construcción de plataformas, viales y cimentaciones para confirmar su adecuado procedimiento y confiabilidad.
- Debe contarse con un laboratorio de control de calidad para los materiales desde el inicio de los trabajos.
- Cualquier deficiencia en la realización de los trabajos puede significar un riesgo para la obra, por lo que, los involucrados en los trabajos a realizarse deberán tener experiencia en este tipo de actividades.
- La solución de la cimentación aquí planteada aplica para las consideraciones con las que se elaboró el presente estudio, por lo que cualquier cambio podría modificar las recomendaciones indicadas en el informe.
- Se recomienda que, en el caso de construir cisternas, éstas se ubiquen lo más centradas en la huella de las edificaciones o separadas de las colindancias.
- Deberán resolverse adecuadamente los drenajes pluvial y sanitario para evitar el flujo superficial de agua en el terreno.
- Una vez que el Ingeniero Estructurista precise el espectro de diseño respectivo (aplicando los factores de reducción y ductilidad aplicables) y las sollicitaciones sísmicas transmitidas a la cimentación, deberá calcularse el incremento de esfuerzos inducidos al suelo por el sismo y revisar que el esfuerzo en la esquina sometida a la compresión máxima sea menor que el esfuerzo límite que pueda soportar el suelo.
- Los resultados de este informe son aplicables exclusivamente al predio de estudio.

7. REFERENCIAS

1. GERD Servicios y Soluciones en Ingeniería y Logística (2023). "ESTUDIO GEOFÍSICO PARA EL NUEVO HOSPITAL GENERAL REGIONAL DE 260 CAMAS EN SANTA CATARINA, NUEVO LEÓN".
2. GERD Servicios y Soluciones en Ingeniería y Logística (2023). "ESTUDIO DE PAVIMENTOS PARA EL NUEVO HOSPITAL GENERAL REGIONAL DE 260 CAMAS EN SANTA CATARINA, NUEVO LEÓN".
3. Servicio Geológico Mexicano (2008). "Carta Geológico-Minera Monterrey G14-7".
4. Municipio de Santa Catarina, Secretaría Desarrollo Urbano y Ecología (2018). "PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DE CENTRO DE POBLACIÓN, SANTA CATARINA, NUEVO LEÓN 2021 - 2030".
5. Juárez, E. y Rico, A. (2005). "Fundamentos de mecánica de suelos". Limusa, México.
6. Das, B. (2005). "Fundamental of Geotechnical Engineering". Technomic Publishing Co.
7. Comisión Federal de Electricidad (1993). "MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES. DISEÑO POR SISMO".
8. Comisión Federal de Electricidad (2015). "MANUAL DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES. DISEÑO POR SISMO".
9. Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (2017). "Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones".
10. Marinos, P. y Hoek, E. (2000). "Estimating the mechanical properties of heterogeneous rock masses such as flysh".

Superintendente del Servicio
Céd. Prof. No. 587649

Especialista en Geotecnia
Céd. Prof. No. 6293170

*Apoderado legal de GÉR D Servicios y
Soluciones en Ingeniería y Logística Aplicada*

