

Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON  
Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja 1 de 42



5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON

- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| Asegurado:                  | GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON   |
| ➤ Cia. Aseguradora:         | Afirme Seguros  |
| ➤ Siniestro/Reporte:        | 072062628   |
| ➤ Póliza:                   | 0701-019976-00  |
| ➤ Lugar Del Siniestro:      | 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON                                    |
| ➤ Naturaleza Del Siniestro: | Daños por Incendio  |
| ➤ Fecha de Siniestro:       | 15/06/2020  |
| ➤ Ajustador:                | José Alfredo Cantú Pérez Ajustes Calderón & Signoret, S.A. de C.V of. Monterrey |

Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON  
Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja 2 de 42

### **A Quien Corresponda:**

Por medio de la presente, me es grato saludarle poniendo a su consideración un Informe Dictamen de Evaluación referido al estado físico actual que guardan la estructuras de concreto reforzado que sirven de soporte a su edificio de Tesorería y Finanzas del Estado de N.L. el cual se ubica en la calle 5 de mayo No 205 esquina con Escobedo y que recientemente fue Siniestrado por Incendio

El contenido de este informe incluye los siguientes conceptos a saber:

- 1. Propósito del Informe**
- 2. Antecedentes**
- 3. Servicios proporcionados por el Ingeniero Rodolfo Meza Salas**
- 4. Resultados de Inspección**
- 5. Conclusiones y Recomendaciones**
- 6. Imágenes de apoyo y Anexo Fotográfico**

Esperando haber interpretado correctamente sus necesidades, quedo a sus órdenes para las aclaraciones pertinentes del caso.

Atentamente. (Asesor Externo KUSS, S.A. de C.V.)  
Monterrey N.L. a 14 de octubre del 2020

---

Ing. Rodolfo Meza Salas  
Tecnología del Concreto y Materiales de Construcción  
Cedula Profesional SEP No 329668

Ángel Martínez Villarreal 2623-A Col. Lomas  
Monterrey N.L., Tel.(81) 8333 0591  
[kussmty@gmail.com](mailto:kussmty@gmail.com)

Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON  
Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja 3 de 42

## 1. PROPÓSITO DEL ESTUDIO

### 1.1. Alcance

- 1.1.1. El carácter del presente estudio es del tipo Cualitativo-Cuantitativo y se apoya en dos visitas de inspección al lugar.

### 1.2. Objetivos.

- 1.2.1. Efectuar un levantamiento de fallas locales\*.
- 1.2.2. De acuerdo con los tipos de falla locales, determinar la factibilidad de reparación para la rehabilitación de los elementos de concreto reforzado
- 1.2.3. Con la aportación de resistencias a la compresión del concreto y de tensión axial del acero de refuerzo en este informe, recomendar una revisión estructural para el reforzamiento de los elementos más afectados por fuego.
- 1.2.4. Con base a las características de las fallas locales, definir su(s) causa(s) de origen.
- 1.2.5. Caracterización del concreto afectado por el incendio, Extracción de núcleos de concreto endurecido utilizando maquina provista de filos de diamante industrial, preparación y ensaye a la compresión axial de 8 núcleos del Edificio de Tesorería de los cuales, 5 en columnas y 3 en Vigas del sitio.
- 1.2.6. Toma de muestras del acero de refuerzo del Edificio de Tesorería en nervaduras de concreto reforzado afectadas directamente por el fuego del incendio para 6 ensayes a tensión axial por estirado y la determinación de la Resistencia a la Tensión fy incluyendo deformaciones unitarias
- 1.2.7. Con base a la profundidad de la calcinación del concreto afectado por el fuego, a la resistencia del concreto obtenida por compresión axial a través de núcleos, a las posibles deflexiones sufridas por las losas reticulares y vigas después del fuego, así como a las propiedades físicas del acero de refuerzo también afectado por fuego y ensayado por tensión directa, definir Cualitativamente el Grado de Seguridad Estructural en las condiciones actuales.
- 1.2.8. De acuerdo con las características físicas y de las fallas locales que se encuentren en el concreto reforzado de las losas reticulares, vigas y columnas, señalar en caso de ser factible las recomendaciones y método de reparación, demoliciones parciales con reparaciones o demolición total del edificio de la Secretaría de Finanzas y Tesorería del Estado.
- 1.2.9. Definir el grado de afectación por incendio del acero de refuerzo del concreto de nervaduras y viga de borde de la losa de azotea del edificio de Tesorería, en función de ensayes a tensión por estirado del acero de refuerzo muestreado de acuerdo a las normas American Standard For Testing Materials ASTM A-36, A – 370 y EB.

---

\* Falla local: Cambio en las propiedades físicas y/o químicas de los materiales de construcción y/o elementos estructurales sin llegar a un estado de falla general o colapso.

Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON

Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON

Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja **4 de 42**

1.2.10. En función de la afectación por fuego y tiempos de duración del mismo, definir cualitativamente el grado de estabilidad y de seguridad de los elementos estructurales.

2.1 Un Gráfico de la Edad del Edificio Vs la Vida Útil Pag.40

## **2. ANTECEDENTES**

- 2.1. El edificio de Tesorería y Finanzas de Gobierno del Estado de Nuevo León, es una construcción que data de hace aproximadamente 40 años, si se toma en cuenta los pisos interiores de cerámica y acabados exteriores de mezcla de agregados gruesos y cementados para un terminado denominado serroteado. Su cuerpo de soporte principal lo constituyen columnas de 50 por 50 cm, vigas de 30 por 50 cm y losas reticulares con 40 cm de peralte, incluyendo vigas de borde y capiteles en columnas, todas de concreto reforzado.
- 2.2. El edificio es de tres niveles con fachada principal por el lado Sur (fotografía 1), sus pisos son de cerámica, con recubrimientos en muros y columnas a base de mortero de cemento hidráulico.
- 2.3. Las losas de entrepiso y de azotea, cuentan con un cielo falso soportado por un entramado de aluminio ligero y tirantes de alambre galvanizado y tirantes de láminas troqueladas de acero galvanizado.
- 2.4. Las unidades de clima, se ubican en la losa de azotea apoyadas sobre columnas cortas o pedestales y a su vez sobre las columnas principales.
- 2.5. El edificio de Tesorería, fue siniestrado por incendio el día 15 de junio de 2020 y tuvo una duración de poco más de dos horas; como consecuencia del fuego, se perdió todo el mobiliario del tercer nivel, cielos falsos, papelería, archivo, ventanas enrejadas y vitrales de fachada.
- 2.6. Se ha invitado al que suscribe para dictaminar sobre el grado de afectación por fuego a su edificio de Tesorería, referido a elementos estructurales y materiales de construcción con los cuales está conformado este edificio.

## **3. SERVICIOS PROPORCIONADOS POR EL ING. RODOLFO MEZA SALAS Asesor externo de Constructora Kuss**

- 3.1. Tres visitas de inspección al lugar por parte de un especialista en Materiales de Construcción y Tecnología del concreto.
- 3.2. Transportación al lugar del personal técnico y profesional.
- 3.3. Levantamiento de fallas locales\* del área en estudio.
- 3.4. Toma de fotografías de las áreas más representativas.
- 3.5. Toma de muestras de concreto endurecido ASTM C-39 y C-42 a través de núcleos (8) de 7.5 cm de diámetro nominal para su ensaye a compresión axial.
- 3.6. Toma de muestras de acero de refuerzo (6) de nervaduras de concreto y viga de borde para su ensaye a tensión por estirado.
- 3.7. Evaluación e interpretación de los resultados obtenidos.
- 3.8. La elaboración de este informe.

Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON  
Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja 5 de 42

#### 4. RESULTADOS DE INSPECCIÓN

- 4.1. El edificio de Tesorería y Finanzas de Gobierno del Estado de Nuevo León, fue siniestrado por incendio con afectación principal en toda el área de tercer nivel (Fotografía 1).
- 4.2. En el segundo nivel, los daños fueron mucho menores y se identifican como semicombustión de cielos falsos y hollín en todo este nivel (Fotografía 2).
- 4.3. El incendio afectó por calcinación superficial a todas las nervaduras de concreto reforzado de la losa de azotea (Fotografías 3, 4, 5 y 6).
- 4.4. Por la concentración del fuego, en las áreas de mayor cantidad de material combustionable, por escaso recubrimiento y delaminación de concreto por corrosión del “recalentado” por fuego directo, con temperaturas pico de 600 a 900°C (Fotografías 7, 8, 9 y 10).
- 4.5. También existió corrosión en el acero de refuerzo en capiteles de columnas con posterior recalentado del acero, ejes 1 – A, 1 – B y 2 – B (Fotografías 11, 12, 13 y 14).
- 4.6. Las zonas con mayores temperaturas fueron las que se localizan por la fachada al Sur del edificio y al Norte por los ventanales con reja metálica, las cuales, al choque térmico con el agua de los bomberos, se generó un “tiro” para el fuego y así mismo, mayores daños por calcinación con exposición del acero de refuerzo (Fotografías 15, 16, 17 y 18).
- 4.7. Las columnas de concreto reforzado, todas ellas estuvieron protegidas por el revestimiento o enjarre con afine de mortero de cemento, el cual actuó como aislante (Fotografías 19, 20 y 21); las temperaturas actuantes hasta de  $\frac{3}{4}$  “ de altura fueron de 600°C como máximo.
- 4.8. El calor del fuego por el lado Norte, ocurrió con las máximas temperaturas de 900 a 1,000°C de tal modo que los enrejados del lado W, cayeron al vacío y el del lado E, permanece deformado y aún en posición (Fotografías 22 y 23).
- 4.9. La afectación por fuego anterior, también afectó al concreto reforzado, ya que la viga del borde lado E refleja su separación del muro pretil (Fotografía 24) y, además, presentaba corrosión avanzada en el acero de refuerzo de la viga de borde en el patín inferior (Fotografías 25 y 26). Este acero de refuerzo fue muestreado para su ensaye a tensión por estirado (Fotografías 27 y 28) al igual que el de los sectores 2 – A – B y 3 – B – C (Fotografías 29 y 30).
- 4.10. Se efectuó un muestreo de concreto endurecido a través de núcleos extraídos con máquina rotaria de filos de diamante industrial de columnas y de la viga de borde Norte (Fotografías 31, 32 y 33); ésta viga de concreto presenta falla de tipo estructural por el lado NE (Fotografía 34).
- 4.11. Los núcleos extraídos, se identificaron en el lugar y posteriormente se cortaron sus extremos y recapearon sus caras con mortero de azufre como preparación para su ensaye a compresión axial, utilizando una máquina universal Tinius Olsen, con capacidad para 200 toneladas, los métodos de prueba fueron ASTM C – 39 y C – 42 (Fotografías 35, 36 y 37).
- 4.12. Las temperaturas durante el incendio fueron variables y las de 760°C no sostenidas, fundieron parcialmente los marcos de aluminio de puertas y ventanearías (Fotografías 38 y 39).
- 4.13. Las temperaturas menores, se presentaron a nivel de piso y 1.2m de altura, aproximadamente, las cuales, produjeron combustión parcial a muebles de madera, plástico y archiveros con papelería (Fotografías 40, 41 y 42).
- 4.14. Por el lado Norte, el calentamiento de los muros, generó la separación de los recubrimientos de mortero de arena – cemento (Fotografía 43).
- 4.15. La condición de la impermeabilización de la azotea, permanece intacta y sin afectaciones (Fotografías 44 y 45).
- 4.16. Otro de los daños a considerar en este edificio por efectos del fuego, es la columna 1 – B con dos grietas diagonales en el concreto a nivel del tercio medio superior (Fotografía 46).

Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON  
Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja 6 de 42

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. Para la mejor comprensión de los daños generados por el incendio al cuerpo del Edificio de Tesorería, se señalan aquí las temperaturas de combustión y fusión de los principales materiales que lo integran.

- Concreto – calcinación 1,000°C
- Concreto – fusión 1,500°C
- Acero – reblandecimiento >> 960°C
- Acero – fusión 1,500°C
- Aluminio – fusión 760°C
- Plomo – fusión 260°C
- Vidrio – reblandecimiento 720°C
- Vidrio – fusión 1,500°C
- Papel y Madera – combustión >> 130°C

5.2. Para el caso que nos ocupa, en el Edificio de Tesorería del Estado, ocurrieron las siguientes temperaturas, de acuerdo al comportamiento de los materiales:

- Marcos de aluminio en puertas y ventanas Picos de 760°C Con fusión parcial del metal
- Vidrios 500 a 700°C, fusión parcial y fractura por choque térmico, agua bomberos
- Acero en rejas claro Norte 700 a 1,000°C

5.3. Las temperaturas máximas ocurridas durante el incendio, sólo se concentraron a nivel de bajotecho en la zona central de la losa de azotea nivel 3, así como en los lados Norte y Sur del edificio; estas hicieron que los marcos de aluminio, lado Norte, se fusionaran parcialmente, el acero del enrejado colapso por el lado NW y se deformó por el claro lado NE. En cuanto al concreto de las columnas, ninguna de ellas recibió temperaturas mayores a 500°C hasta  $\frac{3}{4}$  de su altura aproximadamente y la parte extrema de las columnas y bajotecho de losa (nervaduras), recibieron picos de temperatura de 1,000°C en los ejes 1-B-C, 2-A-B, 3-B-C y capitel de columna 2-B; dada la calcinación ocurrida en el concreto con separación de masa del patín inferior y exposición del acero de refuerzo; el resto de las nervaduras de concreto de este edificio en su losa de azotea, recibió sólo calcinación superficial con temperaturas no sostenidas de 900 a 1,000 °C.

5.4. Las características del fuego en un incendio de edificio, son similares a los de una chimenea, pues en esta última, el material a combustionar es la madera o carbón en la parte abovedada o crisol y los gases de combustión ocurren en la parte más alta o tiro cuando esta, está bien diseñada y construida, los gases salen al exterior completamente; por cuanto a los edificios, el material combustionable durante los incendios, es la madera de los muebles, puertas, papelería, plásticos, plafones o cielos falsos de poliestireno, en marcos de aluminio y pinturas, en el entendido de que las temperaturas menores ocurren a nivel de piso y las máximas a nivel de techo, lo cual explica la presencia de material semi combustionado (sillones, papelería y plásticos).

5.5. Por las características de los materiales y elementos estructurales del Edificio de Tesorería en cuanto al concreto de cemento hidráulico, sólo se pudo hacer la extracción de núcleos en columnas y vigas y sus resultados de resistencia a la compresión axial, se desglosan en la tabla número 1 y en el informe del Instituto de Ingeniería Civil de la UANL.

5.6. Con respecto al acero de refuerzo, su extracción para el muestreo de las nervaduras de concreto reforzado, se efectuó de las áreas de mayor afectación por calcinación del concreto y sus resultados se desglosan en un reporte del Instituto de Ingeniería Civil de la UANL.

## CONDICIONES FÍSICAS DE LA LOSA DE AZOTEA ANTES DEL INCENDIO

5.7. La losa de azotea recibió recientemente una impermeabilización a base de polímeros en rollo laminado y termo fusionado durante su aplicación, la cual contiene en la superficie, agregados minerales para resistir los efectos de

Ángel Martínez Villarreal 2623-A Col. Lomas  
Monterrey N.L., Tel.(81) 8333 0591  
[kussmtv@gmail.com](mailto:kussmtv@gmail.com)



Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON

Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON

29 de Octubre de 2020

Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

Hoja 7 de 42

- temperatura y rayos ultravioleta generados por el sol. Este material es de buena calidad y su caducidad es de por lo menos 10 años. Por la limpieza de la superficie de color rojo, se puede señalar que la impermeabilización fue aplicada hace un año o menos y por ser una losa de azotea, no se acostumbra colocar cargas muertas en forma directa; las que ocurren sobre esta losa (unidades de clima) están canalizadas a través de columnas cortas o pedestales hacia la cimentación, las losas de azotea pueden recibir cargas muertas por diseño hasta 100 kg/m<sup>2</sup>
- 5.8. Es importante señalar que la aplicación de impermeabilizante a la losa de azotea del Edificio de Tesorería, ha ocurrido con demora extendida en al menos dos ocasiones y ello ha generado filtraciones de agua de lluvia, a través de las grietas, una oxidación y corrosión del acero de refuerzo en las nervaduras de los ejes 1-B-C, 2-A-B, 3-B-C y capitel de columna 2-B, así mismo, la delaminación del concreto de recubrimiento en las cuatro áreas señaladas.
- 5.9. En la condición de delaminación del concreto reforzado de las nervaduras y capitel ya señalados, ocurrió el incendio cuyo fuego calcinó superficialmente a todas las nervaduras de la losa con acentuación en los ejes ya indicados y así mismo, recalentó al acero de refuerzo que estaba más expuesto por la delaminación.
- 5.10. Cuando el acero de refuerzo se expone al calor por el fuego de un incendio, con temperaturas superiores a 650°C, sufre cambios en su estructura cristalina, los cuales, le disminuyen la capacidad para la toma de esfuerzos, para la cual fue diseñado (figura 1).
- 5.11. Con respecto al punto anterior y de acuerdo con los resultados obtenidos del ensaye de tensión por estirado del acero de refuerzo de nervaduras y viga de borde de concreto reforzado y desglosado en la tabla No 2 así como en las figuras 3 a la 7 del reporte del Instituto de Ingeniería Civil de la UANL, tratándose de un acero corrugado laminado en caliente y calidad  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ , los valores obtenidos fluctúan de 4,010 a 4,311 kg/cm<sup>2</sup> lo cual indica que no hubo cambios sustantivos en esta propiedad ( Reducción del 2 al 5 % en 5 de 6 probetas ) y su resistencia a la tensión anda con un rango de 5,965 a 6,367 kg/cm<sup>2</sup> ( Reducción del 1 al 5 % en 4 de 5 probetas ) considerando valores mínimos a cumplir de 6,300 kg/cm<sup>2</sup>, conservando también el Rango Elástico y mejor aún el Comportamiento Plástico (ver elongaciones Reportes IIC UANL). Es importante mencionar que la probeta No 6 que se localizaba en la viga de borde lado NE y estando afectada por corrosión y sin recubrimiento, estuvo en la zona de tiro del fuego del incendio; posteriormente se ensayó a tensión axial por estirado, su Límite Elástico se redujo en un 2 % y su Resistencia a la Tensión se redujo un 14 % pero no presento deformación plástica. Esta varilla en especial estuvo recibiendo varios ciclos de Recalentado por el fuego y Temple con el agua de los bomberos mientras se estuvo combatiendo el incendio. La laminación en Caliente del acero consiste en el rolado de Placas, Tochos o Billets al rojo vivo entre 900 y 1150 ° C para conformarlo en acero corrugado para refuerzo del concreto, pero siempre con chorro de agua a presión para enfriar los rodillos y al mismo tiempo producirle el temple necesario del acero. Si el metal recibe varios ciclos de recalentado y enfriado con agua como lo fue con la de los bomberos, entonces ese temple se manifiesta con la reducción de la deformación plástica como es el caso que nos ocupa, buen Rango Elástico y cero Elongación ( no Rango Plástico )
- 5.12. Cabe señalar que los elementos de concreto reforzado de su edificio de Tesorería y Finanzas, tuvieron un relativo buen comportamiento mecánico durante el incendio (resistencia al fuego), acorde con la intensidad del fuego y tiempo de duración, dado que el cuerpo poroso del concreto afectado por incendio (figura 2) cuando se ha transformado en cal entre 900 y 1,000°C, esta capa de cal, cumple con funciones de protección contra la transmisión de calor hacia el cuerpo sano del resto del concreto, así como del acero de refuerzo embebido. Es importante señalar que todas las nervaduras y la viga de borde por el lado Norte, sufrieron calcinación superficial,

Ángel Martínez Villarreal 2623-A Col. Lomas

Monterrey N.L., Tel.(81) 8333 0591

[kussmty@gmail.com](mailto:kussmty@gmail.com)

Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON

Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON

29 de Octubre de 2020

Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

Hoja 8 de 42

actuaron como aislante térmico, tan es así, que la impermeabilización de rollo laminado y calafateado, permanece en excelentes condiciones (sin burbujas de aire) y sin las deformaciones propias de un cuerpo fallado o mal aplicado.

5.12.1 De los 5 núcleos ensayados a la compresión axial correspondiente a columnas, su valor promedio es de 425 kg/cm<sup>2</sup> con un máximo de 527 kg/cm<sup>2</sup> y un mínimo de 344 kg/cm<sup>2</sup> (3-B-2), cabe señalar que un primer núcleo (3-B) de esta misma columna, aportó una resistencia a la compresión de 401 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual significa que el valor más bajo puede atribuirse a un inicio o terminación de la bachada de concreto.

5.12.2 Con respecto a la resistencia de los tres núcleos de concreto extraídos de la viga de borde, su promedio es de 415 kg/cm<sup>2</sup> con un máximo de 459 kg/cm<sup>2</sup> y un mínimo de 353 kg/cm<sup>2</sup>, para el caso que nos ocupa, la relativa menor resistencia, se puede atribuir al fuego ya que el núcleo se extrajo junto a una grieta de tipo estructural.

5.12.3 **Con la evaluación de la resistencia del concreto reforzado del edificio de Tesorería y Finanzas, podemos concluir que no se tienen situaciones de riesgo estructural, añadiendo a la vez que la resistencia de origen es bastante alta con moderada reducción por el fuego en las áreas anteriormente señaladas.** La construcción del edificio de Tesorería y Finanzas, se llevó a cabo cuando la tecnología de concreto en aplicación comercial, no estaba aún depurada; en los tiempos actuales, una resistencia para un edificio como el que nos ocupa, 300kg/cm<sup>2</sup>, sería más que suficiente y los proveedores del concreto premezclado, aportarían de 20 a 35 kg/cm<sup>2</sup> como un exceso de resistencia para el cumplimiento de la resistencia de diseño especificada f'c.

5.13. La no asimilación de las temperaturas máximas del fuego del incendio por parte del concreto reforzado y acero de refuerzo y en especial las nervaduras, viga de borde lado Norte y acero de refuerzo, **cabe señalar que aún después del incendio, la losa de azotea, no presenta deflexiones.**

5.14. **Consideramos que los daños por corrosión del acero de refuerzo en las áreas ya señaladas anteriormente se han debido a una falta de mantenimiento periódico a la impermeabilización de la losa de azotea.**

5.15. En condiciones normales, el recubrimiento que envuelve al acero de refuerzo, le confiere una buena protección, tanto física como química a dicho refuerzo. El recubrimiento de concreto proporciona un ambiente alcalino que rodea al acero propiciando la formación de una capa de óxido, llamada película pasivante, que lo protege contra la corrosión, sin embargo, el recubrimiento no constituye una barrera perfecta y permanente contra los agentes agresivos del ambiente iniciadores de la corrosión (iones agresivos, humedad, dióxido de carbono y oxígeno, principalmente); lo anterior se debe a que la pasta de cemento no es un material del todo impermeable.

5.16. **A pesar de todos los daños generados por el incendio al edificio de Tesorería y Finanzas, estos de menor a mayor, son reparables, debido a la estabilidad del edificio, no deflexiones en losas, no afectaciones en impermeabilización, pero, sobre todo, la buena resistencia a la compresión axial del concreto, resultante después del incendio, así como la del acero de refuerzo.**



Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON

Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON

29 de Octubre de 2020

Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

Hoja 9 de 42

- 5.17. En la condición actual, el edificio de Tesorería y Finanzas merece la reposición total de pinturas exteriores, muebles, ventaneria, puertas, cielos falsos y reposición de recubrimientos interiores previo a las reparaciones menores y mayores.
- 5.18. Fuera de los elementos más dañados y ya referidos por ejes, todas las nervaduras deberán repararse del siguiente modo a saber:
- Demoler con cincel y martillo o con rotomartillo ligero, el recubrimiento de concreto del acero de refuerzo o patín inferior de cada nervadura. La demolición será del tipo martelinado de grueso a fino, según se descubra el concreto con calcinación franca a incipiente.
  - Con chorro de aire a presión, se eliminará todo el polvo superficial del concreto y después se podrá aplicar resina epóxica para adherir concreto nuevo a antiguo y finalmente se aplicará un mortero de reparación estructural con llana metálica y cuchara de albañil.
  - El acero de refuerzo podrá quedar al descubierto después de la demolición del concreto calcinado, mismo que podrá limpiarse con carda metálica y taladro; una vez limpio el acero, podrá recibir la resina epóxica.
  - El mortero de reparación estructural podrá aplicarse en una primera fase como zarpeo y después por aplanado; esta segunda fase, después del fraguado inicial del zarpeo.
- 5.19. Con respecto a las áreas más dañadas por el fuego, ejes 1 – B – C, 2 – A – B, 3 – B – C, así como los capiteles de columnas 1 – A, 1 – B y 2 – B, la escarificación podría ser más profunda, pero el método de reparación sería el mismo anteriormente descrito y adicionalmente se deberá aplicar después del mortero de reparación estructural, una o más capas de fibra de polycarbonato en matriz de resina; el número de capas será el que indique su Ingeniero Estructuralista.
- 5.20. La viga de borde Norte, se reparará y reforzará con fibra de polycarbonato en matriz de resina, previa inyección de las grietas con resina epóxica.
- 5.21. La columna 1 – B se deberá reparar, previa limpieza superficial con chorro de aire a presión e inyección a sus grietas diagonales, siendo opcional la colocación de fibra de polycarbonato en matriz de resina y de acuerdo a su ingeniero Estructuralista.

Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON

Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON

Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja 10 de 42

### **Mecanismo de corrosión**

La corrosión del acero de refuerzo es esencialmente un proceso electroquímico que involucra la formación de un ánodo y un cátodo con corriente micro eléctrica entre ambos. En el ánodo los átomos de fierro metálicos se oxidan y generan iones  $Fe^{2+}$  los cuales se disuelven en una solución que envuelve al cátodo y al ánodo. La corrosión misma ocurre en el ánodo (varillas de acero) en donde hay ionización y disolución del fierro metálico. El cátodo se localiza a una corta distancia y la reacción catódica consume electrones y conduce a la formación de iones  $OH^-$ . Para que la reacción catódica ocurra se requiere la presencia de humedad, así como de oxígeno, usualmente este último disuelto en la humedad circundante al recubrimiento del concreto.

Los iones  $Fe^{2+}$  y  $OH^-$  los cuales están en movimiento en la solución de poro, interactúan químicamente cerca del ánodo produciendo un óxido de fierro el cual es un subproducto de la reacción de corrosión conocida como herrumbre.

La corrosión del acero en el concreto produce dos tipos de efectos dañinos a saber:

- Reducción del área de sección transversal del acero en el ánodo y de esta forma se reduce la capacidad de la varilla para la toma de esfuerzos.
- Delaminación del concreto la cual es el resultado de los esfuerzos de expansión creados por la herrumbre; la herrumbre es por naturaleza propia voluminosa ya que su volumen puede ser de 2 a 6 veces el volumen del acero la cual se forma y se deposita en espacios conformados entre la varilla y el concreto.

Dos causas principales pueden romper la capa pasivante y protectora del acero a saber:

- Carbonatación del concreto que conduce a la reducción del potencial hidrogeno (pH).
- Penetración de cloruros dentro del concreto; La des pasivación ocurre cuando el contenido de iones cloruro alcanzan un valor en el rango de 0.2 % a 0.4% respecto al peso del cemento en el concreto adyacente al acero de refuerzo

### **Durabilidad del Concreto**

De acuerdo con los resultados de campo referido a corrosiones en los elementos estructurales de concreto hidráulico reforzado con acero podemos señalar lo siguiente:

- a) El acero de refuerzo contiene una capa pasivante superficial que la protege de la corrosión del medio ambiente en forma temporal.
- b) El concreto de cemento hidráulico posee un pH normal entre 12.6 y 13 lo cual es indicativo de que es bastante alcalino, misma condición que es bastante favorable al acero de refuerzo para evitar su corrosión, sin embargo, cuando la alcalinidad se reduce por ingreso de humedad o ácidos a través de la porosidad y a través de grietas en el concreto, se inicia el proceso de oxidación y corrosión del acero..
- c) El recubrimiento del acero de refuerzo en vigas y columnas del Edificio en estudio era muy escaso, y es por esta razón que la corrosión que se presenta es del tipo moderada en la mayoría de los elementos estructurales de concreto reforzado.
- d) Cabe señalar las siguientes consideraciones:
  - El concreto menos permeable es más durable.
  - El concreto de moderada a baja resistencia es permeable y a su vez menos durable.
  - Si el concreto es de moderada a baja resistencia, su permeabilidad puede aumentar en grado considerable si este es atacado por carbonatación.

Ángel Martínez Villarreal 2623-A Col. Lomas  
Monterrey N.L., Tel.(81) 8333 0591

[kussmtv@gmail.com](mailto:kussmtv@gmail.com)

Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON  
Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja 11 de 42

## 6.- ANEXOS



**Fotografía 1**



**Fotografía 2**

Ángel Martínez Villarreal 2623-A Col. Lomas  
Monterrey N.L., Tel.(81) 8333 0591  
[kussmtty@gmail.com](mailto:kussmtty@gmail.com)

Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON  
Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja 12 de 42



**Fotografía 3**



**Fotografía 4**

Ángel Martínez Villarreal 2623-A Col. Lomas  
Monterrey N.L., Tel.(81) 8333 0591  
[kussmtty@gmail.com](mailto:kussmtty@gmail.com)



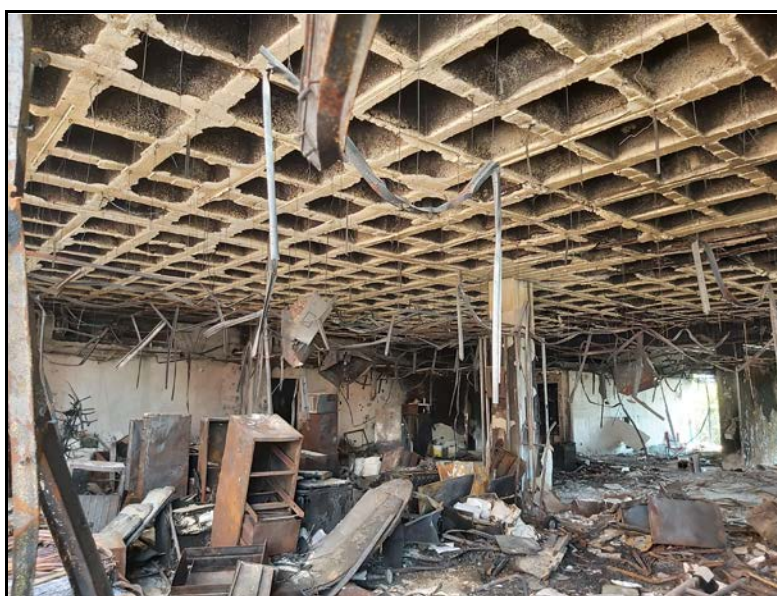
Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON  
Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja 13 de 42



**Fotografía 5**



**Fotografía 6**

Ángel Martínez Villarreal 2623-A Col. Lomas  
Monterrey N.L., Tel.(81) 8333 0591  
[kussmt@gmail.com](mailto:kussmt@gmail.com)

Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON  
Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja 14 de 42



**Fotografía 7**



**Fotografía 8**

Ángel Martínez Villarreal 2623-A Col. Lomas  
Monterrey N.L., Tel.(81) 8333 0591  
[kussmtv@gmail.com](mailto:kussmtv@gmail.com)



Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON  
Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja 15 de 42



**Fotografía 9**



**Fotografía 10**

Ángel Martínez Villarreal 2623-A Col. Lomas  
Monterrey N.L., Tel.(81) 8333 0591  
[kussmtv@gmail.com](mailto:kussmtv@gmail.com)

Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON  
Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja 16 de 42



**Fotografía 11**



**Fotografía 12**



Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON  
Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja 17 de 42



**Fotografía 13**



**Fotografía 14**

Ángel Martínez Villarreal 2623-A Col. Lomas  
Monterrey N.L., Tel.(81) 8333 0591  
[kussmtv@gmail.com](mailto:kussmtv@gmail.com)

Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON  
Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja 18 de 42



**Fotografía 15**



**Fotografía 16**



Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON  
Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja 19 de 42



**Fotografía 17**



**Fotografía 18**

Ángel Martínez Villarreal 2623-A Col. Lomas  
Monterrey N.L., Tel.(81) 8333 0591  
[kussmtv@gmail.com](mailto:kussmtv@gmail.com)

Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON  
Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja 20 de 42



**Fotografía 19**



**Fotografía 20**



Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON  
Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja 21 de 42



**Fotografía 21**



**Fotografía 22**

Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON  
Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja 22 de 42



**Fotografía 23**



**Fotografía 24**



Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON  
Ref.: Estudio Edificio Sinistrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja 23 de 42



**Fotografía 25**



**Fotografía 26**

Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON  
Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja 24 de 42



**Fotografía 27**



**Fotografía 28**



Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON  
Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja 25 de 42



**Fotografía 29**



**Fotografía 30**

Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON  
Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja 26 de 42



**Fotografía 31**



**Fotografía 32**



Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON  
Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja 27 de 42



**Fotografía 33**



**Fotografía 34**

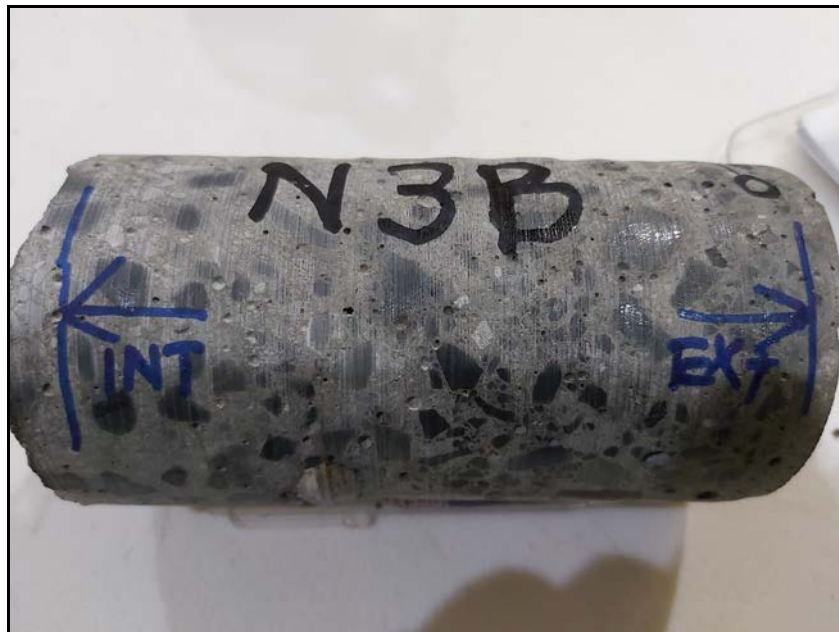
Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON  
Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja 28 de 42



Fotografía 35

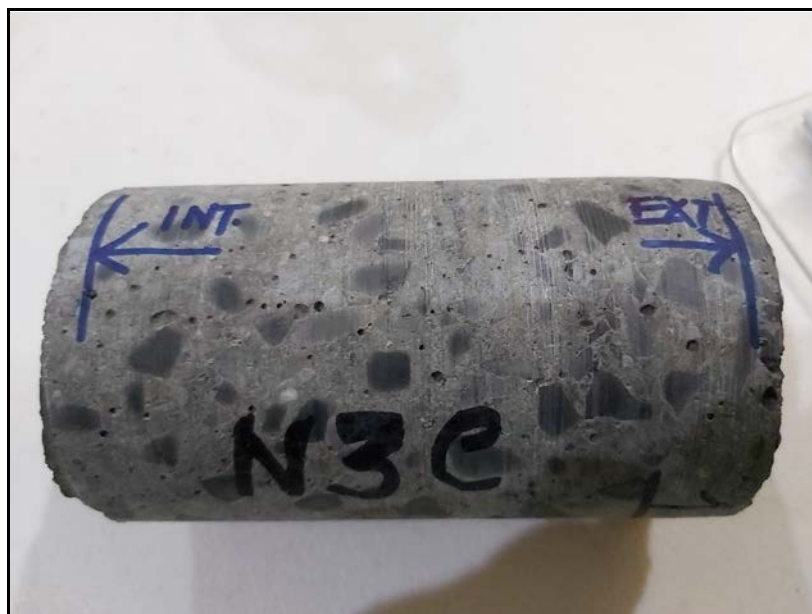


Fotografía 36

Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON  
Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja 29 de 42



Fotografía 37



Fotografía 38

Ángel Martínez Villarreal 2623-A Col. Lomas  
Monterrey N.L., Tel.(81) 8333 0591  
[kussmtv@gmail.com](mailto:kussmtv@gmail.com)



Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON  
Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja 30 de 42



**Fotografía 39**



**Fotografía 40**

Ángel Martínez Villarreal 2623-A Col. Lomas  
Monterrey N.L., Tel.(81) 8333 0591  
[kussmt@gmail.com](mailto:kussmt@gmail.com)

Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON  
Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja 31 de 42



**Fotografía 41**



**Fotografía 42**

Ángel Martínez Villarreal 2623-A Col. Lomas  
Monterrey N.L., Tel.(81) 8333 0591  
[kussmtv@gmail.com](mailto:kussmtv@gmail.com)



Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON  
Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja 32 de 42



**Fotografía 43**



**Fotografía 44**



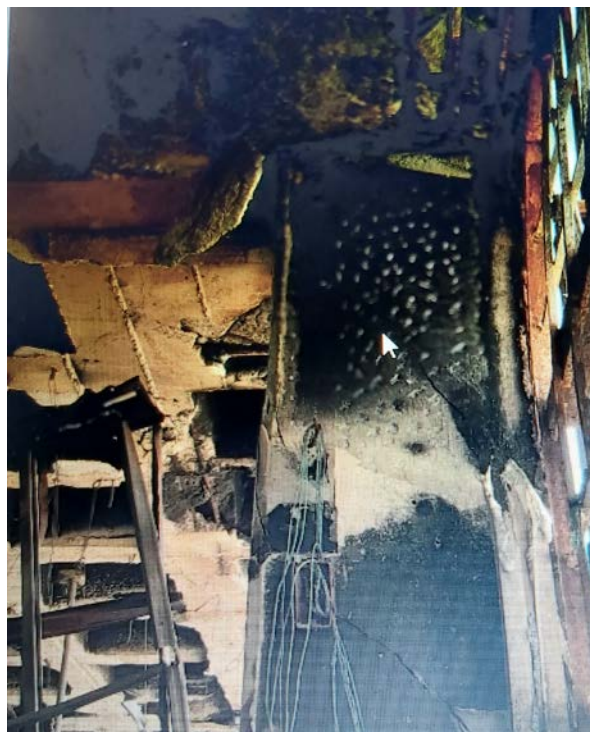
Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON  
Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja 33 de 42



**Fotografía 45**



**Fotografía 46**

Ángel Martínez Villarreal 2623-A Col. Lomas  
Monterrey N.L., Tel.(81) 8333 0591  
[kussmtty@gmail.com](mailto:kussmtty@gmail.com)

Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON  
Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja 34 de 42

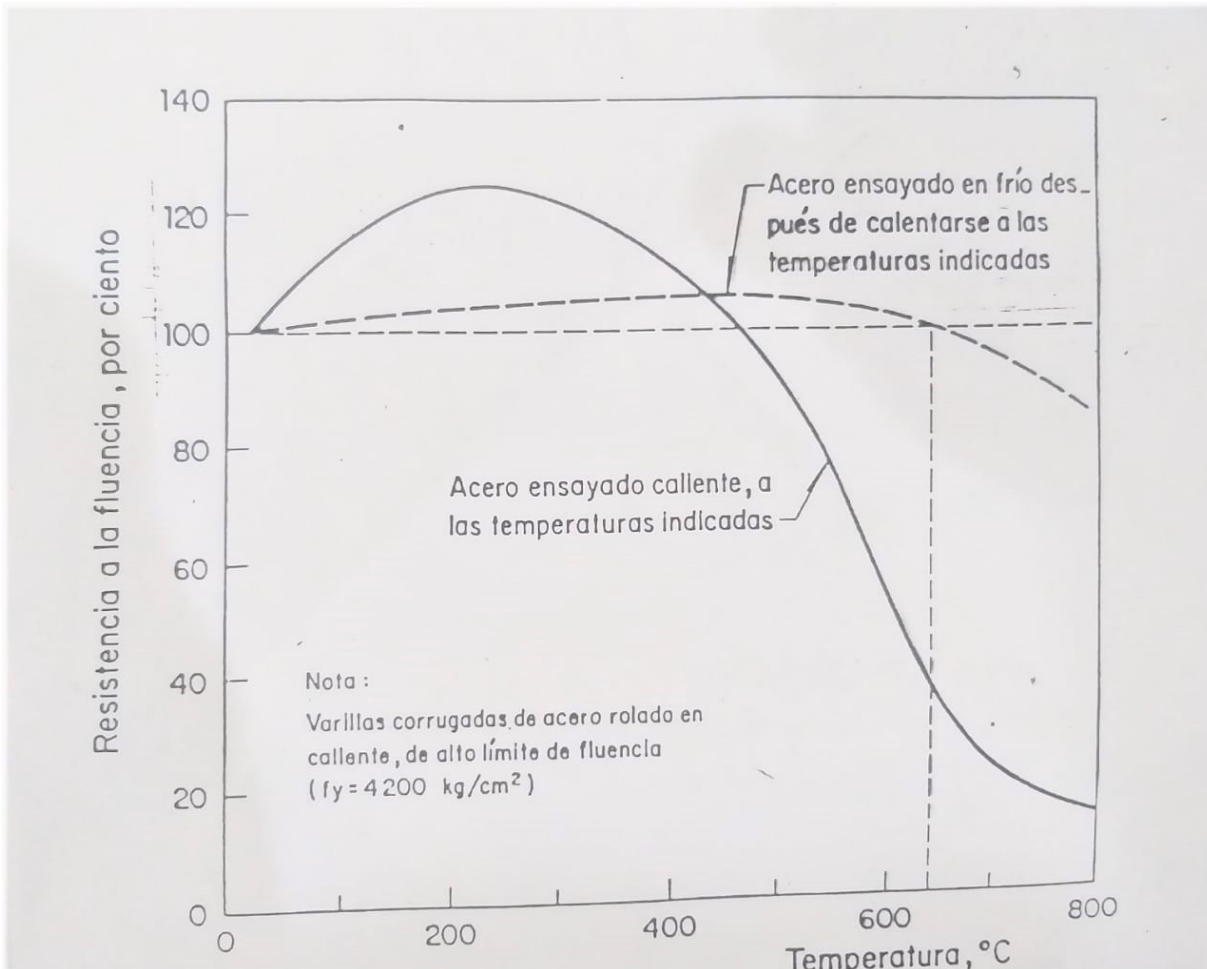


**Fotografía 47**

Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON  
Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja 35 de 42



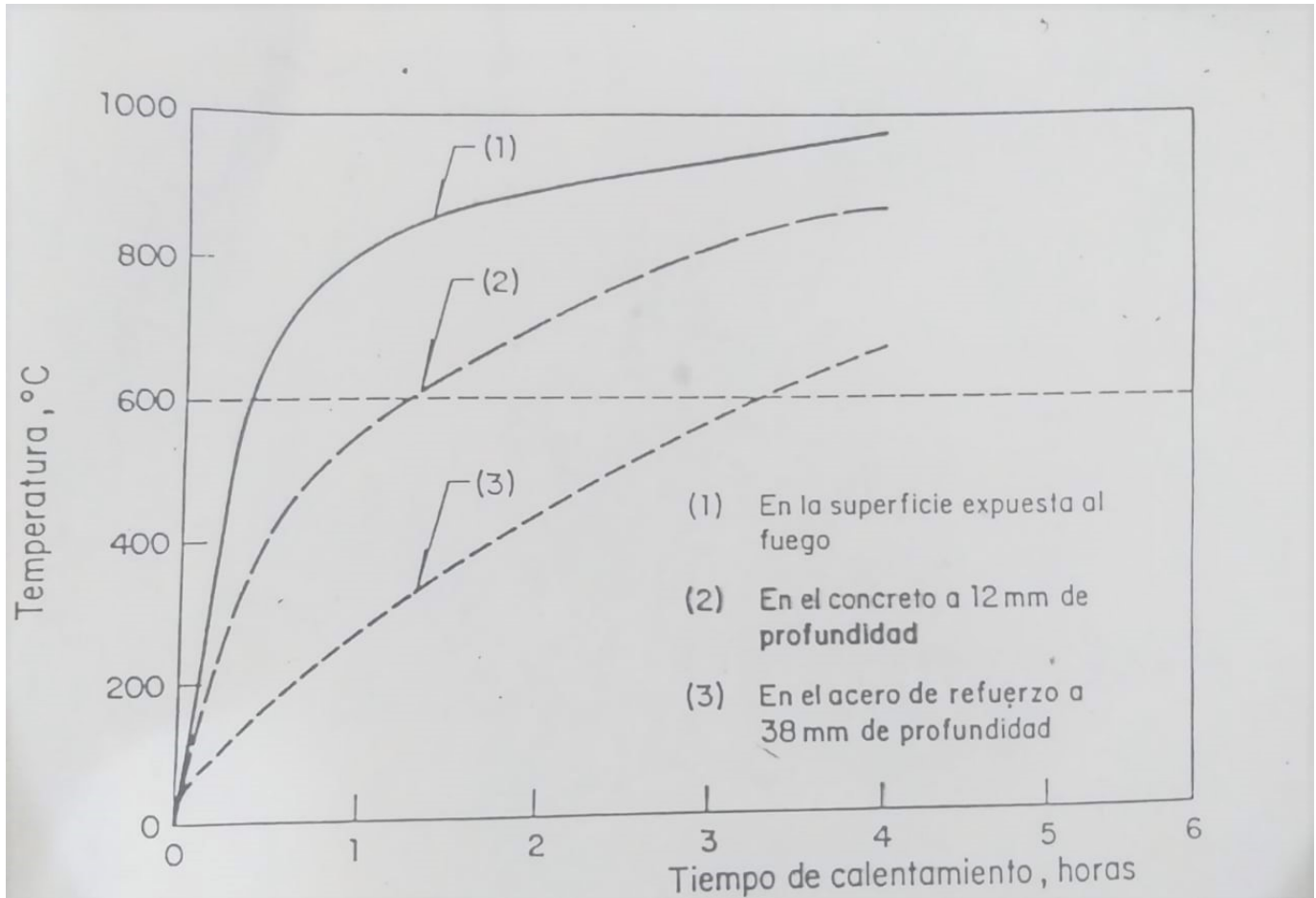
**Figura 1**  
**Grado de afectación en el acero de refuerzo por efecto de exposición al fuego NFPA 251 y ASTM E - 119**



Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON  
Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja 36 de 42



**Figura 2**

**Efecto del tiempo de calentamiento contra temperatura para el concreto reforzado con diferentes espesores de recubrimiento NFPA 251 y ASTM E – 119.**

Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON  
Ref.: Estudio Edificio Sinistrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja 37 de 42

NÚCLEO N°	ELEMENTO ESTRUCTURAL	DIÁMETRO cm	LOCALIZACIÓN	RESISTENCIA Kg/cm <sup>2</sup>
1	COLUMNA	6.9	N3C	527
2	COLUMNA	6.9	N3B	401
3	COLUMNA	6.9	N2B	379
4	COLUMNA	6.9	N2A	476
5	COLUMNA	6.9	N3B2	344
6	VIGA	6.9	N6BC	432
7	VIGA	6.9	N7BC1	459
8	VIGA	6.9	N8BC2	353

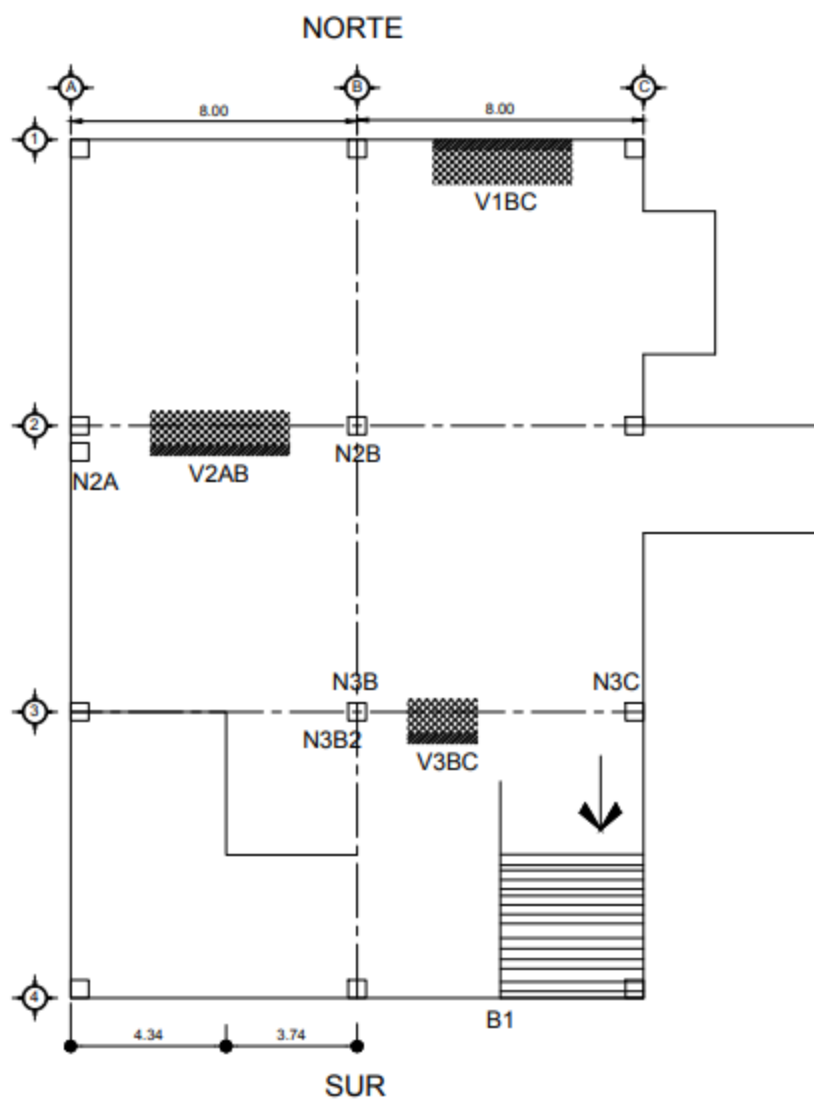
**Tabla N°1**

**Resistencia a la compresión axial de concreto endurecido muestreado de columnas y vigas del edificio de Tesorería y Finanzas de Gobierno del estado de Nuevo León, de acuerdo a ASTM C39 y C42.**

Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON  
Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja 38 de 42



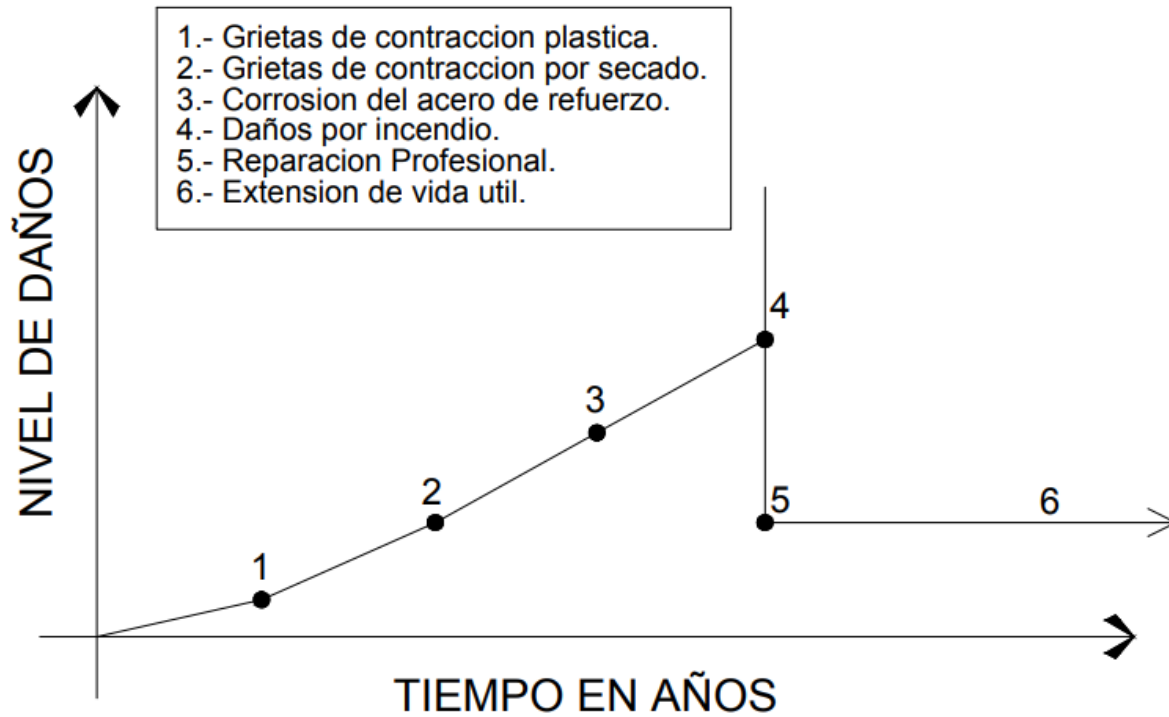
Croquis de muestreo de concreto y acero de refuerzo  
asi como areas de afectacion por incendio del edificio  
de TESORERIA N.L.



Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON  
Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja 39 de 42

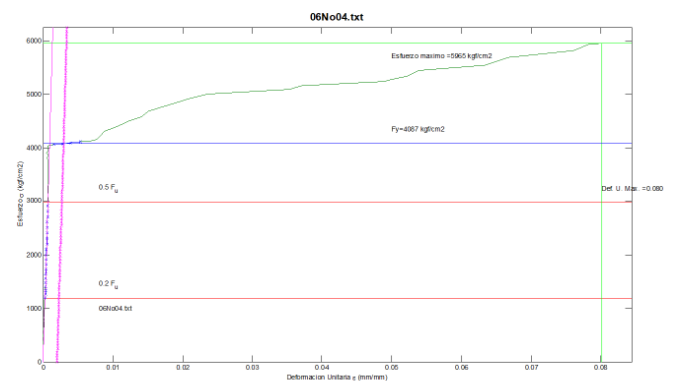
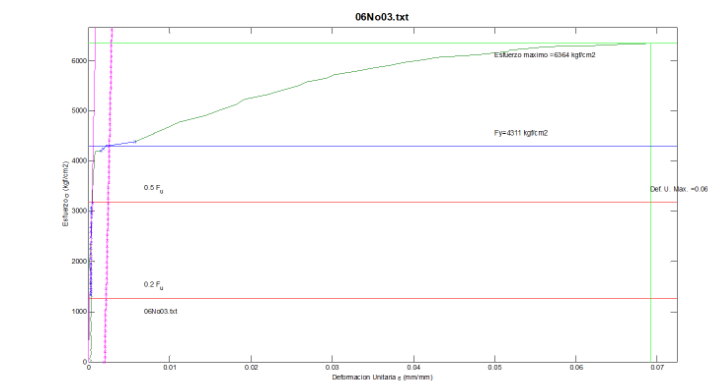
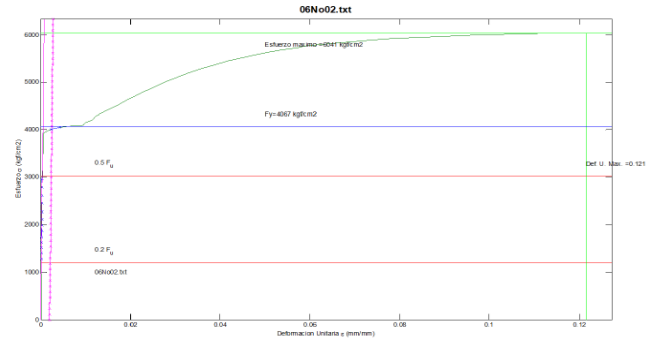
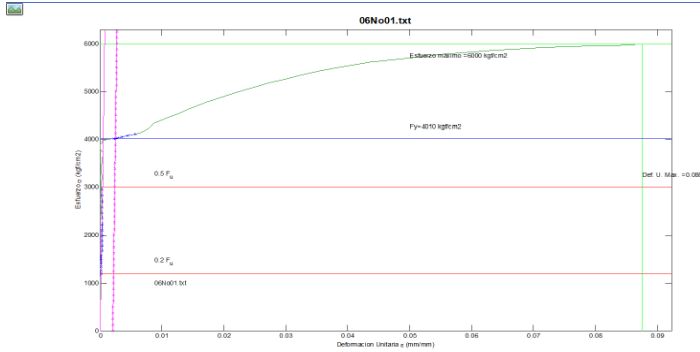


Gráfica de vida útil del edificio de Tesorería y Finanzas del Gobierno de N.L., en función del nivel de daños y edad de la estructura.

Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON  
Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

29 de Octubre de 2020

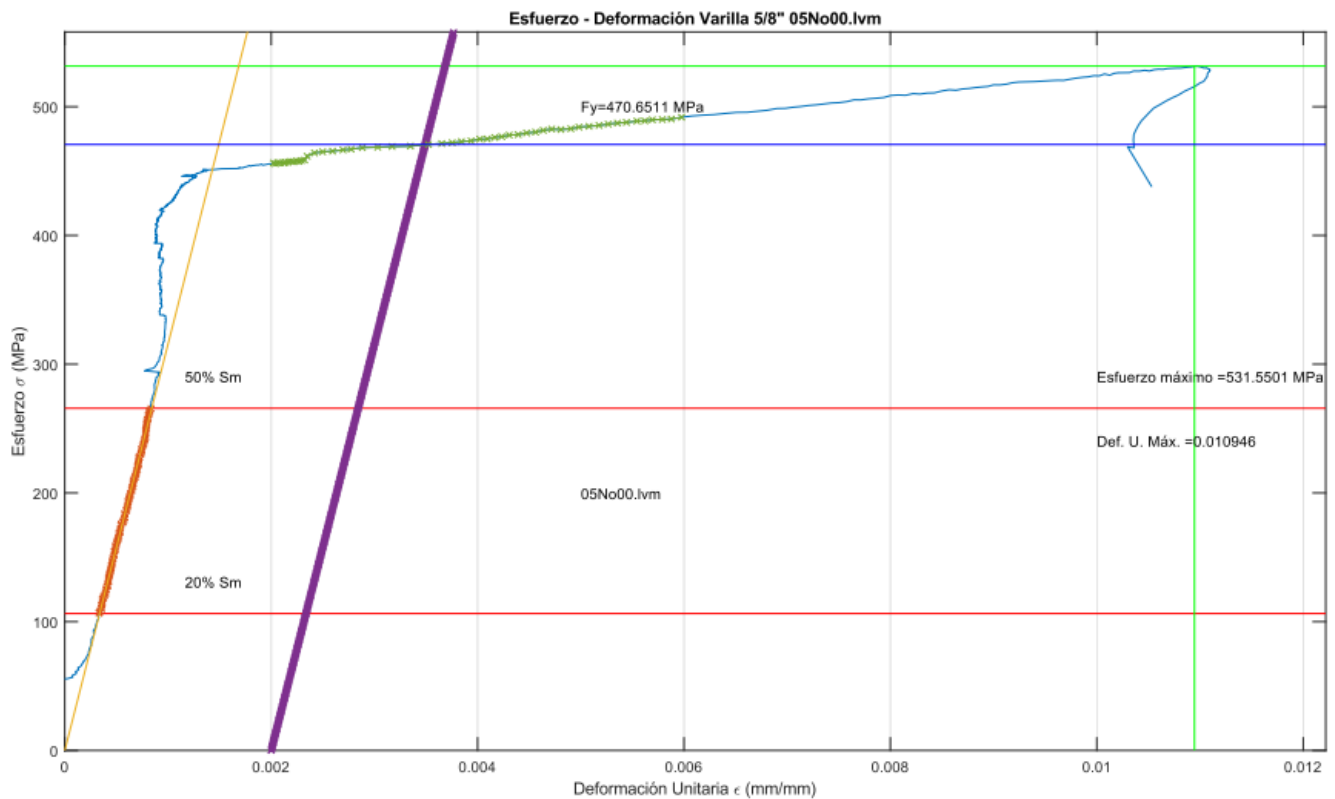
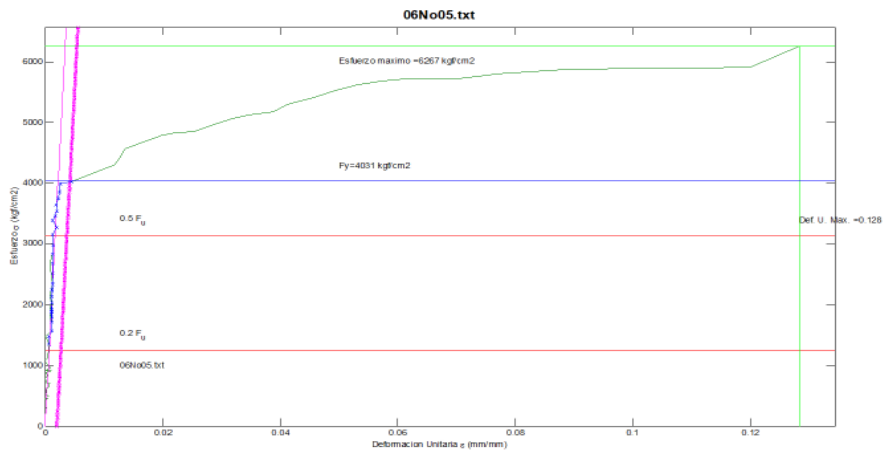
Hoja 40 de 42



Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON  
Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEON  
Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja 41 de 42



Ángel Martínez Villarreal 2623-A Col. Lomas  
Monterrey N.L., Tel.(81) 8333 0591  
[kussmtty@gmail.com](mailto:kussmtty@gmail.com)



Asegurado: GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEÓN  
Ubicación: 5 DE MAYO 505, CENTRO, MONTERREY, NUEVO LEÓN  
Ref.: Estudio Edificio Siniestrado por incendio

29 de Octubre de 2020

Hoja 42 de 42



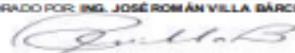
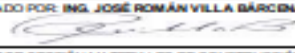


**UANL**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
INSTITUTO DE INGENIERÍA CIVIL

RESULTADOS DE ENSAYE A TENSIÓN DE BARRAS CORRUGADAS DE ACERO.								
SOLICITANTE:		CONSTRUCTORA RODIFE, S.A. DE C.V.						
DIRECCIÓN:		CALLE ÁNGEL MARTÍNEZ VILLARREAL No. 2623, COLONIA LOMAS, MONTERREY, NUEVO LEÓN.						
MUESTRA:		BARRAS CORRUGADAS DE ACERO SINIISTRADAS POR FUEGO.						
DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS:		6 PROBETAS EXTRAÍDAS CON DIFERENTES LONGITUDES Y GRADOS DE DAÑO.						
ENSAYE ORDENADO POR:		ARQ. FELIPE ROMO						
PRUEBA REALIZADA POR:		ING. JOSÉ ROMÁN VILLA BÁCENAS						
PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS:		SEGÚN NORMAS: NMX C-407-ONNCE-2001						
CONDICIONES DE ENSAYE:								
FUNDULO:		20,000 KG	REG. DE CARGA:		% VEL. APLIC. CARGA: (100 kg/min)	TEMP. AMBI:	23°C	
PROBETA No.	DESCRIPCIÓN	Diámetro mm	ÁREA cm²	LÍMITE ELÁSTICO		TENSIÓN MÁXIMA		ELONGACIÓN %
				kg	kg/cm²	kg	kg/cm²	
1	VARELLA No. 6	19.05	2.85	11429	4010	17100	6000	9.4
2				11591	4067	17217	6041	12.7
3				12286	4311	18137	6364	9.4
4				11648	4087	17000	5955	7.8
5				11488	4031	17861	6267	7.8
6				11852	4099	15447	5420	0.0
 								
OBSERVACIONES:								
LOS RESULTADOS DEL PRESENTE INFORME SE RELACIONAN ÚNICAMENTE CON LA MUESTRA ENSAYADA.								
LA MUESTRA FUE OBTENIDA POR PERSONAL DEL SOLICITANTE Y TRAÍDA A NUESTRO LABORATORIO PARA SU ENSAYE.								
REQUISITOS DE TENSIÓN PARA VARELLA GRADO 43:								
LÍMITE DE FLUENCIA MÍNIMO DE 4,200 kg/cm², RESISTENCIA A LA TENSIÓN MÍNIMA DE 6,300 kg/cm² Y ELONGACIÓN MÍNIMA DEL 9%.								
OBSERVACIONES:								
ES EVIDENTE QUE LA MAYORÍA DE LAS PROBETAS ENSAYADAS, CON EL SINIESTRO SE REDUJERON SUS PROPIEDADES A LA TENSIÓN.								
EL PORCENTAJE DE ELONGACIÓN SE DETERMINÓ EN UNA LONGITUD DE CALIBRACIÓN DE 200 mm.								
REFERENCIAS: NMX C-407-ONNCE-2001, VIGENTE.								
NOTA: ESTE INFORME NO DEBERÁ REPRODUCIRSE PARCIAL NI TOTALMENTE SIN LA APROBACIÓN POR ESCRITO.								
ELABORADO POR: ING. JOSÉ ROMÁN VILLA BÁCENAS.				APROBADO POR: ING. JOSÉ ROMÁN VILLA BÁCENAS				
FIRMA: 				FIRMA: 				
TÉCNICO ESPECIALISTA SECCIÓN MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN				COORDINADOR SECCIÓN MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ESTRUCTURAL Y PERTAJES				



Código: FOR-SDP-62; Revisión: 07.

Av. Universidad S/N Cd. Universitaria C.P. 66455  
San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México.  
Tel.: 81 1442 4400 ext. 7200 | 81 1442 4400  
<http://www.fic.uanl.mx>

Ángel Martínez Villarreal 2623-A Col. Lomas  
Monterrey N.L., Tel. (81) 8333 0591  
[kussmtv@gmail.com](mailto:kussmtv@gmail.com)