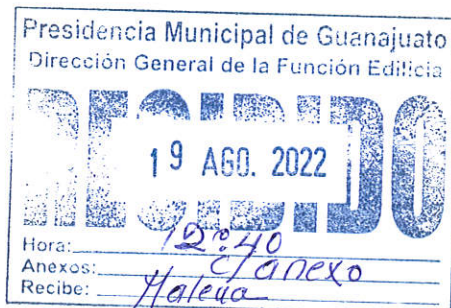




"290 años de excelencia educativa"

"En la Universidad de Guanajuato todas y todos, nos comprometemos a garantizar el derecho a las mujeres a vivir libres de violencia"

"2022 Año del Festival Internacional Cervantino, 50 años de diálogo cultural."



Guanajuato, Gto., a 19 de agosto de 2022.  
Número de Oficio: OAG/1870/2022.  
Asunto: Se remite información en alcance al oficio OAG/1592/2022.

H. AYUNTAMIENTO DE GUANAJUATO  
Presente



At'n

C. ALEJANDRO NAVARRO SALDAÑA  
Presidente Municipal

C. MARTHA ISABEL DELGADO ZÁRATE  
Secretaria del H. Ayuntamiento

C. SAMUEL UGALDE GARCÍA  
Secretario de Seguridad Ciudadana

C. JOSÉ FÉLIX PÉREZ RAMÍREZ  
Director de Protección Civil

**MAESTRA ILIANA ALEJANDRA BERNARDINO CRUZ**, en mi carácter de ABOGADA GENERAL DE LA UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO, personalidad que tengo debidamente acreditada ante esa autoridad reiterando el domicilio para recibir notificaciones el inmueble ubicado en Calzada de Guadalupe número 5, zona centro, en esta ciudad de Guanajuato capital (Edificio de la Oficina del Abogado General de la Universidad de Guanajuato), y los autorizando con fundamento en el artículo 10, segundo párrafo del Código de Procedimiento y Justicia Administrativa para el Estado y los Municipios de Guanajuato a los licenciados en Derecho **Martha Leticia Velázquez Macias, Adrián Pérez, Lluvia Marcela Martínez Franco, Cristian César Chimal Maldonado, Diana Karina Aguilar Navarro y Juan Carlos Reynoso Reynoso**, comparezco ante usted para exponer lo siguiente:

En alcance a mi oficio número OAG/1592/2022, de fecha 5 de julio de 2022, con sello de recibido en fecha 6 de julio del presente año, me permito anexar al presente la **Memoria de Cálculo: Revisión estructural de Barda de Lindero de la Cancha de Frontón /Tennis de la Escuela de Nivel Medio Superior de la Universidad del municipio de Guanajuato**, a fin de que analice y considera como soporte técnico por parte de la Dirección de Protección Civil y demás áreas municipales competentes, para la atención y resolución inmediata a la problemática que aqueja a la Escuela de Nivel Medio Superior del municipio de Guanajuato.

1/2

**OFICINA DEL ABOGADO GENERAL**

Calzada de Guadalupe N°5, Centro  
Guanajuato, Gto., México, C.P. 36000  
Teléfono: 473 732 00 06, ext. 4501, 4502 y 4516; Fax: ext. 4515



Reiterando nuestra solicitud para que, con base en las atribuciones que les confiere Reglamento de Protección Civil del Municipio de Guanajuato, Guanajuato, del Reglamento de Zonificación, Uso y Destino del Suelo del Municipio de Guanajuato y demás dispositivos legales aplicables, dicte y ejecute las medidas de seguridad preventivas ya solicitadas, ante la situación de Alto Riesgo que se presenta en la Escuela del Nivel Medio Superior de Guanajuato.

Derivado de lo anterior y en espera de vernos favorecidos con lo solicitado en el oficio número OAG/1592/2022, de fecha 5 de julio de 2022, con sello de recibido en fecha 6 de julio del presente año, reitero la coordinación y colaboración de esta casa de estudios con las autoridades municipales, para salvaguardar la integridad física de la comunidad universitaria, brindándoles la seguridad y protección requerida.

Agradeciendo de antemano su atención, únicamente pido se acuerde de conformidad a lo solicitado.

**ATENTAMENTE**  
"La verdad os hará libres"

**MTRA. ILIANA ALEJANDRA BERNARDINO CRUZ**  
**ABOGADA GENERAL**



UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO  
OFICINA DEL ABOGADO GENERAL

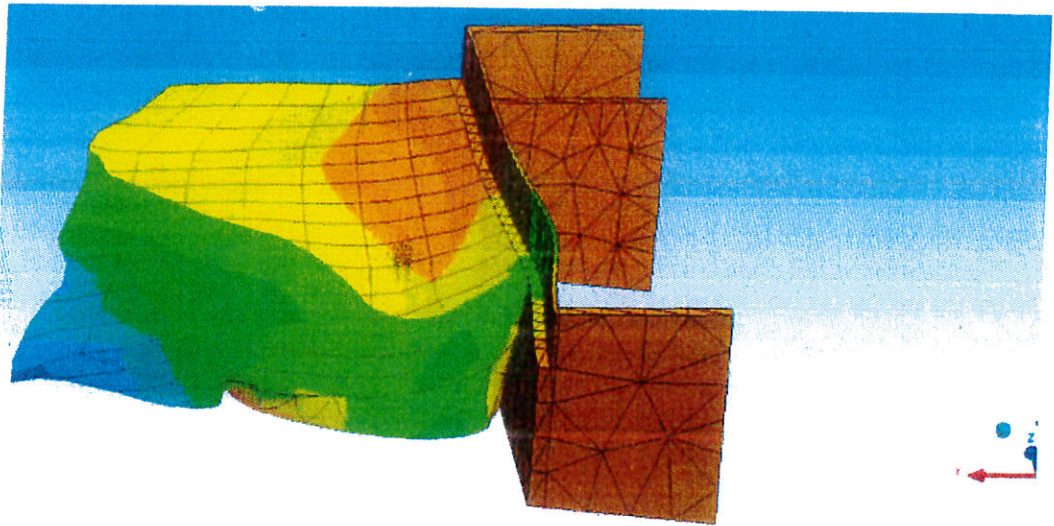
C.c.p. - Dra. Cecilia Ramos Estrada. Secretaria General. Para su superior conocimiento. Presente.  
- Dr. Salvador Hernández Castro. Secretario de Gestión y Desarrollo. Mismo fin. Presente.

M'MLVM/L'JCRR.

**OFICINA DEL ABOGADO GENERAL**

Calzada de Guadalupe N°5, Centro  
Guanajuato, Gto., México, C.P. 36000  
Teléfono: 473 732 00 06, ext. 4501, 4502 y 4516; Fax: ext. 4515





DE



**I.C. FRANCISCO RIVERA  
CONTRERAS**

**I.C. ALDO ROCHA PRADO**

REVISIÓN ESTRUCTURAL DE BARDA DE LINDERO  
DE LA CANCHA DE FRONTÓN/TENIS DE LA  
ESCUELA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR DE LA  
UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO EN GUANAJUATO.  
GUANAJUATO.

RC-INGENIERÍA  
RÍO GANGES 204-8, COL.  
LOMAS DE ARBIDE.  
477 796 32 17  
LEÓN, GUANAJUATO, MÉXICO.  
15/10/2020



MEMORIA DE CÁLCULO.

---

# MEMORIA DE CÁLCULO

---

REVISIÓN ESTRUCTURAL DE BARDA DE LINDERO DE LA CANCHA DE FRONTÓN/TENIS DE LA ESCUELA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO EN GUANAJUATO, GUANAJUATO.



## ÍNDICE

TEMA	PAG.
1. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	3
2. REGLAMENTOS Y ESPECIFICACIONES UTILIZADOS.....	5
3. MATERIALES UTILIZADOS.....	5
4. CARGAS Y ACCIONES DE DISEÑO.....	8
5. MODELO Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL REALIZADO.....	12
6. REVISIÓN DE BARDAS .....	19
7. DESPLAZAMIENTOS EN BARDAS.....	35
8. REPORTE FOTOGRÁFICO.....	38
9. RESUMEN DE LA REVISIÓN.....	43
10. RESULTADOS NUMÉRICOS DE LA REVISIÓN.....	44
11. COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES FINALES.....	45
12. BIBLIOGRAFÍA .....	48



## 1. MEMORIA DESCRIPTIVA.

Se solicita la REVISIÓN ESTRUCTURAL DE LA BARDA DE LINDERO (ÁREA DE FRONTÓN/TENIS) EN LA ESCUELA DE NIVEL MEDIO SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO, de la ciudad de Guanajuato, Guanajuato. El objetivo principal es determinar las causales del daño existente sobre la barda, que es de lindero exclusivamente.

En ésta revisión se mostrará que la barda es incapaz de trabajar como muro de contención. (Nota: La propuesta estructural para que la barda de lindero se comporte como un muro de contención está fuera de los alcances de ésta revisión).

ES IMPORTANTE RESALTAR QUE EXISTEN AGRIETAMIENTOS EVIDENTES EN ESTA ESTRUCTURA, POR LO QUE SE TRATARÁ DE EMULAR LAS CONSIDERACIONES QUE LO LLEVARON A PRESENTAR ESTAS FALLAS

### *Estructuración*

Dicha barda está conformada por dos niveles, abajo de piedra y arriba de tabique, de altura aproximada de 3.3 m y 3.3 m, respectivamente.

La zona de frontón tiene dimensiones de 30 metros de largo por 10 metros de fondo. La zona de escalada tiene dimensiones de 10 metros de largo por 10 metros de fondo.

Toda la estructura es de mampostería confinada en unas partes, y algunos elementos de acero estructural –que no cumplen ninguna función de rigidizar la barda, puesto que son elementos requeridos para la práctica de los deportes citados-, con un recubrimiento de acero a modo de "cubierta (mallá-sombra)"; se presupone que la cimentación es superficial a base de cimientos de mampostería.

### *Zonificación.*

Se encuentra en la zona centro, en una zona urbana. La topografía de la zona tiene cambios importantes; el inmueble se ubica dentro de una zona de cañadas aledañas al centro del Ejido, lo que provoca que los escurrimientos producto de las lluvias estén en constante contacto con la cimentación y los rellenos que pudieran existir. Aunque existen estratos rocosos los niveles superiores del suelo son arcillas y material suelto. Cabe mencionar que el inmueble colinda con una pensión de vehículos tipo sedán y camionetas de carga. Bajo la barda existe una bóveda de desagüe pluvial, que atraviesa, por debajo, la barda de frontón.





NO EXISTE MURO DE CONTENCIÓN COLINDANTE AL MURO DE LINDERO AL QUE SE REFIERE ESTE ESTUDIO, QUE SOPORTE EL RELLENO DE LA COLINDANCIA, SEGUN LO INDICA EL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS REALIZADO PREVIAMENTE

### *Proceso de análisis*

En el análisis se revisará en su estado de diseño --Barda de lindero-, con carga viva lateral y carga de viento según la normatividad aplicable vigente.

En un segundo caso, se analizará el comportamiento del mismo como un elemento de CONTENCIÓN.

- **Consideraciones importantes.**

- La zona afectada será de uso múltiple (Zona de Recreo y Deportes).
- La estructura es exterior (intemperie).



## 2. REGLAMENTOS Y ESPECIFICACIONES UTILIZADOS.

- Reglamento de Edificación y Mantenimiento para la Ciudad de Guanajuato y su Municipio del 02 de diciembre de 2011; al adolecer este ordenamiento de normas técnicas complementarias, se acude a las Normas Técnicas Complementarias al reglamento de Construcciones de la Ciudad de México (2017).

## 3. MATERIALES.

- Acero ASTM A-615 (NMX-C-407) con límite de fluencia mínimo de 4200 kg/cm<sup>2</sup>, y Módulo de Elasticidad  $E = 2.00 \times 10^6$  kg/cm<sup>2</sup>, para varillas de refuerzo en concreto.
- Acero estructural ASTM A-36, con límite de fluencia mínimo de 2573 kg/cm<sup>2</sup>, y Módulo de Elasticidad  $E = 2.039 \times 10^6$  kg/cm<sup>2</sup>, para placas, ángulos y redondos.
- Acero estructural ASTM A-53, con límite de fluencia mínimo de 2460 kg/cm<sup>2</sup>, y Módulo de Elasticidad  $E = 2.039 \times 10^6$  kg/cm<sup>2</sup>, para Tubos OC.
- Concreto clase 2, con peso volumétrico  $\gamma = 2200$  kg/m<sup>3</sup>, y resistencia a la compresión de  $f'c = 150$  kg/cm<sup>2</sup>, y Módulo de Elasticidad  $E = 8000\sqrt{f'c}$ , para concreto en cerramientos y dalas.
- Mampostería de piedra natural con resistencia a compresión  $f'c = 300$  kg/cm<sup>2</sup>, y Módulo de Elasticidad  $E = 800.000$  kg/cm<sup>2</sup>.
- Mampostería de tabique rojo común recocido con resistencia a compresión  $f_m^* = 15$  kg/cm<sup>2</sup>, y Modulo de Elasticidad  $E = 5250$  kg/cm<sup>2</sup>.



MEMORIA DE CÁLCULO.

• **Consideraciones en geometría.**

La estructura existente tiene elementos que se mencionan a continuación (con sus dimensiones aproximadas):

Elemento	Dimensiones		
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
Barda de obra	Varios	100	660
Barda de tabique	Varios	28	330
Castillos y cerchamientos	Varios	28	15
Columnas de acero (tubular y estesia)	1000	150 (promedio)	
Armaduras de cuclera	1000	200 (promedio)	500 (promedio)

Para la mejor referencia debemos considerar lo siguiente (criterios para generar el modelo de análisis):

- La planta del edificio es rectangular; su altura es mayor que su ancho.
- Hay dos zonas de entrenamiento, de alturas similares.
- Se consideran muros estructurales regulares (ortogonales).
- Se considera un sistema de cubierta de armaduras principales y secundarias (cast).
- El uso del área es predominantemente deportivo y reunión escolar.
- No se consideran cargas muertas, ni vivas sobre la cubierta y bardas; que no sean de uso exclusivo para el deporte en cuestión.
- Se desprecia totalmente la consideración de que la estructura de escalada, se comporte como un "contrafuerte", puesto que nunca estuvo diseñada con éste fin; además de que **NO ESTÁ UNIDA RÍGIDAMENTE A LA BARDA DE BINDERO**. Ésta estructura es de uso exclusivo para el deporte citado.
- Se tomará como planta de referencia, la suministrada por la Coordinación de Áreas de Infraestructura y Servicios Diversos (ENMS)-UG, para ubicar revisiones y desplazamientos generados en éste estudio.

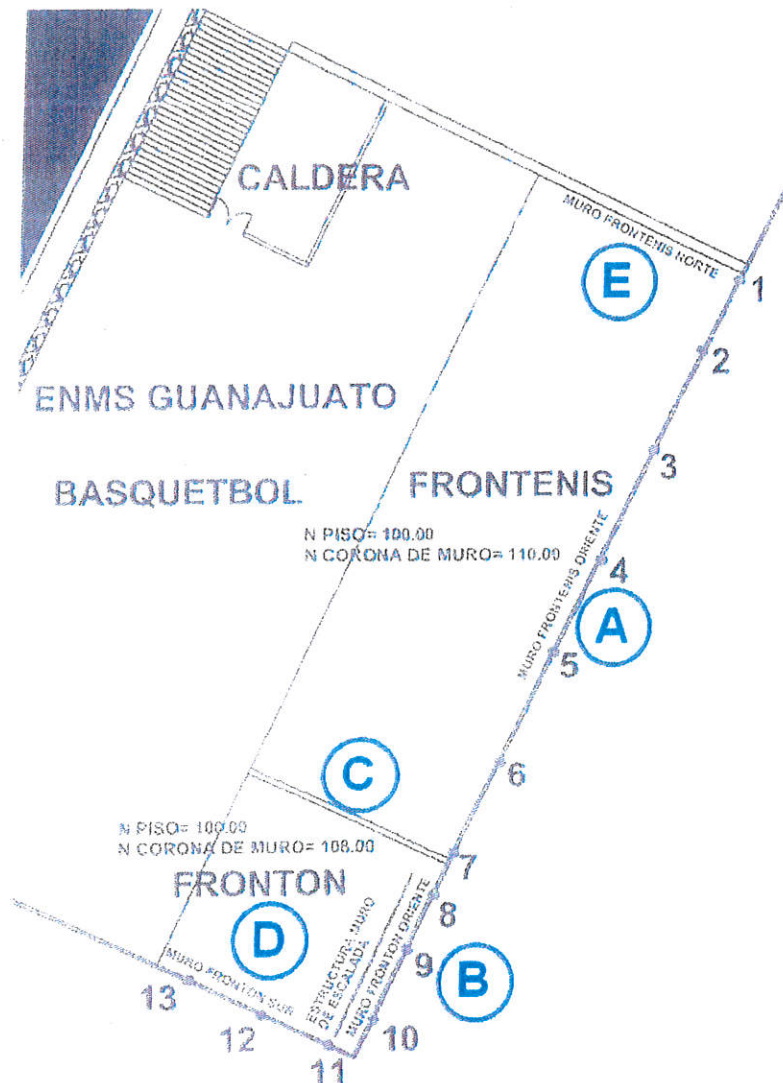


Fig. 1.- Muros de Linderos.  
Fig. 2.- Muros de Linderos (Muro D(11-13), Muro E(1))

- No se considera sismo porque:
  - La estructura tiene demasiada masa.
  - La zona donde está construido el muro es conglomerado rojo (roca) y los desplazamientos por sismo serían mucho menores a los desplazamientos por condición estática.
  - El caso que visiblemente está afectando a la barda es el estático.
- Se considera que los vehículos de la pensión pueden transmitir vibración (es la única condición dinámica).



4. CARGAS Y ACCIONES DE DISEÑO.

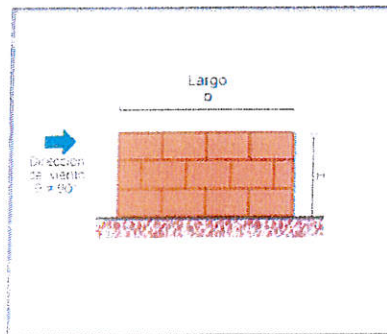
4.1. CARGAS ACTUANTES.

ZONA DE FRONTENIS	
CARGA MUERTA	
Instalaciones =	5.00 kg/m <sup>2</sup>
CARGA VIVA LATERAL (R.C.D.F)	
Carga Viva máx. =	100.00 kg/m

ZONA DE COLINDANCIA/RELLENO (EXTERNA)	
CARGA VIVA(SOBRRECARGA) (R.C.D.F)	
Carga Viva máx. =	350.00 kg/m <sup>2</sup>

La sobrecarga abarca los vehículos estacionados, así como todos los elementos que se encuentran en forma a ellos (Personas, equipo de lavado de carrocerías y accesorios).

## 4.2. CARGAS ACCIDENTALES



Largo (b): 30.0 m

Altura (H): 9.9 m

Altura Sobre el Nivel del Mar: 2080.0 m

Temperatura Media Anual: 19.0 °C

Clasificación según su Importancia: Grupo A

Clasificación según su Respuesta a la Acción del Viento: Tipo 2

Categoría del Terreno según su Rugosidad: Categoría 3

Factor de Topografía: 1.09

Latitud: 21.02

Longitud: -101.25

Velocidad Regional: 140.0 km/h (38.89 m/s)

Velocidad de Diseño: 134.68 km/h (37.41 m/s)

Ciudad: Guanajuato, Gto.

Periodo de Retorno: 10 años

Factor de Exposición Estático: 0.88

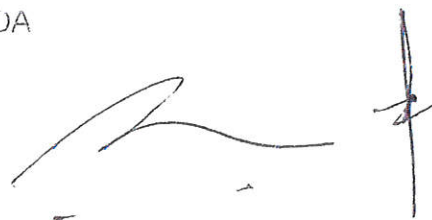
Factor G: 0.8

Presión Dinámica de Base ( $q_z$ ): 680.29 Pa (69.35 kg/m<sup>2</sup>)

### PRESIONES NETAS SOBRE LA BARDA AISLADA

Viento Normal al Muro Aislado ( $\theta = 0^\circ$ )

$$F_n = C_{Pn} K_P q_H = 1.22 (1.0) (680.29) = 831.21 \text{ Pa}$$





MEMORIA DE CÁLCULO.

Viento a 45° sobre la barda aislada ( $\theta = 45^\circ$ )

El punto de aplicación de la fuerza se localizará a una excentricidad definida como se muestra en la figura 4.3.15 del manual.

Excentricidad (e) = 5.0

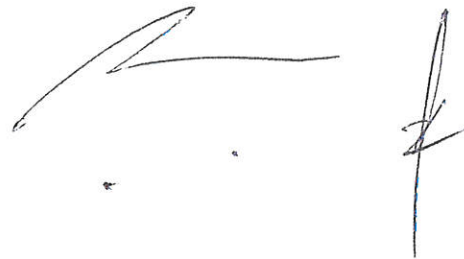
$$P_n = C_{pe} K_{pQH} = 1.22 (1.0) (680.29) = 831.21 \text{ Pa}$$

Viento Paralelo al Plano de la barda aislada ( $\theta = 90^\circ$ )

$$C_{Pn} = \pm 1.0 \quad (0.0 - 19.8 \text{ m})$$

$$P_n = \pm 1.0 (1.0) (680.29) = \pm 680.29 \text{ Pa} \quad (0.0 - 19.8 \text{ m})$$

SELECCIÓN POR SER MAS CRÍTICO





### 4.3. COMBINACIONES DE ANÁLISIS

En esta revisión, se cotejarán únicamente los estados límite de servicio y por ello se tomará en todos los casos un factor de carga unitario

#### a. MAMPOSTERÍA/ACERO

$$U1 = D$$

$$U2 = D+L$$

$$U3 = D+L+W$$

$$U4 = D+L+E+W$$

Los envoltentes que involucran a otras acciones, tales como sismo, nieve, etc: se omiten por no tener acciones actuantes en este análisis.

DONDE

D: CARGA POR PESO PROPIO+CARGA MUERTA

L: CARGA VIVA

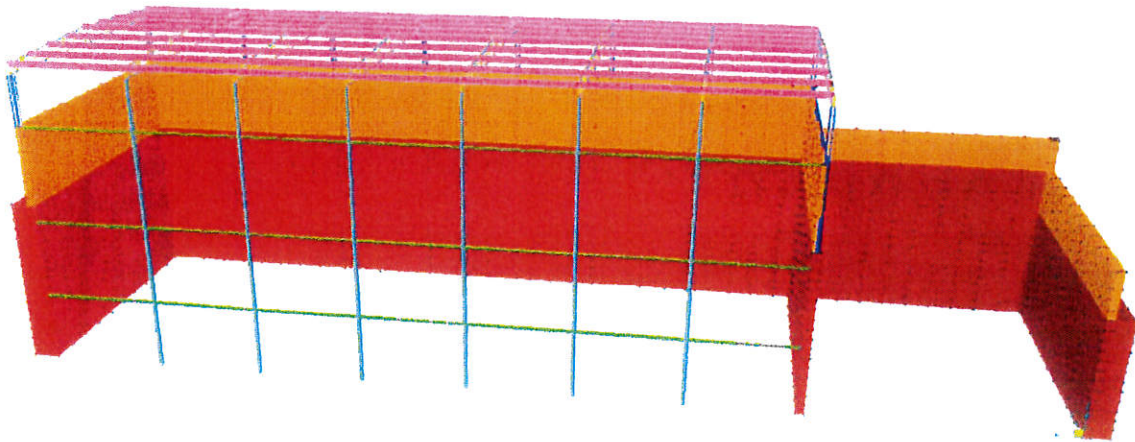
W: CARGA POR VIENTO

E: CARGA POR EMPUJE DE TIERRA (RELLENO)

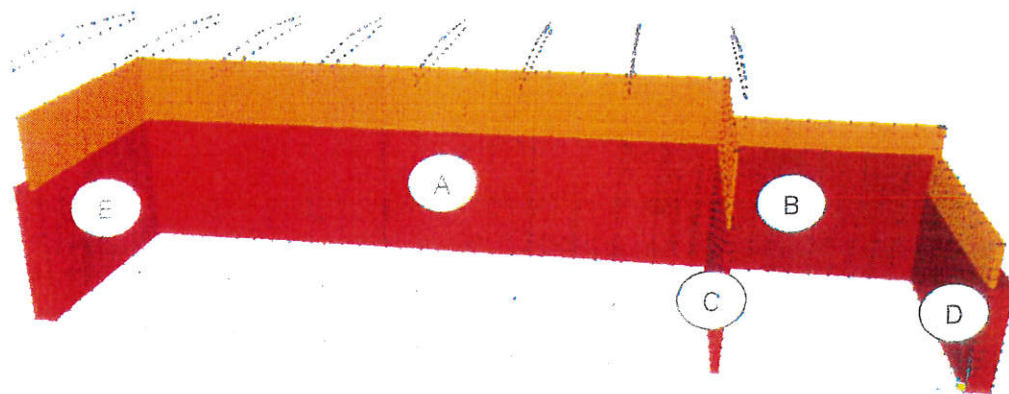


## 5. MODELO Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL REALIZADO

El análisis de la estructura se realizó mediante un análisis numérico generado en los programas de SAP2000, SAFE, ANSYS y Excel (Office), en los cuales se obtuvieron los valores de las fuerzas actuantes en cada uno de los elementos y la manera bajo la cual está comportándose la barda de lindero.



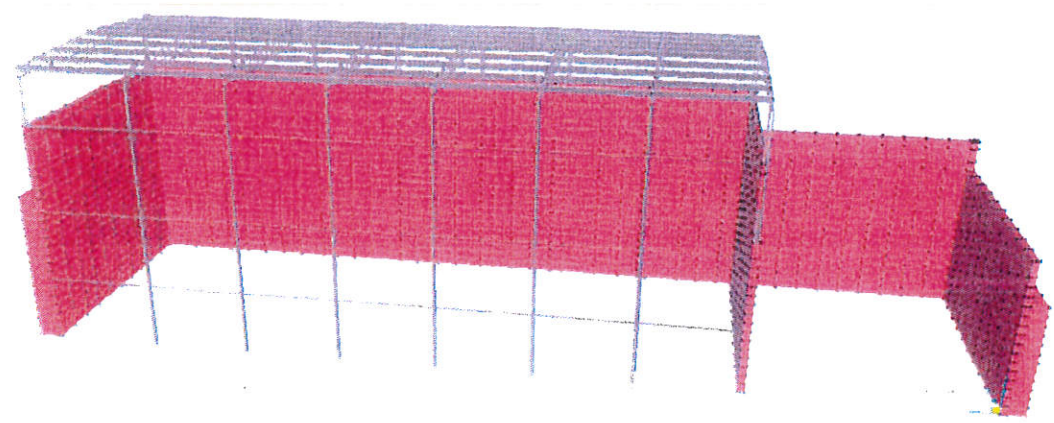
Modelo General – zona de frontón/tenis y escalada.



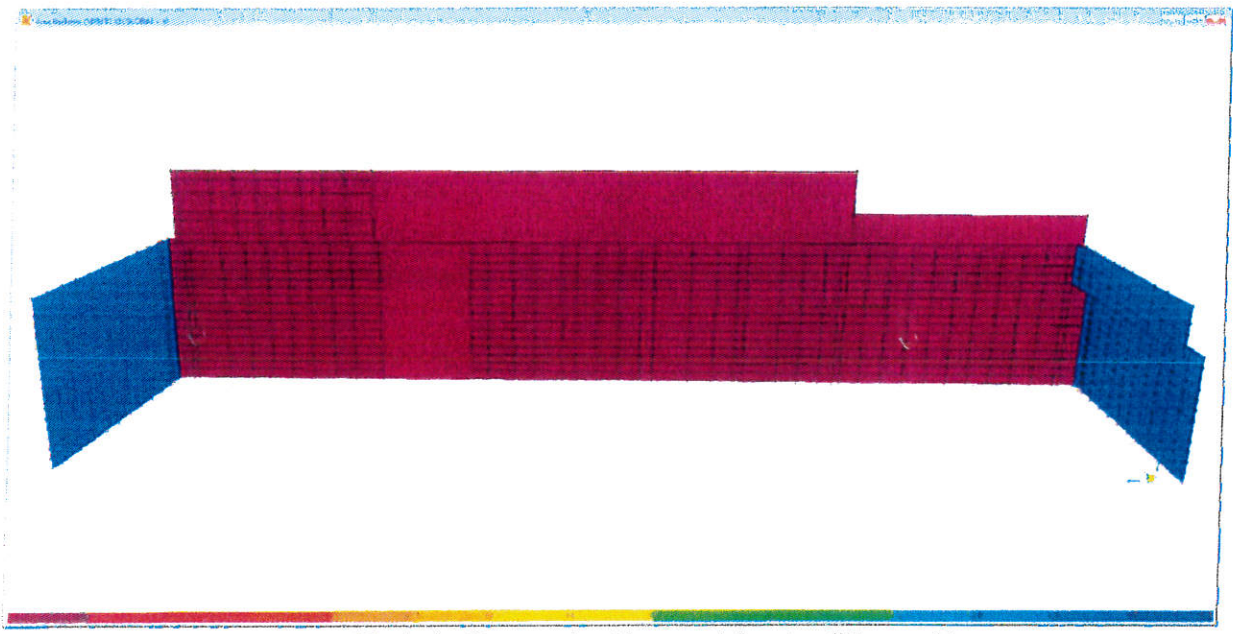
Modelo General – Bardas (Naranja/Tabique-Rojizo/Piedra)

A handwritten signature in black ink, with two arrows pointing from the signature towards the caption above it.

MEMORIA DE CÁLCULO.



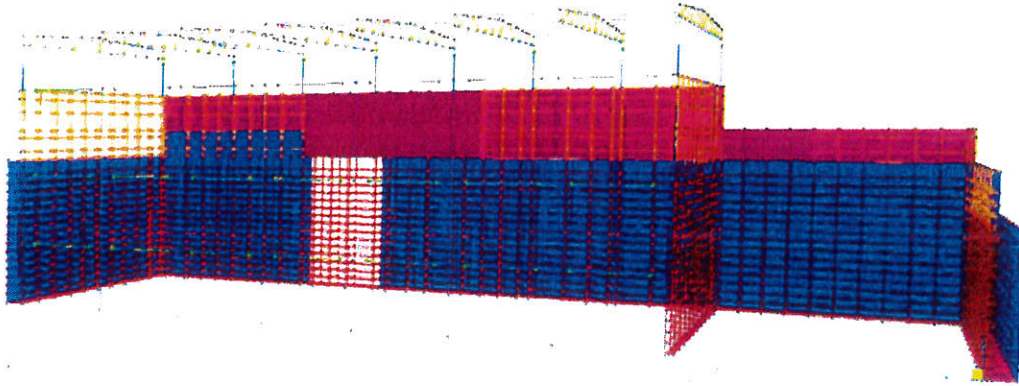
Modelo General – Elementos (Acero/Gris).



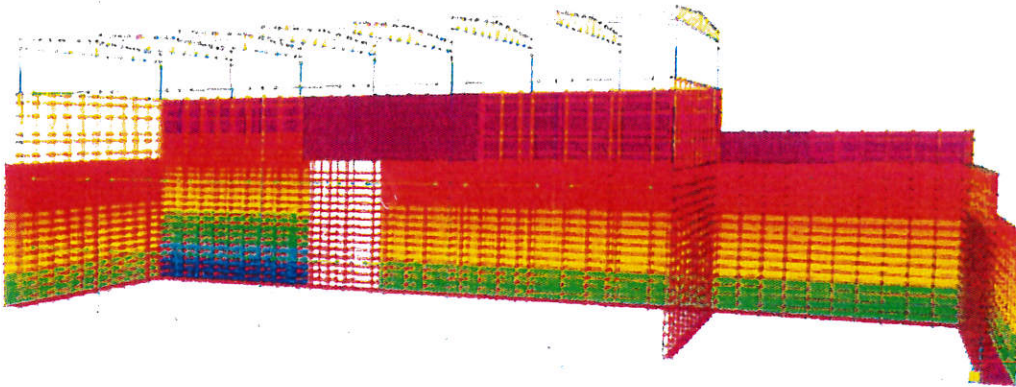
Modelo General – Cargas Viento (Etapa 1)

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized, cursive name.



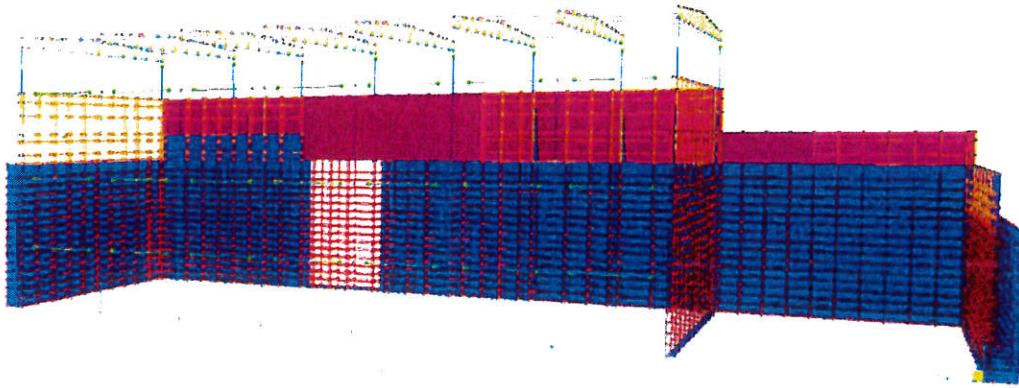


• Modelo General – Sobrecarga Viva (Etapa 2).



• Modelo General – Cargas por relleno (Etapa 2)

Two handwritten signatures in black ink, positioned below the caption for the second model. The signature on the left is more stylized and elongated, while the one on the right is more compact and vertical.

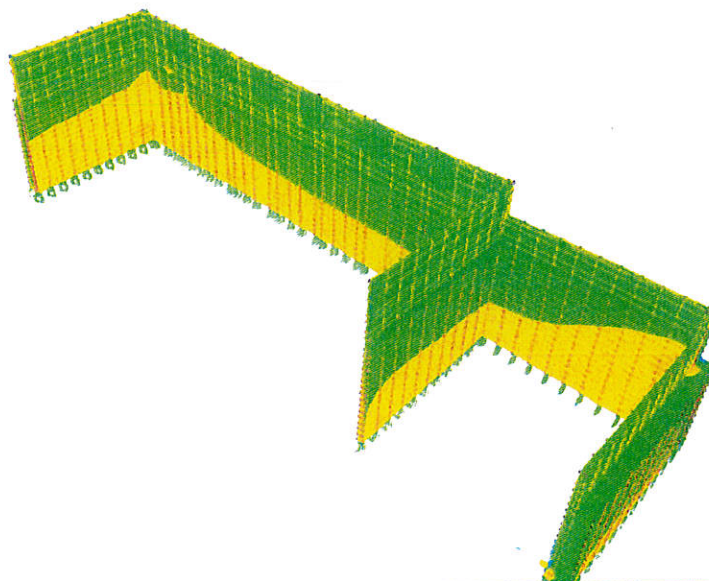


• Modelo General – Cargas Viento (Etapa 2)

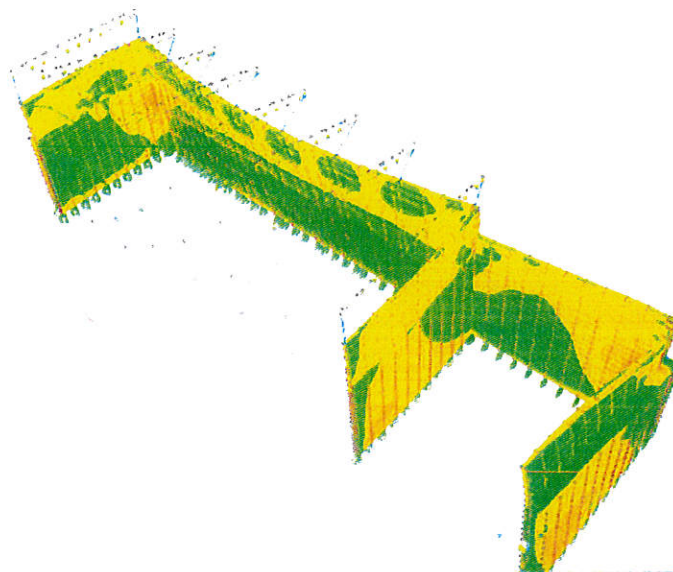
Two handwritten signatures in black ink, one on the left and one on the right, positioned below the caption. The signatures are stylized and appear to be the names of the engineers involved in the project.



MEMORIA DE CÁLCULO.

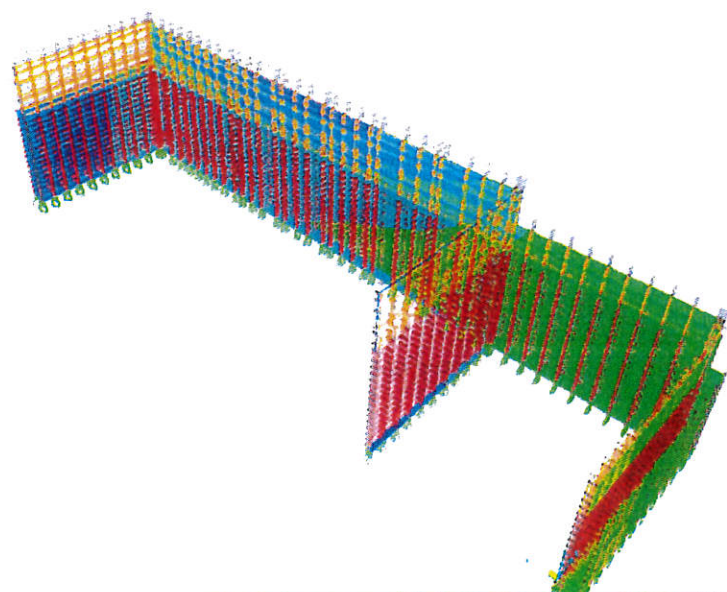


• Modelo General – Esfuerzo S33 (Eje Z) – ETAPA 1(D+L+W)

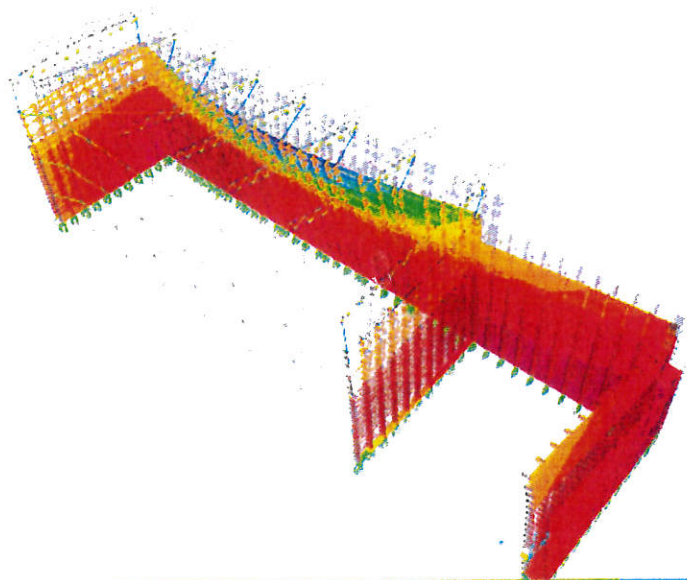


• Modelo General – Esfuerzo S33 (Eje Z) – ETAPA 2 (D+L+SC+RELL+W)

MEMORIA DE CÁLCULO.



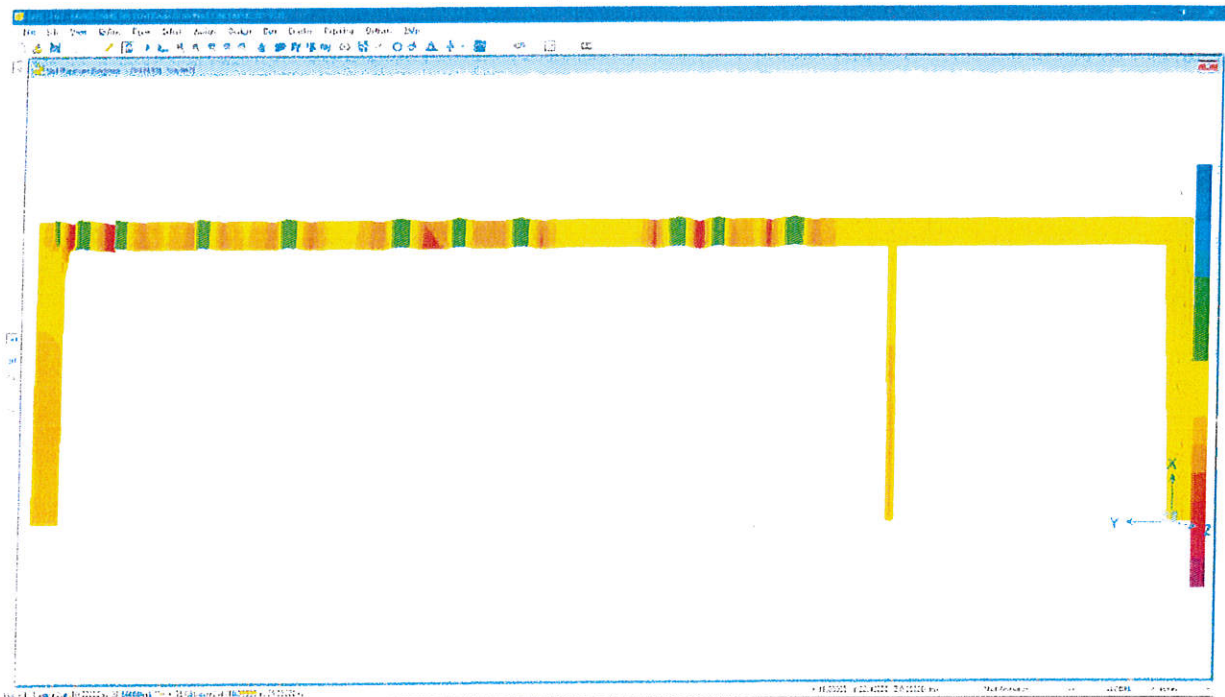
- Modelo General -Desplazamiento X (Etapa 1) Caso Estático Crítico. La deformación, bajo este modelo numérico, es de máximo 0.004 m.



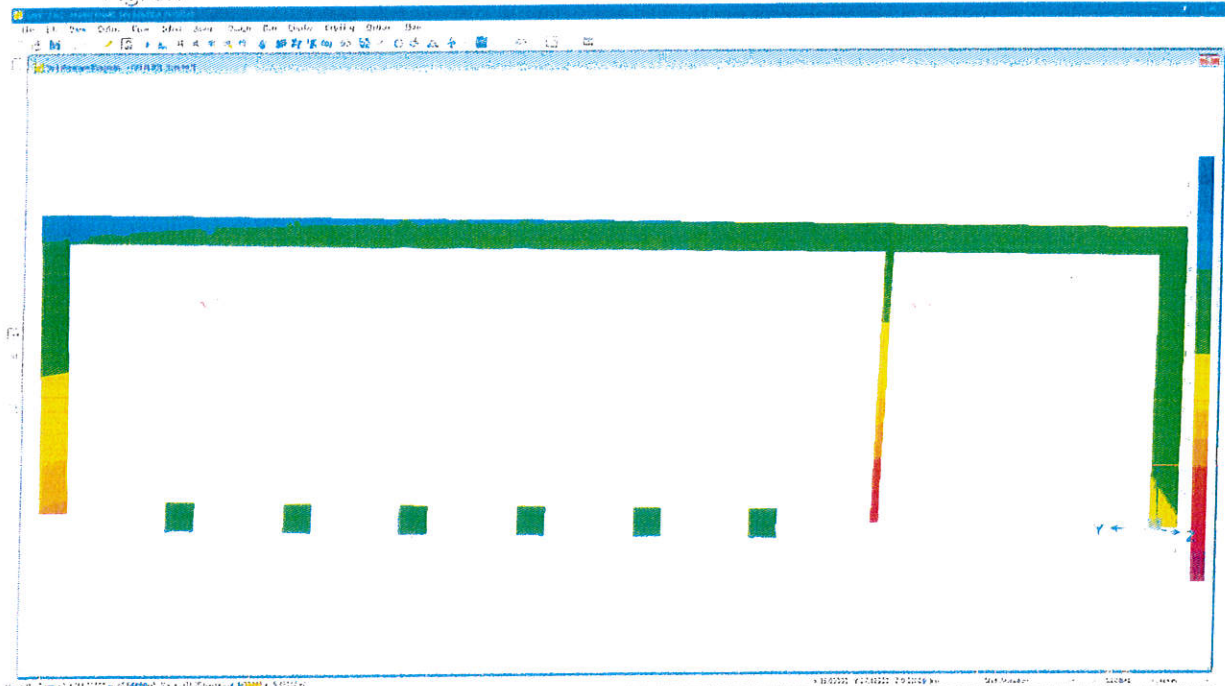
- Modelo General -Desplazamiento X (Etapa 2) Caso Estático Crítico. La deformación, bajo este modelo numérico, es de máximo 0.038 m.



MEMORIA DE CÁLCULO.



Modelo General – Esfuerzo en el Suelo Caso Estático Crítico.  $q_{\text{PROMEDIO}} = 17 \text{ Kg/cm}^2$



Modelo General – Esfuerzo en el Suelo (Etapa 2) Estático Crítico.  $q_{\text{PROMEDIO}} = 30 \text{ Kg/cm}^2$ . (En el muro de lindero, favorecido por las bardas perpendiculares que trabajan como contrafuertes)

*(Handwritten signatures)*

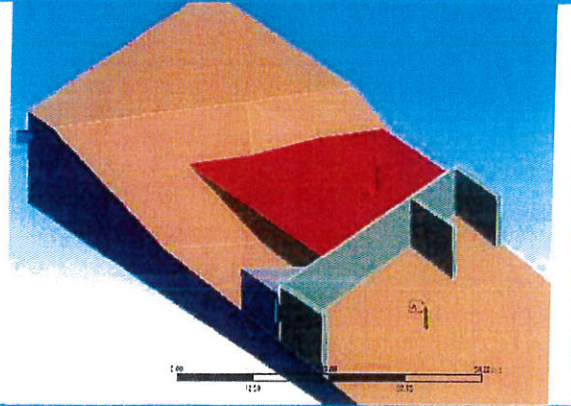


## 6. REVISIÓN DE BARDAS.

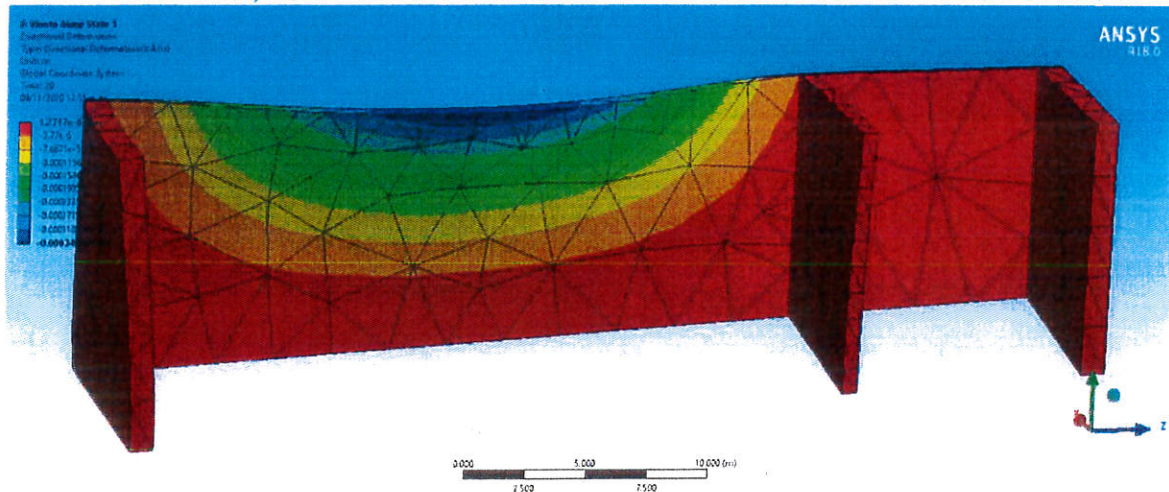
Vista real de la barda de lindero



Vista de simulación de la barda de lindero



### 6.1. REVISIÓN EN ETAPA 1: LA BARDA SE REvisa COMO DE LINDERO, QUE ES LA FUNCIÓN PARA LA CUAL SE CONSTRUYÓ.



Al ser una barda de lindero, estaría sometida a cargas de viento y en menor medida a carga viva por impacto de actividades deportivas. Cargas que en comparación con el peso propio, no significan gran esfuerzo del mismo, por lo que en este escenario se comporta estructuralmente muy bien.

En la figura anterior, se muestra el desplazamiento en la parte alta del muro, por el empuje del viento, hacia el interior de las canchas, que sería un desplazamiento muchísimo menor al permisible dentro de la normatividad vigente. De igual manera, la carga por actividad deportiva, es tan pequeña, que puede considerarse despreciable.

A continuación se hace el análisis numérico de ésta etapa.





MEMORIA DE CÁLCULO.

**REVISIÓN DE BARDA DE LINDERO CRÍTICA (BARDA A),  
CONSIDERANDO SOLO PESO PROPIO, VIENTO Y CARGA VIVA  
POR DEPORTE**

El análisis numérico se hace considerando un elemento aislado, sin restricciones laterales.

BARDA (A) DE LINDERO DE PIEDRA - ENMS-GTO/UG	
Muro de Alzado 1, Corte crítico.	
Planta de Referencia: Tramo	1-10
Dimensiones de barda (Preliminares)	(Obtenidas en sondeo)
Altura (H') =	9.90 m
Altura del relleno (H*) =	9.90 m
Altura Tipo Piedra (H <sub>1</sub> ) =	6.60 m
Altura Tipo Tabique (H <sub>2</sub> ) =	3.30 m
Profundidad Desplante (D) =	0.00 m
Ancho de corona (CR <sub>1</sub> ) =	1.00 m
Ancho de corona (CR <sub>2</sub> ) =	0.28 m
Ancho de base =	1.00 m
Densidad (Piedra Braza) =	2,100.00 kg/m <sup>3</sup>
Densidad (Tabique) =	1,750.00 kg/m <sup>3</sup>
Datos	
Viento (CFE)	
W =	85.00 Kg/m <sup>2</sup>
P =	841.50 Kg
Peso Barda = 15,477.00 kg	
Relleno Vertical =	0.00 kg
Σvertical =	15,477.00 kg

Revisión a volteo	
Momento de la estructura	
Me =	7,838.50 kg*m
Momento de empuje	
Mempuje =	4,165.43 kg*m
Factor de Seguridad =	1.90
<b>El factor de seguridad se considera aceptable.</b>	



rc - ingeniería

FRANCISCO RIVERA  
CONTRERAS + ALDO ROCHA  
PRADO

CONSEJO NACIONAL DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS  
ESTRUCTURAS Y CIVILES

## MEMORIA DE CÁLCULO.

Revisión a deslizamiento	
m =	0.60
k2 =	0.67
g2 =	2,050.00 kg/m <sup>3</sup>
f2 =	34.20
c2 =	0.77 kg/m <sup>2</sup>
D1 =	0.00 m
Kp =	3.57
Pp =	0.00 kg
F.S.=	11.04
<i>El factor de seguridad se considera aceptable.</i>	

Revisión por capacidad de apoyo	
Capacidad de carga Qadm =	30.00 Ton/m <sup>2</sup>
excentricidad =	0.26 m
B/6 =	0.167 m
q punta =	39,869.55 kg/m <sup>2</sup>
q punta =	3.99 kg/cm <sup>2</sup>
q punta =	39.87 Ton/m <sup>2</sup>
q talon =	-8,915.55 kg/m <sup>2</sup>
q talon =	-0.89 kg/cm <sup>2</sup>
q talon =	-8.92 Ton/m <sup>2</sup>
F.S. =	0.75
<i>El factor de seguridad se considera aceptable, puesto que está desplantado en roca y la capacidad de carga puede ser de hasta 90 Ton/m<sup>2</sup> (Roca totalmente sana)</i>	

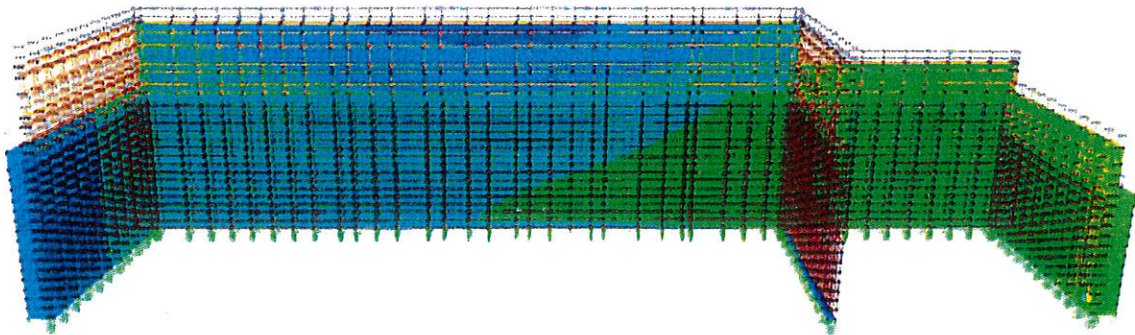




## MEMORIA DE CÁLCULO.

. El análisis con software de simulación se hace considerando la barda (BARDAS A, B, C, D y E) como un elemento trabajando en conjunto, con restricciones laterales.

### Desplazamientos en Puntos Críticos



- Modelo General – Desplazamiento Máximo en el Punto 4

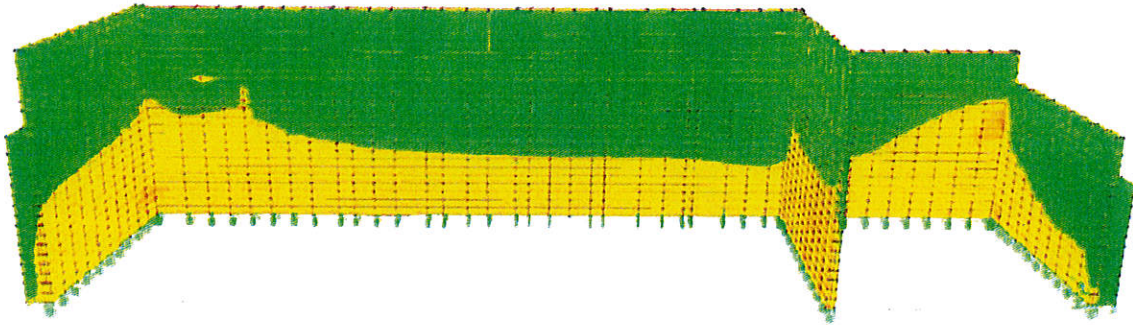
Joint Displacements			
Joint Object	4730		
	1	2	3
Trans	-0.00196	7.903E-05	-0.00330
Rotn	0.00000	0.00000	0.00000

- El desplazamiento máximo en eje X (BARD A), hacia el interior de la cancha es de 0.00196 m; por peso propio, se supone un desplazamiento vertical (Z) de 0.0033 m. La resultante del desplazamiento es de  $\Delta_{MÁX} = 0.0038$  m.

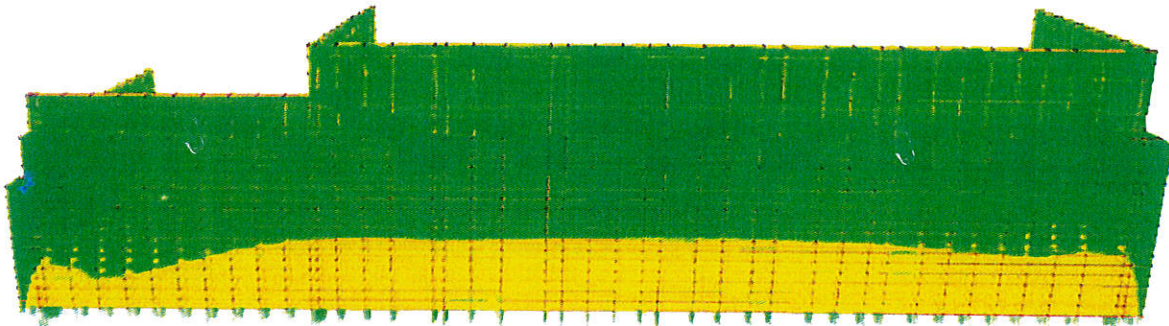




### Esfuerzos en Puntos Críticos



- Modelo General – Esfuerzo a Compresión (S33) Máximo en el Punto 4 ( $\sigma_{33} = 18.5 \text{ Ton/m}^2$ ) – Vista Posterior



- Modelo General – Esfuerzo a Compresión (S33) Máximo en el Punto 4 ( $\sigma_{33} = 17.5 \text{ Ton/m}^2$ ) – Vista Anterior

El esfuerzo máximo (BARDA A) en eje Z, es casi igual en toda la barda, lo que significa que en ésta simulación, la carga más crítica que soporta es su propio peso, aun cuando actúe el viento y se practique deporte.



### *Esfuerzos en la base en Puntos Críticos*



- Modelo General – Esfuerzo en el Suelo ( $q$ ) Máximo en el Punto 4 ( $q = 39.69$  Ton/m<sup>2</sup>)

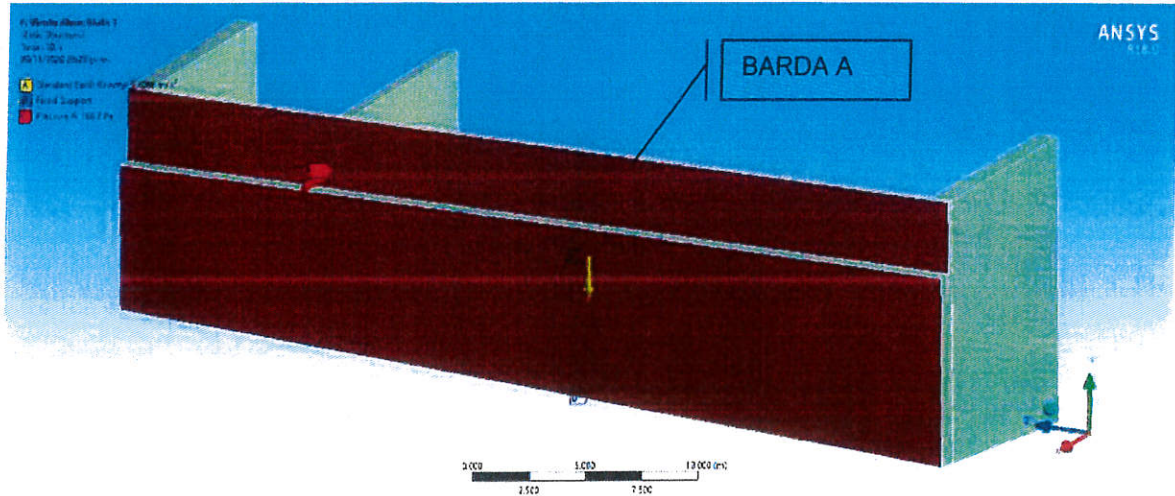


- Modelo General – Hundimientos ( $\Delta$ ) Máximo en el Punto 4 ( $\Delta_{MAX} = 0.0066$  m)

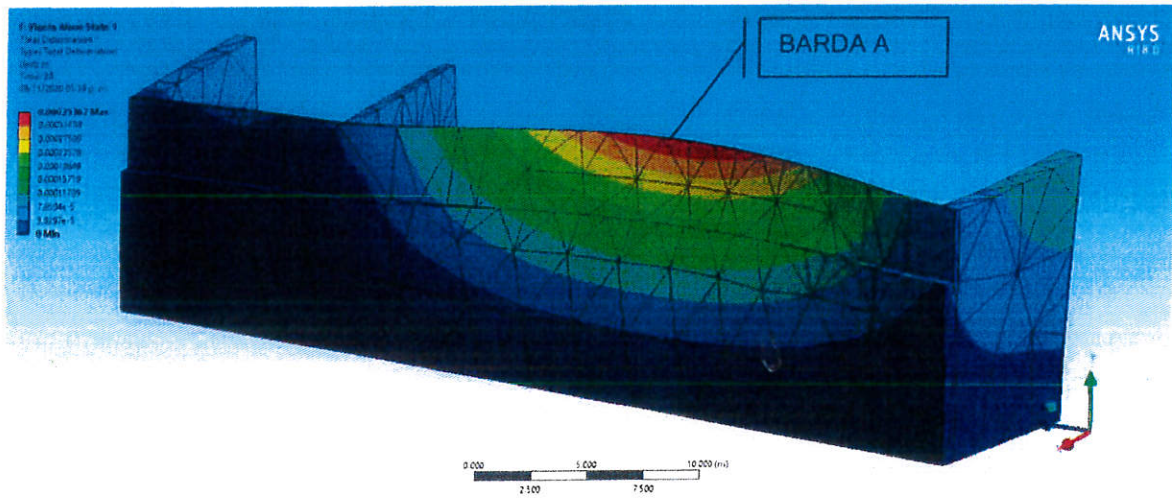
El esfuerzo máximo bajo la barda (BARD A) es similar en el análisis numérico y en el software de simulación, esto indica que está trabajando soportando –casi- sólo su peso propio y es estable y seguro bajo ésta condición.



*Descripción del Comportamiento: Modelación la Barda- Estado 1*



- La barda se somete solo a carga de viento, carga deportiva y peso propio.

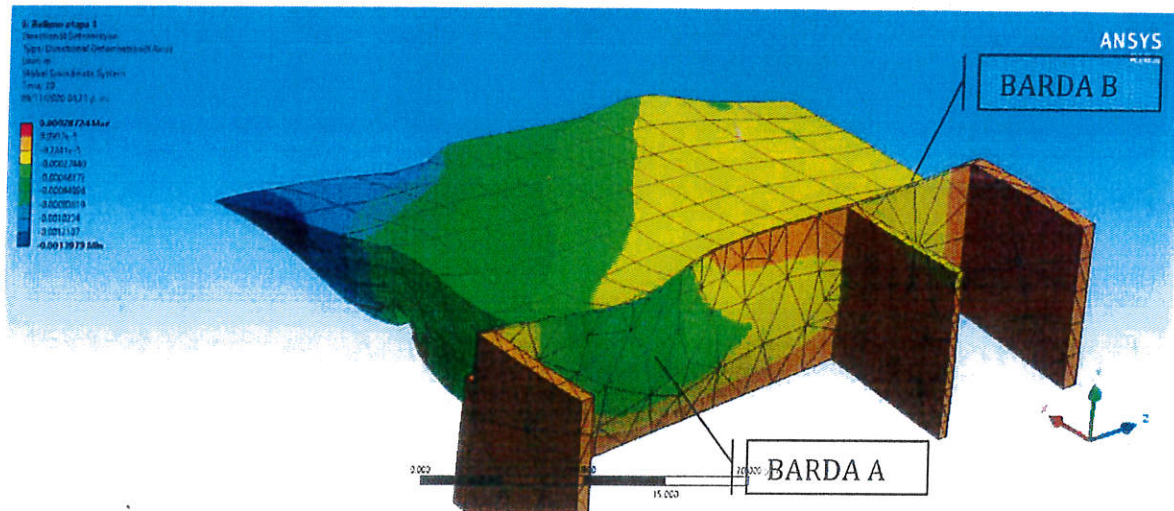


- El desplazamiento mayor se produce en la parte superior (BARDA A). Se observa que en la base no existen deformaciones. (Nota importante: En la imagen, se exagera la escala del desplazamiento para mejor apreciación).





## 6.2. REVISIÓN EN ETAPA 2: LA BARDA (BARDA A Y B) SE REVISAS COMO MURO DE CONTENCIÓN, FUNCIÓN PARA LA CUAL NUNCA SE CONSTRUYÓ.



Bajo la condición para la cual ESTÁ TRABAJANDO ACTUALMENTE, pasando de ser barda de lindero a un muro de contención, la barda (A, B) estaría sometida a cargas de relleno, sobrecarga viva (vehicular), viento y en menor medida a carga viva por impacto de elementos deportivos.

Cargas que en comparación con el estado analizado anteriormente, son mucho mayores, se amplifican los esfuerzos y en este escenario la barda NO se comporta estructuralmente bien.

En la figura anterior, se muestra que existen desplazamientos en toda la pantalla de la barda, que de no existir las bardas perpendiculares –que trabajan como contrafuertes– tendríamos unos desplazamientos mayores a los mostrados. Este empuje del relleno sobre la barda puede provocar su colapso instantáneo.

Se mostrará que debido a que es una barda de lindero (A, B), no es capaz de soportar un desplazamiento de ésta magnitud hacia el interior de las canchas, ni el volteo que provoca el relleno, ni el desplazamiento en la base.

A continuación se hace el análisis numérico de ésta etapa, para las condiciones citadas en el párrafo anterior.



## MEMORIA DE CÁLCULO.

**REVISIÓN DE BARDA CRÍTICA (A,B) DE LINDERO,  
CONSIDERANDO SOLO PESO PROPIO, VIENTO, CARGA VIVA  
POR DEPORTE, RELLENO DE TERRENO ALEDAÑO Y  
SOBRECARGA VEHICULAR**

El análisis numérico se hace considerando la barda como un elemento aislado, sin restricciones laterales.

**BARDA DE LINDERO DE PIEDRA - ENMS-GTO/UG-BARDA A**

Muro de Alzado 1, Corte crítico.	
Planta de Referencia: Tramo	1-3
Dimensiones de barda (Preliminares)	(Obtenidas en sondeo)
Altura (H') =	9.90 m
Altura del relleno (H*) =	9.90 m
Altura Tipo Piedra (H <sub>1</sub> ) =	8.00 m
Altura Tipo Piedra (H <sub>2</sub> ) =	1.90 m
Profundidad Desplante (D) =	0.00 m
Ancho de corona (CR <sub>1</sub> ) =	1.00 m
Ancho de corona (CR <sub>2</sub> ) =	0.28 m
Ancho de base =	1.00 m
Densidad (Piedra Braza) =	2,100.00 kg/m <sup>3</sup>
Densidad (Tabique) =	1,750.00 kg/m <sup>3</sup>
Datos	
Viento (CFE)	
W =	85.00 Kg/m <sup>2</sup>
P =	161.50 Kg
Tipo de material :	Terreno
γl =	2,050.00 kg/m <sup>3</sup>
φ l =	34.20
c1 =	0.77
k1 =	0.67
Sobrecarga =	350.00 kg/m
Ka =	0.2803
Kp =	3.5671
P1 =	0.00 kg
P2 =	17,731.00 kg
P3 =	0.00 kg





## MEMORIA DE CÁLCULO.

Peso Total =	17,731.00	kg
Relleno Vertical =	0.00	kg
$\Sigma$ vertical =	17,731.00	kg

Revisión a volteo por relleno+sobrecarga + viento		
Momento de la estructura		
Me =	8,965.50	kg*m
Momento de empuje		
Mempuje =	53,626.30	kg*m
Factor de Seguridad =	0.17	
<b>No cumple.</b>		

Revisión a deslizamiento		
m =	0.60	
k2 =	0.67	
$\gamma^2$ =	2,050.00	kg/m <sup>3</sup>
$\phi^2$ =	34.20	
c2 =	0.77	kg/m <sup>2</sup>
D1 =	0.00	m
Kp =	3.57	
Pp =	0.00	kg
F.S.=	0.36	
<b>No cumple</b>		

Revisión por capacidad de apoyo		
Capacidad de carga Qadm =	30.00	Ton/m <sup>2</sup>
excentricidad =	3.02	m
B/6 =	0.167	m
q punta =	338,888.81	kg/m <sup>2</sup>
q punta =	33.89	kg/cm <sup>2</sup>
q punta =	338.89	Ton/m <sup>2</sup>
q talon =	-303,426.81	kg/m <sup>2</sup>
q talon =	-30.34	kg/cm <sup>2</sup>
q talon =	-303.43	Ton/m <sup>2</sup>
F.S. =	0.09	
<b>No cumple</b>		





MEMORIA DE CÁLCULO.

**BARDA DE LINDERO DE PIEDRA - ENMS-GTO/UG-BARDA A**

Muro de Alzado 1, Corte crítico.	
Planta de Referencia: Tramo	3-10
Dimensiones de barda (Preliminares)	(Obtenidas en sondeo)
Altura (H') =	9.90 m
Altura del relleno (H*) =	9.90 m
Altura Tipo Piedra (H <sub>1</sub> ) =	6.60 m
Altura Tipo Piedra (H <sub>2</sub> ) =	3.30 m
Profundidad Desplante (D) =	0.00 m
Ancho de corona (CR <sub>1</sub> ) =	1.00 m
Ancho de corona (CR <sub>2</sub> ) =	0.28 m
Ancho de base =	1.00 m
Densidad (Piedra Braza) =	2,100.00 kg/m <sup>3</sup>
Densidad (Tabique) =	1,750.00 kg/m <sup>3</sup>
Datos	
Viento (CFE)	
W =	85.00 Kg/m <sup>2</sup>
P =	280.50 Kg
Tipo de material :	Terreno
γ <sub>l</sub> =	2,050.00 kg/m <sup>3</sup>
φ <sub>l</sub> =	34.20
c <sub>1</sub> =	0.77
k <sub>1</sub> =	0.67
Sobrecarga =	350.00 kg/m
K <sub>a</sub> =	0.2803
K <sub>p</sub> =	3.5671
P <sub>1</sub> =	0.00 kg
P <sub>2</sub> =	15,477.00 kg
P <sub>3</sub> =	0.00 kg
Peso Total =	15,477.00 kg
Relleno Vertical =	0.00 kg
Σvertical =	15,477.00 kg



## MEMORIA DE CÁLCULO.

Revisión a volteo por relleno + sobrecarga + viento	
Momento de la estructura	
Me =	7,838.50 kg*m
Momento de empuje	
Mempuje =	31,988.49 kg*m
Factor de Seguridad =	0.25
<b>No cumple</b>	

Revisión a deslizamiento	
m =	0.60
k2 =	0.67
g2 =	2,050.00 kg/m <sup>3</sup>
f2 =	34.20
c2 =	0.77 kg/m <sup>2</sup>
D1 =	0.00 m
Kp =	3.57
Pp =	0.00 kg
F.S.=	0.32
<b>No cumple</b>	

Revisión por capacidad de apoyo	
Capacidad de carga Qadm =	30.00 Ton/m <sup>2</sup>
excentricidad =	2.06 m
B/6 =	0.167 m
q punta =	206,807.91 kg/m <sup>2</sup>
q punta =	20.68 kg/cm <sup>2</sup>
q punta =	206.81 Ton/m <sup>2</sup>
q talon =	-175,853.91 kg/m <sup>2</sup>
q talon =	-17.59 kg/cm <sup>2</sup>
q talon =	-175.85 Ton/m <sup>2</sup>
F.S. =	0.15
<b>No cumple</b>	





rc - ingeniería

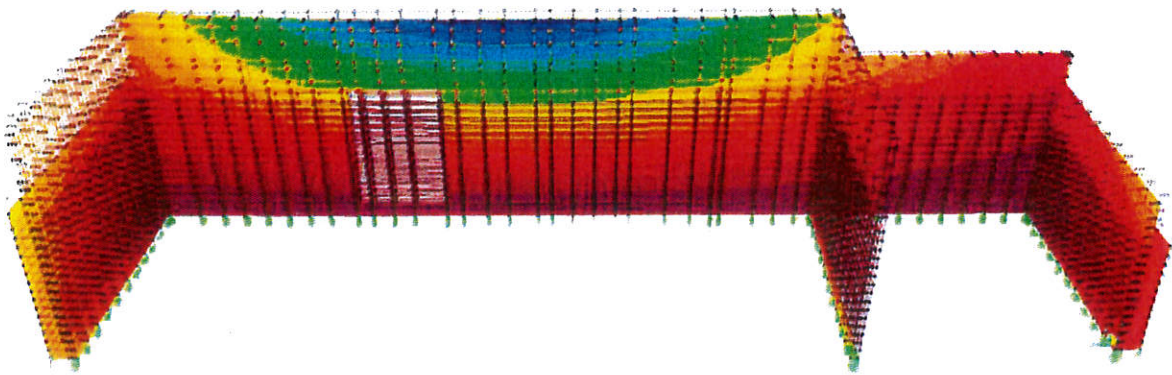
FRANCISCO RIVERA  
CONTRERAS + ALDO ROCHA  
PRADO

CONSULTORÍA DE INGENIERÍA  
ESTRUCTURAL Y CIVIL  
ANÁLISIS Y DISEÑO  
DE OBRAS

## MEMORIA DE CÁLCULO.

. El análisis con software de simulación se hace considerando la barda como un elemento trabajando en conjunto, con restricciones laterales.

### Desplazamientos en Puntos Críticos



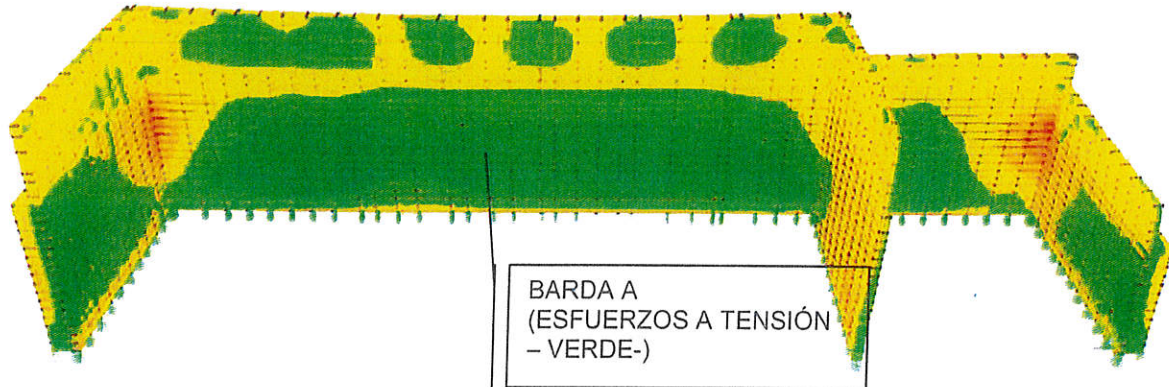
- Modelo General – Desplazamiento Máximo en el Punto 4

Joint Displacements			
Joint Object	Joint Element 5431		
	1	2	3
Trans	-0.03790	-5.715E-04	-0.00279
Rotn	0.00000	0.00000	0.00000

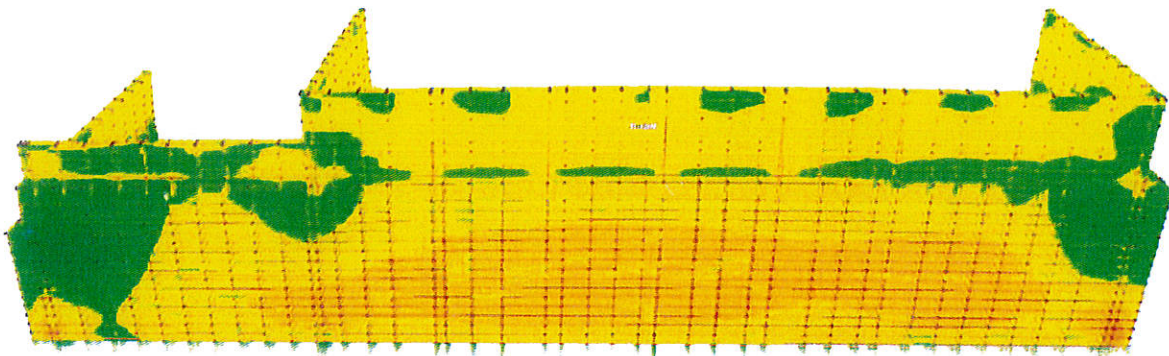
- El desplazamiento máximo en eje X (BARD A), hacia el interior de la cancha es de 0.0379 m; y un desplazamiento vertical (Z) de 0.00279 m. La resultante del desplazamiento es de  $\Delta_{MÁX} = 0.038$  m.



## Esfuerzos en Puntos Críticos



- Modelo General – Esfuerzo a Tensión (S33) Máximo en el Punto 4 ( $\sigma_{33} = 185.0 \text{ Ton/m}^2$ ) – Vista Posterior



- Modelo General – Esfuerzo a Compresión (S33) Máximo en el Punto 4 ( $\sigma_{33} = 190 \text{ Ton/m}^2$ ) – Vista Anterior

El esfuerzo en eje Z, es de tensión al frente de la barda (BARDA A) -que es incapaz de soportar la mampostería-, lo que significa que está en condición de falla en cualquier instante mientras esté sometida a la carga del relleno.





rc - ingeniería

FRANCISCO RIVERA  
CONTRERAS

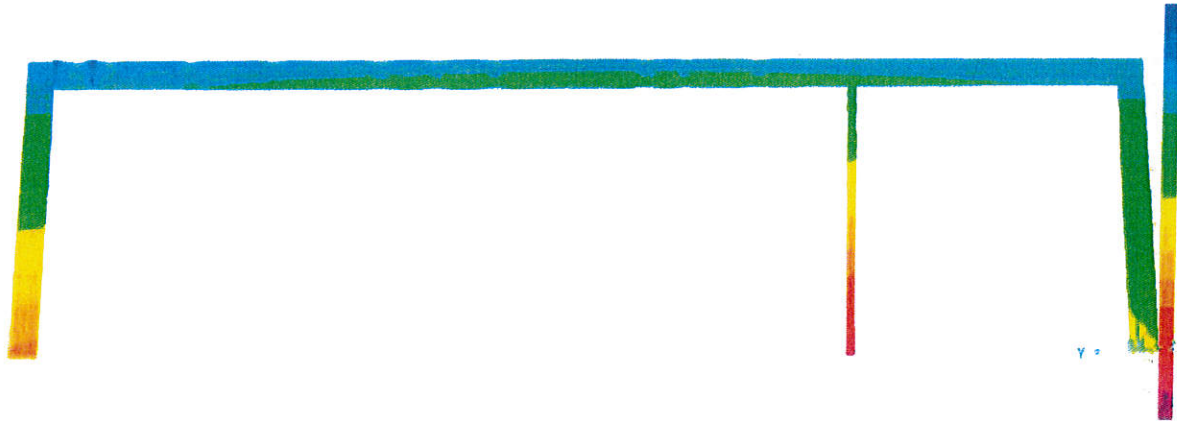


ALDO ROCHA  
PRADO

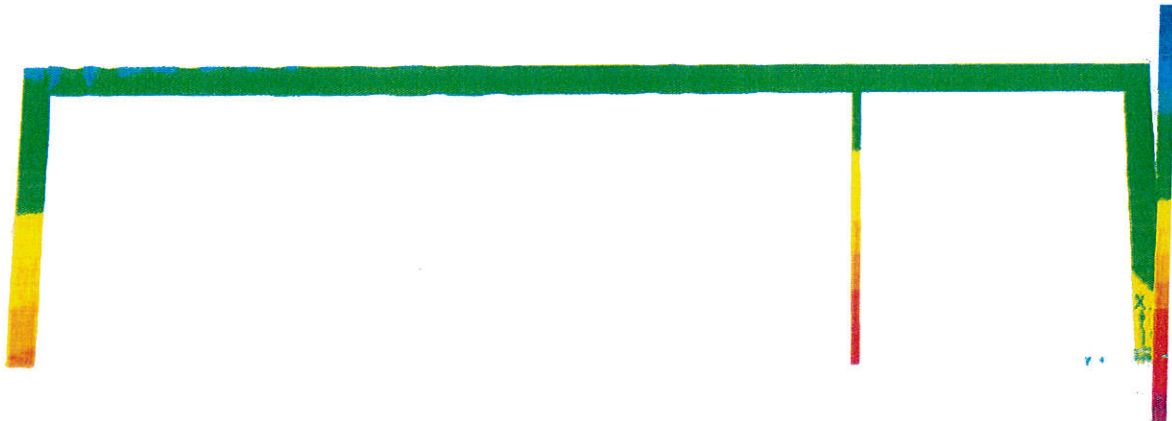
CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURAL ANÁLISIS Y DISEÑO  
SOLUCIONES

## MEMORIA DE CÁLCULO.

### Esfuerzos en la base en Puntos Críticos



- Modelo General – Esfuerzo en el Suelo ( $q$ ) Máximo en el Punto 4 ( $q = 240 \text{ Ton/m}^2$ )



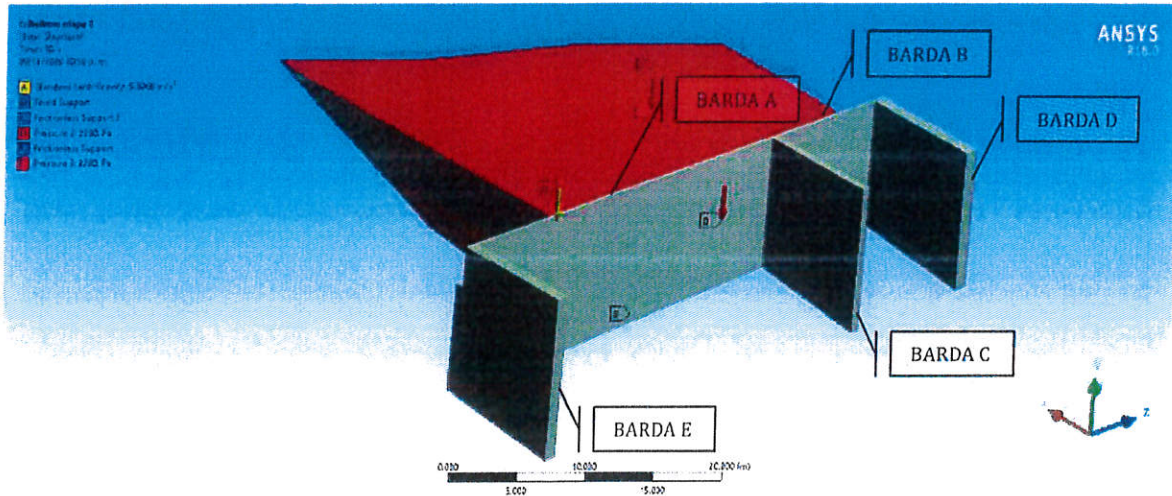
- Modelo General – Hundimientos ( $\Delta$ ) Máximo en el Punto 4 ( $\Delta_{\text{MAX}} = 0.041 \text{ m}$ )

El esfuerzo máximo bajo la barda (BARDA A) es excesivo en el análisis numérico y en el software de simulación, esto indica que la barda de lindero está soportando mucho más esfuerzo de lo permisible.

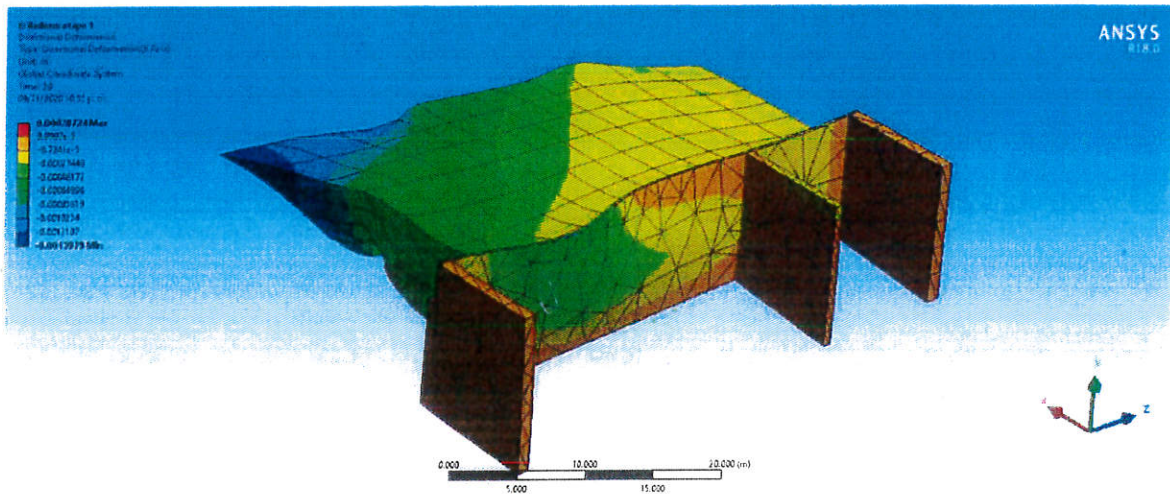


MEMORIA DE CÁLCULO.

*Descripción del Comportamiento: Modelación de Barda (A,B,C,D y E) – Estado 2*



- La barda se somete a de carga de viento, carga deportiva, relleno de tierra, sobrecarga y peso propio.



- El desplazamiento máximo se produce en la parte superior (BARD A). Se observa que en la base se producen deformaciones notables y de igual modo, en la altura media de la barda (BARD A); todos, en consecuencia por el empuje generado con el material de relleno y sobrecargas (vehiculares) actuantes (Nota importante: se exagera la escala del desplazamiento para mejor apreciación).





## 7. DESPLAZAMIENTOS EN BARDA.

### COMPARATIVA DE DESPLAZAMIENTOS ENTRE MODELO VIRTUAL Y ESTADO ACTUAL

A continuación se muestran los desplazamientos actuales de la barda de lindero comparados con los obtenidos en el software de simulación, para mostrar que el desplazamiento existente en la estructura es debido al empuje del relleno.



PUNTOS DE REFERENCIA

DESPLAZAMIENTOS EN X A LA ALTURA  $H = 6.60$ , SOFTWARE DE SIMULACIÓN (BARDA A).

PUNTO	Y (m)	U1 (m)
7	9.950	-1.4E-02
6	12.950	-1.7E-02
5	19.450	-2.4E-02
4	24.450	-2.5E-02
3	30.950	-2.3E-02
2	35.964	-1.7E-02
1	40.550	-1.1E-02



**MEMORIA DE CÁLCULO.**

*DESPLAZAMIENTOS EN X EN LA ALTURA H = 9.90, SOFTWARE DE SIMULACIÓN (BARDA A).*

PUNTO	Y	U1
7	9.950	-2.0E-02
6	12.950	-2.6E-02
5	19.450	-3.6E-02
4	24.450	-3.8E-02
3	30.950	-3.4E-02
2	35.964	-2.6E-02
1	39.050	-1.9E-02

*DESPLAZAMIENTOS EN X EN ALTURA H = 9.90, DATOS HISTÓRICOS ENMS-UG*

**DESPLAZAMIENTOS EN X EN H = 9.90, HISTORIAL 2019-2020 (UG)**

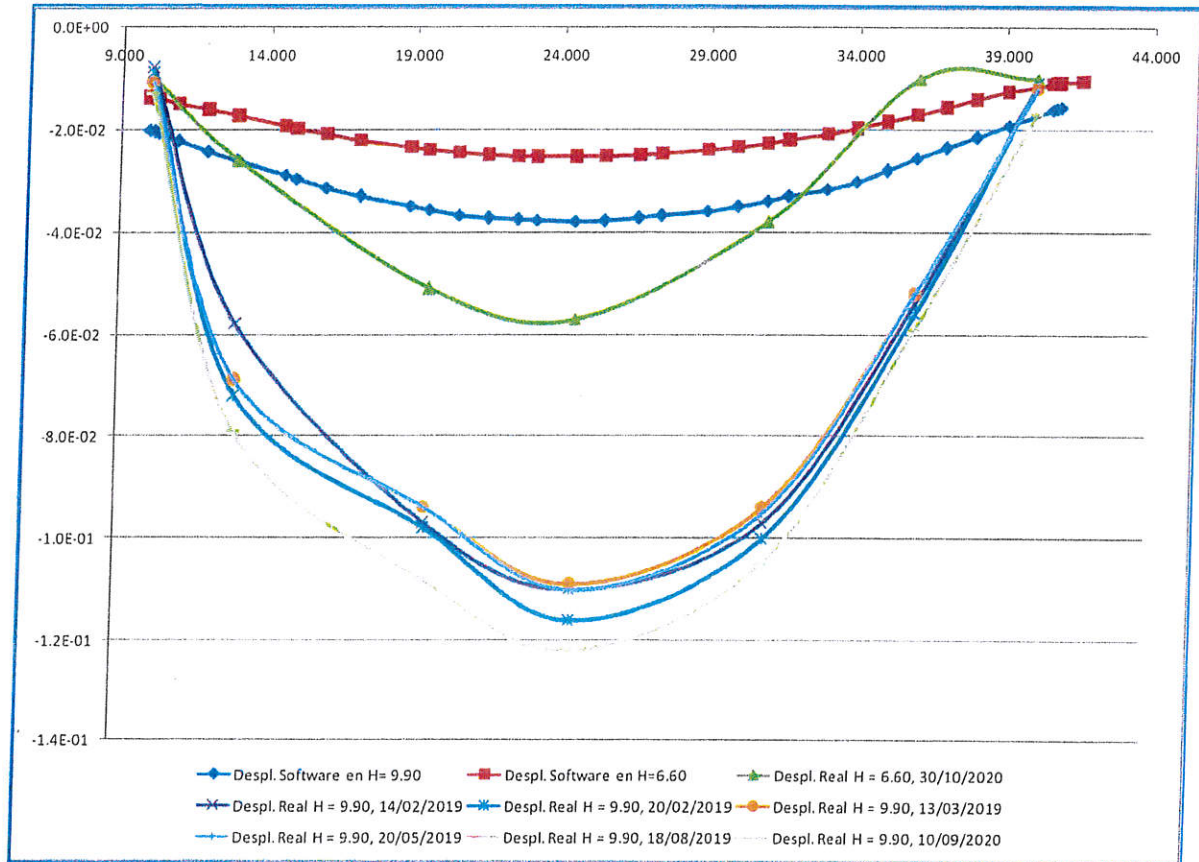
DESPLOME \ EJE	Barda Frontenis Oriente (BARDA A)						
Y =	40.0	36.0	31.0	24.5	19.5	13.0	10.0
PUNTO =	1	2	3	4	5	6	7
Despl. Real H = 9.90, 14/02/2019	-0.011	-0.054	-0.097	-0.110	-0.097	-0.058	-0.008
Despl. Real H = 9.90, 20/02/2019	-0.011	-0.056	-0.100	-0.116	-0.098	-0.072	-0.009
Despl. Real H = 9.90, 13/03/2019	-0.012	-0.052	-0.094	-0.109	-0.094	-0.069	-0.011
Despl. Real H = 9.90, 20/05/2019	-0.012	-0.052	-0.095	-0.110	-0.094	-0.069	-0.011
Despl. Real H = 9.90, 18/08/2019	-0.017	-0.059	-0.105	-0.122	-0.108	-0.079	-0.013
Despl. Real H = 9.90, 10/09/2020	-0.017	-0.059	-0.105	-0.122	-0.108	-0.079	-0.013

**DESPLAZAMIENTOS EN X EN H = 6.60, OCTUBRE 2020 (UG)**

DESPLOME \ EJE	Barda Frontenis Oriente (BARDA A)						
Y =	40.0	36.0	31.0	24.5	19.5	13.0	10.0
PUNTO =	1	2	3	4	5	6	7
Despl. Real H = 6.60, 30/10/2020	-0.01	-0.01	-0.04	-0.06	-0.05	-0.03	-0.01

*LOS VALORES HISTÓRICOS MOSTRADOS (ENMS-UG-GTO) SE OBTUVIERON CON APARATOS TOPOGRÁFICOS DE PRECISIÓN (ESTACIÓN TOTAL). DICHA INFORMACIÓN LA GENERÓ LA COORDINACIÓN DE INGENIERÍA EN GEOMÁTICA DE LA MISMA UNIVERSIDAD.*





■ Gráfica comparativa de Desplazamientos (Desplomes) sólo en BARRA A

*Descripción de la Gráfica: Los desplomes reales en la barda de lindero (BARRA A) muestran un trazo parabólico, mostrando un máximo en su punto central (4); de igual manera, el comportamiento mostrado en el software demuestra la misma trayectoria cuando está sometido a las cargas de empuje de relleno y sobrecarga viva.*

*El motivo por el cual se aprecia una deformación mayor en el estado actual que en la simulación, es por porque en el estado real la carga es sostenida y los materiales se van deformando sin poder regresar a su estado inicial; en el software se muestran los resultados por causa de un estado de carga en un instante dado.*

*Por tanto, se concluye que las cargas que actualmente actúan sobre la barda están provocando su desplome y su falla estructural.*



## 11. COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES FINALES.

### COMENTARIOS

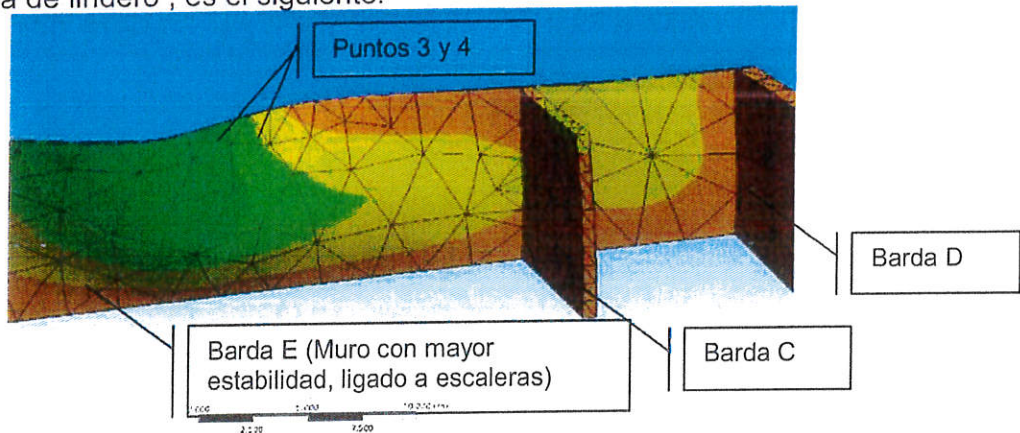
- La barda de lindero (A, B, D), no tiene otro fin más que para soportar cargas por acciones deportivas y divisorio en el lindero.
- Al contener la barda un relleno de material heterogéneo saturado, se producen empujes sobre la misma, que –lógicamente- ES INCAPAZ DE RESISTIRLOS. Esto genera agrietamientos y desplazamientos (desplomes) en la barda (A, B, D); y en consecuencia su inminente colapso.
- La mampostería – piedra, ladrillo, mortero- no resiste esfuerzos de tensión; esto se manifiesta en los agrietamientos -citados anteriormente- que se muestran visiblemente en todo el perímetro de la barda (A, B, D).
- Se aprecian trabajos de mampostería realizados recientemente, adosados a la barda de lindero (BARDA D), que –en teoría- deberían trabajar como muro de retención. Más sin embargo, para cumplir con esta condición, al menos debe estar desplantado sobre el terreno natural, pero en los sondeos realizados, NI SIQUIERA EXISTE MURO DE CONTENCIÓN ADOSADO A LA BARRA DE LINDERO (BARDA A, B, D). ESTOS TRABAJOS SON MERAMENTE SUPERFICIALES. Por ende, en vez de cumplir una función de retención de relleno, sólo aplican más empuje. Es decir, son inoperantes.
- La estructura metálica de la escalada, NO RIGIDIZA DE NINGÚN MODO a la barda (BARDA B), TAMPOCO ESTÁ DISEÑADA PARA TRABAJAR COMO CONTRAFUERTE.
- La estructura metálica de la zona de frontón, TAMPOCO ESTÁ DISEÑADA COMO CONTRAFUERTE. Ni siquiera aporta rigidez, para ayudar a soportar desplomes, a la barda de lindero (BARDA A).
- El diario movimiento de los vehículos de la pensión, genera una compactación sobre el relleno heterogéneo, lo que provoca un movimiento dinámico constante en las bardas (A, B, D).
- Las bardas perpendiculares (C, D, E), se muestran agrietadas porque están trabajando como contrafuertes, y que lógicamente TAMPOCO ESTAN DISEÑADAS PARA ÉSE DESEMPEÑO.
- En los pisos de concreto se aprecian también levantamientos, debido al deslizamiento de las bardas (BARDAS B, D)-Área de escalada-.
- El comportamiento más crítico de la barda (BARDA A), empieza a partir del punto 3 (Ver planta de referencia) hacia el sur. Es decir, desde el punto 3 hasta el 13.
- Con respecto a lo anterior, la cancha de fútbol uruguayo ubicada en la zona superior aledaña, no se aprecia afectada en ningún lugar por los rellenos realizados en el lindero. Además que:
  - La estructura metálica de esa zona, no tiene deformaciones sustanciales que muestren algún tipo de falla dúctil o frágil.



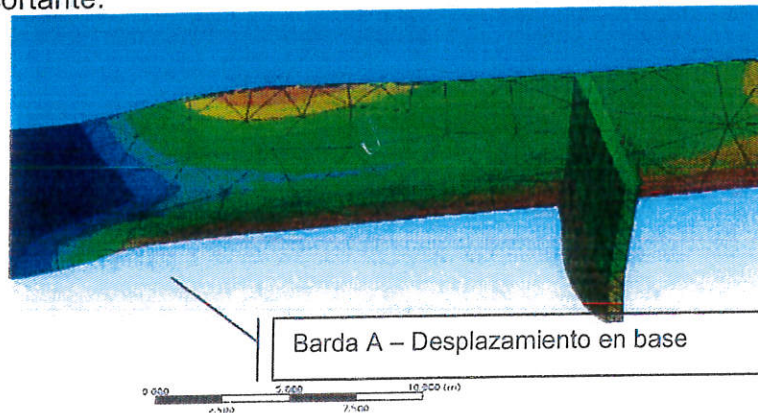


## MEMORIA DE CÁLCULO.

- En el desnivel (barda E) existen otros elementos que le ayudan a tener un comportamiento estable (Escaleras, cuarto de calderas, contrafuertes existentes).
- La altura de las mismas (barda E), en ésta zona, no es muy alta.
- Tampoco no se ven afectadas por rellenos excesivos.
- Tomando en cuenta todos los puntos anteriores, el comportamiento de falla de la barda de lindero, es el siguiente:



- El desplome crítico, se produce en los puntos 3 y 4, que es casi al centro de la barda (azul), en la zona de frontenis (BARD A). En ésta zona ya es evidente la presencia de grietas verticales. En las bardas ortogonales (BARD A, C, D), ya se presentan grietas a 45°, que indica falla por cortante.



- El empuje genera deslizamientos en la parte baja de la barda (BARD A, B), esto ya se manifiesta claramente en las losas de piso que presentan levantamientos. Esto muestra falla por deslizamiento.
- Cuando se presente la falla total de la barda (BARD A, B, C, D), la zona de frontenis, escalada, canchas de basquetbol y posiblemente la alberca contigua, serán las áreas totalmente afectadas e imposibles de usar. El área de relleno del terreno contiguo, tal vez sólo presente deslave.



rc - ingeniería

FRANCISCO RIVERA  
CONTRERAS

+ ALDO ROCHA  
PRADO

CONSULTORÍA SUPERVISIÓN ANÁLISIS Y DISEÑO  
ESTRUCTURAL SALVACION


## MEMORIA DE CÁLCULO.

### RECOMENDACIONES FINALES

- I. La barda de lindero (BARDA A, B, D), en su condición actual, requiere una mejora estructural; para minimizar el impacto producido por la carga. La propuesta técnica de ésta mejora no está en los alcances de ésta revisión.
- II. Se debe construir un muro de contención en el perímetro de la propiedad colindante que tenga la capacidad de soportar el relleno existente y la sobrecarga dinámica producida por el tránsito vehicular.
- III. Se debe, en lo posible, separar el muro de contención a construir y la barda de lindero existente (BARDA A, B, D).
- IV. Se debe desazolvar la zona de acceso a la bóveda de desfogue pluvial, con el fin de no tener acumulación de agua que provoque un nivel freático o en su defecto, los mismos rellenos saturados de agua.
- V. Aunado a lo anterior, y por la erosión-deforestación, presentada en la zona citada, es necesario construir bajadas pluviales para que descarguen en la bóveda.
- VI. Para reducir la posibilidad inmediata de colapso total de la barda de lindero (BARDA A, B, D), -que existe actualmente-, se deberá:
  - a. Reducir lo más posible la altura del relleno.
  - b. Cerrar la zona de estacionamiento.
  - c. Apuntalar el muro de lindero, por seguridad al personal de la ENMS.
  - d. Implementar las medidas citadas en los puntos anteriores.

Atentamente

  
I.C. FRANCISCO RIVERA CONTRERAS

  
I.C. ALDO ROCHA PRADO

DICHO PERITAJE Y DICTAMEN ES REALIZADO A NUESTRO LEAL SABER Y ENTENDER.



## 12. BIBLIOGRAFÍA

1. Principio de Ingeniería de cimentaciones, Braja M. Das., Thompson 1999
2. Mecánica de Suelos, Tomo II, Juárez-Rico, Limusa, 1996
3. Autores Varios; **SAP2000V16 - Basic Analysis Refence Manual**, Computers & Structures, Inc; 2013.
4. Celigüeta, Juan Tomás; **Curso de Análisis Estructural**, Ed. EUNSA; 1996
5. ANSYS 18.0 Chemkin-Pro Advanced Analyses, Manual 2017

### 12.1. EN INTERNET

1. <http://www.serviacero.com/archivos/TablaDePesosTeoricosSC.pdf>
2. [http://www.ahmsa.com/manual\\_ahmsa\\_2013](http://www.ahmsa.com/manual_ahmsa_2013)

## **STRUCTURAL ENGINEERING IS...**

### **THE ART OF USING MATERIALS**

THAT HAVE PROPERTIES WHICH CAN ONLY BE ESTIMATED

### **TO BUILD REAL STRUCTURES**

THAT CAN ONLY BE APPROXIMATELY ANALYZED

### **TO WITHSTAND FORCES**

THAT ARE NOT ACCURATELY KNOWN

**SO THAT OUR RESPONSABILITY WITH TO RESPECT TO PUBLIC  
SAFETY IS SATISFIED.**

(Tomado del libro: "Three-Dimensional Static and Dynamic Analysis of Structures")

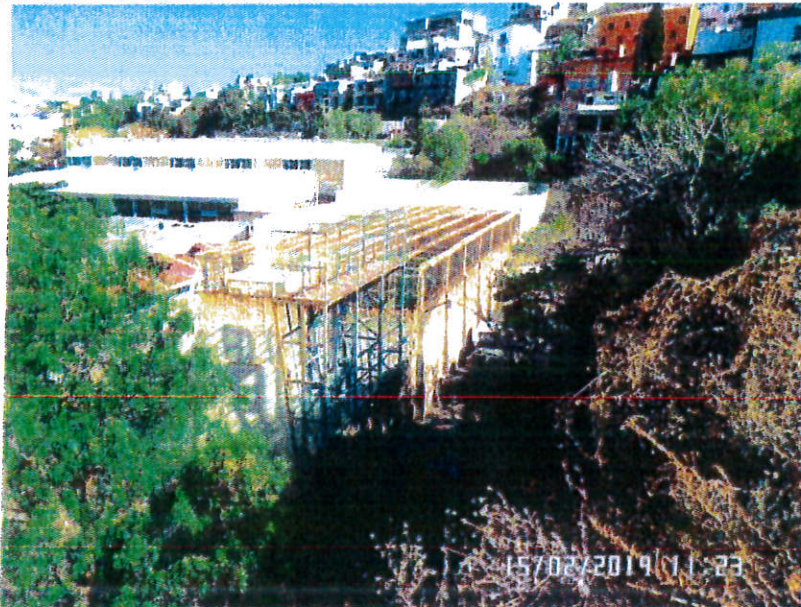




## 8. REPORTE FOTOGRÁFICO.



- En el 2009 se aprecia la topografía natural del terreno. La barda de la ENMS es de lindero exclusivamente.



- En el 2019 se aprecia ya un relleno (A y B), vegetación retirada y vehículos provocando sobrecarga. No se observa ningún elemento de contención de tipo estructural





MEMORIA DE CÁLCULO.



- En su parte superior, la barda (BARDA A) conformada por mampostería de tabique, donde claramente se aprecia una estructuración sencilla, como las usadas para muros de lindero.

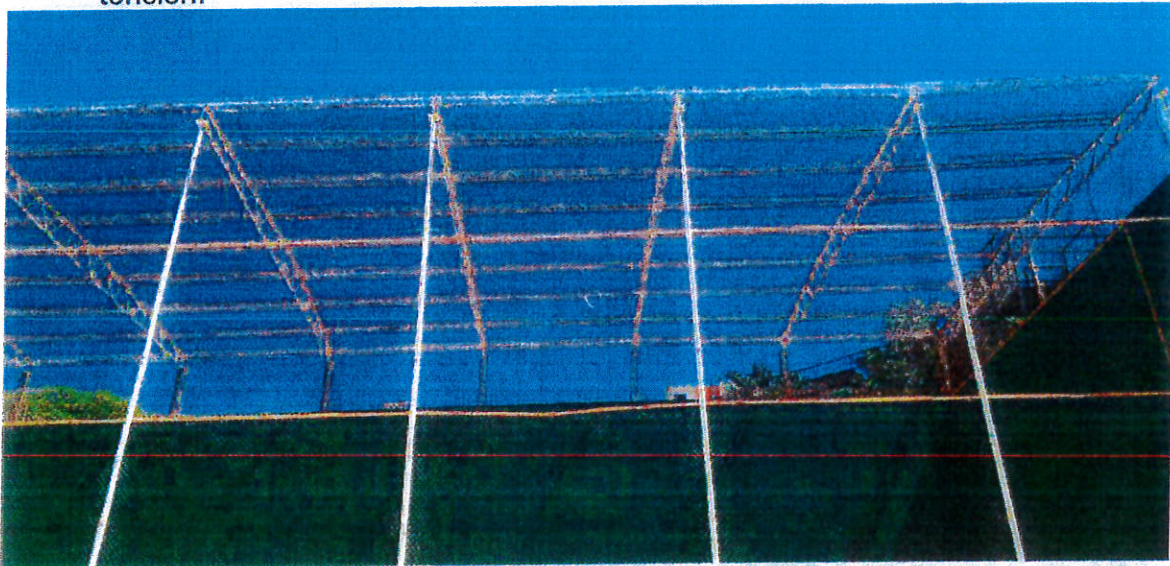


- En la parte inferior, la barda (BARDA A) está compuesta por piedra braza, roca; desplantada sobre el conglomerado y en una zona, sobre la bóveda de captación de escurrimiento pluvial





- En el frente de la barda (BARDA A) se aprecian grietas verticales producidas por el empuje del relleno. La mampostería es incapaz de resistir esfuerzos de tensión.



- Los joist de cubierta (armaduras longitudinales) muestran un pandeo (deformación) a lo largo de la cancha, principalmente las que están más cerca de la barda de lindero (BARDA A).





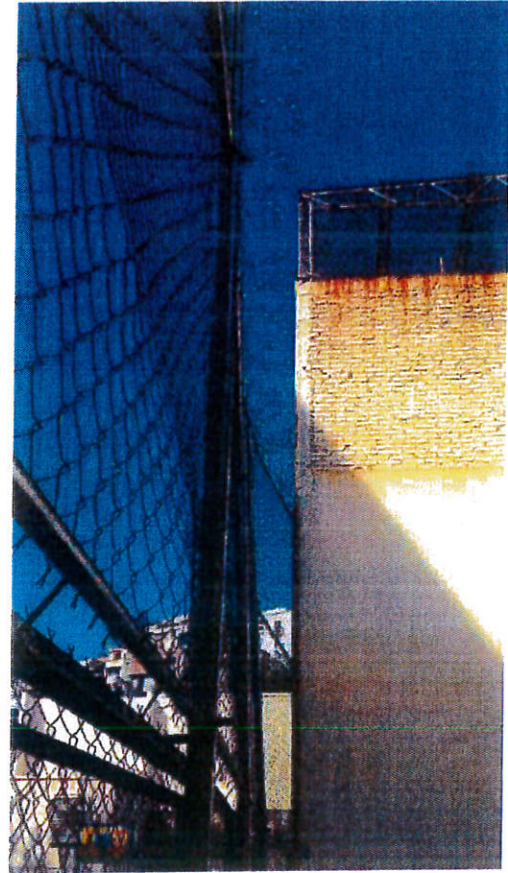
rc - ingeniería

FRANCISCO RIVERA  
CONTRERAS

+ ALDO ROCHA  
PRADO

CONSULTORÍA ESTRUCTURAL ANÁLISIS Y DISEÑO  
ESTRUCTURAL VERIFICACIÓN

## MEMORIA DE CÁLCULO.



- Octubre 2020, se observa deformación en la reja de la escalada. Se aprecia que en la zona aledaña se siguen colocando vehículos, provocando sobrecarga. (BARDAS C, D)
- Noviembre 2020, Se observa que la deformación de la reja es más acentuada, lo que indica que los rellenos ya están afectando las estructuras interiores. (BARDA C)



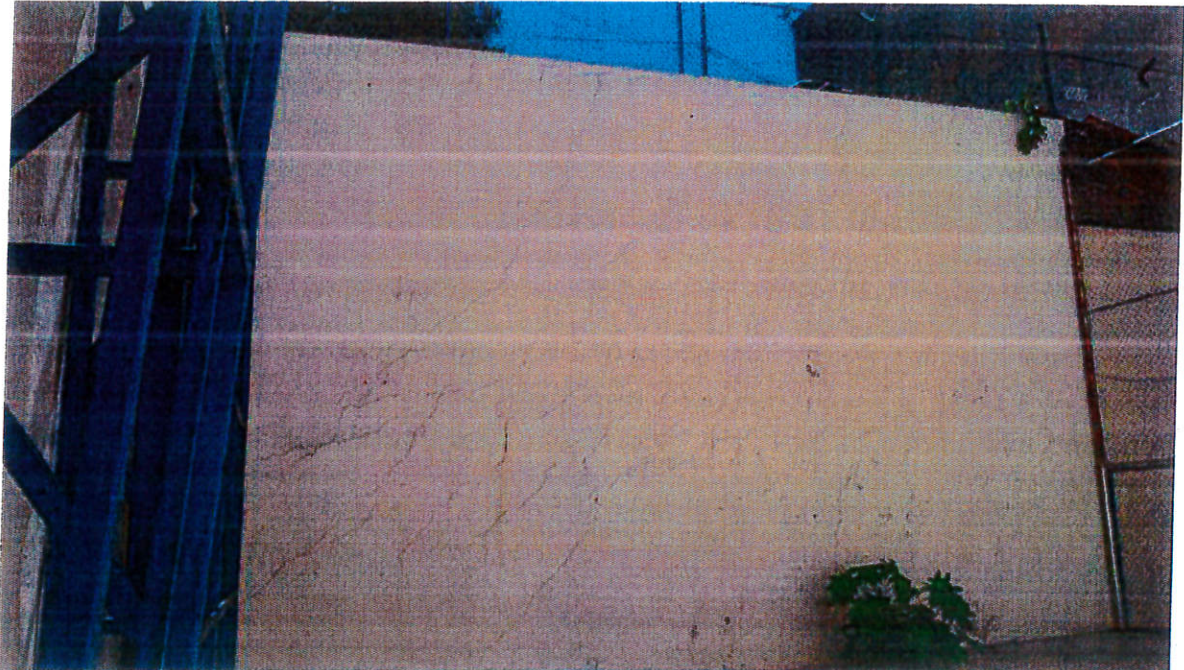


rc - ingeniería

FRANCISCO RIVERA + ALDO ROCHA  
CONTRERAS PRADO

CONSTRUCCIÓN SUPLENENCIA ANÁLISIS Y DISEÑO  
ESTRUCTURAL VALORACIÓN

## MEMORIA DE CÁLCULO.



- El empuje sobre la barda de lindero (BARDA B), hace que las bardas perpendiculares (BARDAS C, D) trabajen como si fueran contrafuertes; entonces se producen esfuerzos a cortante (imposibles de resistir por el elemento) y entre en condiciones de falla. También se aprecian grietas verticales que se presentan por la flexión al centro del muro (BARDA D).



- En éste caso la barda (BARDA D) ya está fracturada estructuralmente y es incapaz de resistir carga.





MEMORIA DE CÁLCULO.

9. RESUMEN DE LA REVISIÓN.

○ Condiciones Físicas actuales de la Barda de Frontenis/Escalada		
○ Barda de Piedra (A, B, C, D, E)	○ Barda de tabique (A, B, C, D, E)	○ Ambos
Barda antigua de lindero que está asentado sobre la superficie irregular del cerro; de un metro de ancho, en su base y su corona. La corona del muro de piedra tiene una ligera inclinación.	Muro de casi 50 años de antigüedad. (La cancha de frontón se inauguró al mismo tiempo con las instalaciones escolares - aulas-). En algunos tramos, la barda se construyó en etapas, escalonadas.	Se puede observar que en ninguna de las etapas de construcción, se consideró que la barda iba a soportar un relleno. En sus etapas de construcción se observa que está considerado única y exclusivamente como lindero.
La altura es de 6.60 m. aproximadamente, de ancho de un metro en corona y base.	La altura es de 3.30 m. aproximadamente, de ancho de 28 centímetros en corona y base.	La altura aproximada de relleno en el respaldo de la barda es de 6.60 m.
No se tiene conocimiento de anclajes en el desplante del muro, lo que supone una condición crítica a volteo.	Los armados de acero no tienen ya las propiedades adecuadas para considerarlos como tales, por tanto se desprecia su capacidad de refuerzo. Se observan "contrafuertes" de concreto desplantados desde el muro de piedra.	Los elementos de acero estructural (columnas, joist, armaduras) no se consideran determinantes para soportar el desplazamiento lateral que provoca el empuje del terreno sobre la barda
En un tramo, la barda (BARDA A) se desplanta sobre una bóveda de desfogue de agua pluvial – Tercer entre eje de Norte a Sur-.	Los elementos de confinamiento de la barda de tabique no están alineados, lo que genera poco confinamiento en la mampostería.	



MEMORIA DE CÁLCULO.

**Condiciones Físicas actuales de la Barda (A, B, D) de Frontenis/Escalada en el Lindero (Relleno)**

No se presenta nivel freático, según los sondeos realizados; sin embargo, los materiales de relleno si muestran un porcentaje de saturación, debido a los escurrimientos pluviales.

El relleno en la colindancia, es heterogéneo; es decir, tiene diversas calidades y dimensiones (gravas, arenas, arcillas)

En **ninguna parte del perímetro se observó un muro de contención** colindante al terreno de la ENMS.

El movimiento de vehículos sobre el relleno, provocan un acomodo constante del material; lo cual, de manera constante, va provocando un empuje (ó presión lateral) a las bardas (A, B, D).

**10. RESULTADOS NUMÉRICOS DE LA REVISIÓN.**

○ Resultados del Muro de Frontón-tenis		
○ Barda (A, B, D) de Piedra de Lindero (Para lo que fue construido)	○ Muro de Contención (BARDA A, B, D) (Funcionalidad inadecuada)	○ Comentario
Factor de Seguridad a Volteo = 1.90	Factor de Seguridad a Volteo = 0.25	La barda en su funcionalidad original es muy adecuada (APLICA PARA BARDAS A, B, D). Actualmente la barda (A) tiene muy alta probabilidad de colapsar por volteo y deslizamiento. La BARDAD, YA COLAPSÓ.
Factor de seguridad a Deslizamiento = 11.04	Factor de seguridad a Deslizamiento = 0.32	La barda en su funcionalidad original es muy adecuada. Actualmente la barda A tiene muy alta probabilidad de colapsar por deslizamiento. LA BARDAD YA COLAPSÓ.
Capacidad de carga = 39.87 Ton/m <sup>2</sup>	Capacidad de carga = 206.81 Ton/m <sup>2</sup>	La barda en su funcionalidad original es muy adecuada. TODAS LAS BARDAS (A, B, D) tienen muy alta probabilidad de colapsar por capacidad de carga del suelo.
Desplazamiento Máximo en Punto 4 (BARDA A) por desplome Δ <sub>MÁX</sub> = 0.0038 m	Desplazamiento Máximo en Punto 4 por desplome Δ <sub>MÁX</sub> = 0.038 m	Estos valores son obtenidos por simulación. Así, el incremento de desplazamiento sólo por carga del relleno es de 1000%; dicho de otro modo, el muro tendría un desplazamiento 10 veces mayor a lo que debería estar soportando. Aún más crítico es que el desplazamiento real es de 0.112 m; debido a la carga del relleno, es decir 2,947.37% más de lo que debe estar desplazado.