**MUNICIPIO DE AGUAZUL**

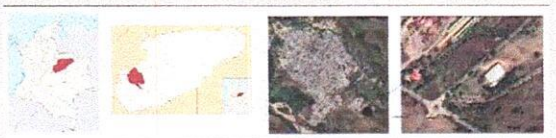
**DEPARTAMENTO DE CASANARE**

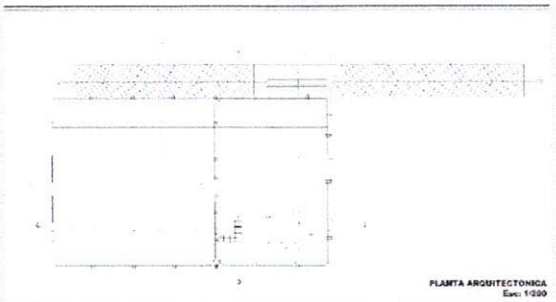
**PROYECTO**

# ESTUDIOS DE PATOLOGÍA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA INFRAESTRUCTURA DENOMINADA "PLANTA DE YUCA" EN EL MUNICIPIO DE AGUAZUL, CASANARE.

**CONTIENE**

## MEMORIAS DE CALCULO - "PLANTA DE YUCA"






**ENTIDAD INTERESADA**

**ALCALDIA DE AGUAZUL**

**CALCULISTA**

**DIEGO FERNANDO VENEGAS RIVERA**

**Ing. Civil - Esp. Estructuras / Esp. Patologia de la Construccion**

**AGUAZUL**

**2024**

AGUAZUL, 2024

Señores
MUNICIPIO DE AGUAZUL
La Ciudad

**MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **DIEGO FERNANDO VENEGAS RIVERA**, ingeniero civil con matricula profesional No 25202-207565 CND, debidamente registrado en el Consejo Profesional nacional de ingenieria y afines, presento los analisis y calculos para el estudio de vulnerabilidad de acuerdo a los requerimientos de las normas vigentes, para el proyecto: ESTUDIOS DE PATOLOGÍA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA INFRAESTRUCTURA DENOMINADA "PLANTA DE YUCA" EN EL MUNICIPIO DE AGUAZUL, CASANARE.

Declaro que asumo la responsabilidad de los analisis calculos y diseños y exonero al municipio de toda responsabilidad. Acepto y reconozco que la revision que se efectue por la oficina municipal, no constituye una aprobacion a lo enunciado anteriormente, sino la verificacion del cumplimiento de las normas vigentes.

Anexo. Copia de matricula profesional.

Atentamente,

DIEGO FERNANDO VENEGAS RIVERA
Ing. Civil. - E. Estructuras
M.P. 25202-207656 CND

# ESTUDIO DE VULNERABILIDAD

## INTRODUCCION

El presente informe se realiza por petición del interesado "Alcaldía del municipio de AGUAZUL" quien desea actualizar la estructura para **"ESTUDIOS DE PATOLOGÍA Y VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA INFRAESTRUCTURA DENOMINADA "PLANTA DE YUCA" EN EL MUNICIPIO DE AGUAZUL, CASANARE."**, para tal fin se realiza el estudio se enmarca dentro de la norma NSR-10 ya que la edificación fue diseñada y construida bajo la norma NSR-98 y/o antes de esta.

Dentro del estudio se hace un análisis de la estructura observando las posibles fallas o aciertos en el diseño y la construcción además de la historia clinica a la fecha y que se refleja en la presentación actual de acuerdo al uso que se la ha venido dando y su mantenimiento si lo ha habido este análisis es preliminar y se denomina índice de daño y nos da una idea del posible daño de acuerdo al índice de vulnerabilidad.

Posteriormente se aplica lo establecido en la NSR-10 titulo A.10.1.4 el cual comprende 12 fases o etapas donde se estudia la edificacion con el fin de hayar los indices de sobreesfuerzo de las vigas por piso y por ende el del edificio, a su vez se haya el indice de flexibilidad en donde se refiere en especial a la rigidez de la edifcacion, siendo la ultima etapa la aplicacion de una solucion para corregir los posibles sobreesfuerzo y alta flexibilidad si la hay.

Finalmente se plantean la soluciones a los diferentes problemas que presente la estructura y se plasman en los correspondientes planos para su construcción y de esta forma reforzar o repotenciar la estructura.

# ESTUDIO DE VULNERABILIDAD

## 1. EVALUACION DE INDICE DE VULNERABILIDAD E INDICE DE DAÑO PARA LA EDIFICACION - PALACIO MUNICIPAL

Este es un método cualitativo alterno que permite calificar la estructura de acuerdo a su estado actual y datos de diseño y construcción.

**1.1. DATOS GENERALES**

| | |
|---|---|
| * Deparatamento ubicacion : | CASANARE |
| * Ciudad ubicacion | Perímetro Urbano - AGUAZUL |
| * Direccion: | Anillo vial - Via a Mani Casanare |
| * Uso actal de la edificacion: | Funcional |
| * Sistema estructural: | Portico de concreto reforzado y Pedestal en concreto y estructura metalica |
| * Numero de Niveles: | 1 |
| * Numero de ocupantes | **15** personas aproximadamente |
| * Zona de amenaza sismica | Alta |
| * Coefic. Aceleracion pico = Aa: | 0.3 |

*** Fotografia de la edificacion (Paciente)**

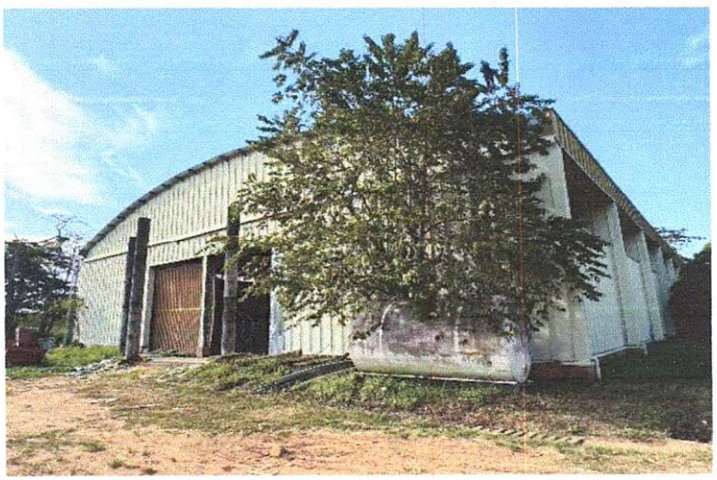


Foto 1. Estado de la edificacion en el mes de Diciembre de 2024 - Interior



# ESTUDIO DE VULNERABILIDAD

Foto 2. Estado de la edificacion en el mes de Diciembre de 2024

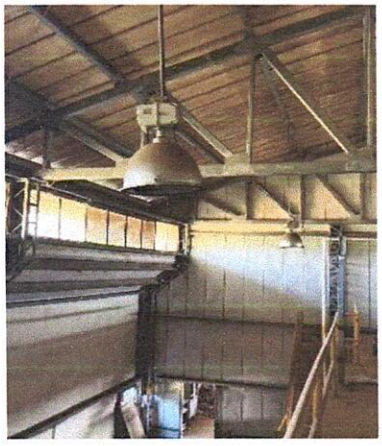


Foto 3. Estado de la edificacion en el mes de Diciembre de 2024

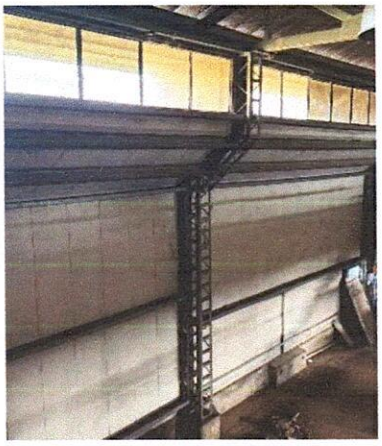
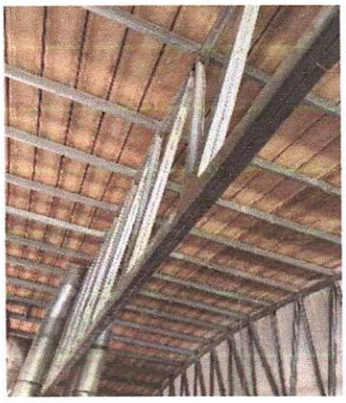


Foto 4. Estado de la edificacion en el mes de Diciembre de 2024



# ESTUDIO DE VULNERABILIDAD

Foto 5. Estado de la edificacion en el mes de Diciembre de 2024

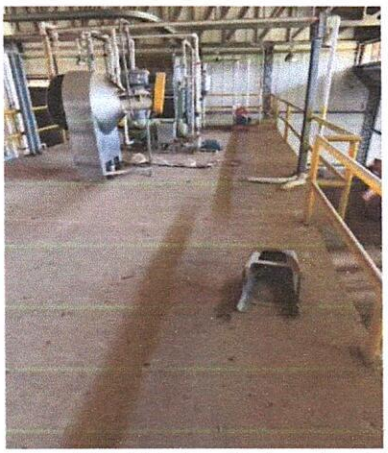


Foto 6. Estado de la edificacion en el mes de Diciembre de 2024

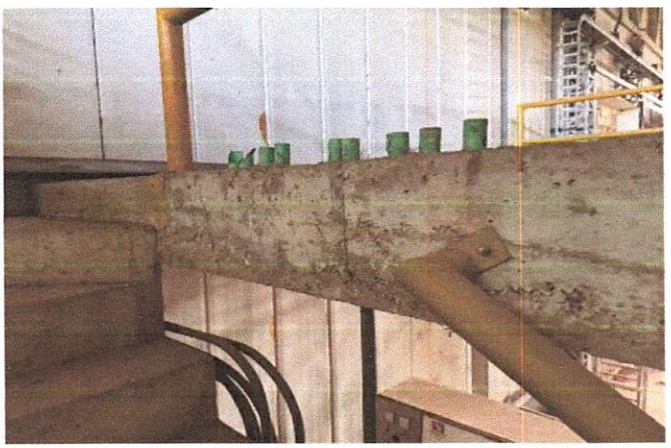


Foto 7. Estado de la edificacion en el mes de Diciembre de 2024



# ESTUDIO DE VULNERABILIDAD

Foto 8. Estado de la edificacion en el mes de Diciembre de 2024

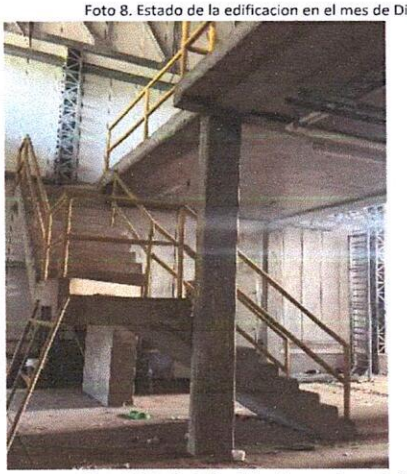


Foto 9. Estado de la edificacion en el mes de Diciembre de 2024

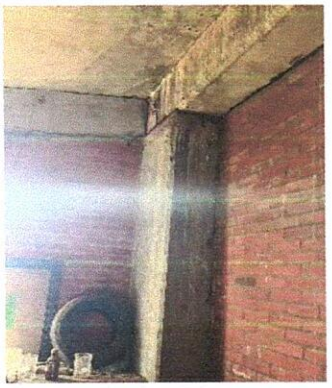


Foto 10. Estado de la edificacion en el mes de Diciembre de 2024



Foto 10. Estado de la edificacion en el mes de Diciembre de 2024



# ESTUDIO DE VULNERABILIDAD

**1.3 Descripcion General**

La edificación objeto del presente estudio corresponde a una estructura con fines de uso institucional tipo "BODEGA DE ALMACENAMIENTO", la construcción conto con los respectivos diseños hechos por profesionales en cada uno de los ramos según información recolectada por la comunidad, según inspección ocular se presenta micro vegetación y vegetación, en muros exteriores, en fachada interna, cubierta y la cubierta presenta humedad, descascaramiento por falta mantenimiento.
La edificación presenta una buena conservación en su gran mayoría de la estructura existente, teniendo en cuenta que se encuentra en uso, la parte estructural correspondiente a columnas, vigas cimentación, pisos, cerchas, correas cubierta, columnas en concreto internas y vigas entrepiso internas no presentan daño estructural.

La construcción de la edificación en su parte estructural y arquitectónica se llevó a cabo llevando lineamientos constructivos de planos y con supervisión de interventoría, según lo indican en información recolectada; localización columnas, ejes estructurales y espesores de los mismos, encontrándose que la resistencia a la compresión del concreto utilizada es mayor de 3000 PSI o 21 Mpa, según pruebas de en el presente objeto consta tomas de esclerómetro efectivamente la capacidad del concreto es mayor de 3000 PSI en las muestras recolectadas.
En términos generales y según el informe fotográfico anexo se verifica que la estructura fue construida siguiendo principios básicos de la construcción. En cuanto a la arquitectura esta fue proyectada para ser construida en pórticos en concreto reforzado en el área interna y en la estructura general esta construido en pedestales en concreto reforzado y columnas y cercha en estructura metálica. Para mayor claridad se anexan planos de diseño arquitectónico y fotos de la edificación actualmente donde se da cuenta de lo descrito anteriormente.

Según un chequeo visual y directo sobre la estructura en mención no se encontraron indicios de asentamientos que puedan haber afectado la edificación desde su construcción teniendo en cuenta que cuenta con mas de 18 años de construcción aproximadamente, hay fisuras pequeñas en los muros, no hay descascara miento del concreto, ni hormigueros, lo única que tiene es en algunos sitios es la presencia de moho producto de la lluvia y humedad, se ve que no se a realizado un mantenimiento adecuado a estructura existente, pero es de recalcar que se encuentra en buen estado y buena conservación.
edificación que se encuentra en una población con poca contaminación atmosférica, en líneas generales la edificación no presenta patologías graves a simple vista.

A continuación se realiza un chequeo de la estructura de acuerdo a un modelo de análisis que indica el grado de probable vulnerabilidad según su aspecto visual, para tal fin se analizan los siguientes aspectos los cuales se califica en una escala de A hasta D donde A es óptimo y D es el menos deseado este método se denomina Iv. Y se califica en la siguiente escala de valores donde A=0, B=(5 al 15), C=(15 a 25) y D= 45. Para al final obtener un índice de posible vulnerabilidad de la edificación.

**1.4. PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE INFORMACION**

En los siguientes cuadros se resume toda la información obtenida y se califica hasta llegar a obtener el índice de vulnerabilidad.

| Actividad | Aspecto a analizar | Resumen información obtenida | Calificación |
|---|---|---|---|
| 1 | Organización de sistema resistente | Sistema estructural tipo pórtico resistente a momentos con capacidad de disipacion de energia (DES) | B |
| | | Densidad estructural normal | |
| | | Altura libre típica promedio 6.60 m | |
| | | Se encuentra viga intermedia continua para la altura de la estructura, se ve continuidad y distribución correcta en la vigas | |

| Actividad | Aspecto a analizar | Resumen información obtenida | Calificación |
|---|---|---|---|
| 2 | Calidad de sistema resistente | Sistema estructural de pórticos en concreto, configuración de un piso | B |
| | | El concreto utilizado en columnas (pedestal) presenta poco deterioro, hay presencia de moho, las cercha metálicas se encuentras en buen estado de conservación, como también las correas de cubierta, no se presenta filtraciones relevantes en cubierta, lo cual a influido en la conservación de la estructura metálica de cubierta | |
| | | Estado actual de columnas metálicas, se ve en buen estado y material homogeno, no se presenta oxidación relevante y/o carbonatación de columnas | |
| | | La estructura se realizó en un mismo periodo de construcción continua. | |

# ESTUDIO DE VULNERABILIDAD

| Actividad | Aspecto a analizar | Resumen información obtenida | Calificación |
|---|---|---|---|
| 3 | Resistencia convencional | El concreto utilizado fc'=3000 PSI, acero de refuerzo fy=60000 PSI. | A |
| | | Hay viga intermedia para la altura | |
| | | No se presenta pandeos o deflexiones en estructura metálica | |

# ESTUDIO DE VULNERABILIDAD

| Actividad | Aspecto a analizar | Resumen información obtenida | Calificación |
|---|---|---|---|
| 4 | Posición del edificio y cimentación | Tipo de suelo = E | A |
| | | Edificación en zona plana, casco urbano Municipio de Aguazul | |
| | | Cimentación construida en uuna sola etapa, toda es uniforme en desplante 0.60 según informacion recolectada | |
| | | No hay probabilidad de movimientos o niveles freáticos que la afecten la estructura a la profundidad que se encuentra actualmente. | |

| Actividad | Aspecto a analizar | Resumen información obtenida | Calificación |
|---|---|---|---|
| 5 | Diafragmas horizontales | La edificación no tiene diafragmas rígidos | A |
| | | NO Presenta diafragmas | |

**Análisis de áreas de diafragma**

| Área bruta (m2) | Área Vacío (m2) | % Área Vacíos | | |
|---|---|---|---|---|
| 1700 | 0 | 0.00% | <30% | PLACA |

| Actividad | Aspecto a analizar | Resumen información obtenida | Calificación |
|---|---|---|---|
| 6 | Configuración en planta | No hay esbeltez en planta relación largo/ancho<4 | B |
| | | Totalidad de los ejes de horizontales coinciden en el centro de la columnas | |
| | | Densidad de columnas adecuada | |
| | | Las columnas siguen un mismo eje vertical lo que asegura continuidad en la aplicación de la carga y aterrizaje adecuado de las en la zapata. | |
| | | Se evidencian irregularidades en planta y altura según NSR10 | |

# ESTUDIO DE VULNERABILIDAD

| Relación largo(L)/ancho(B) <=4 = | L= (m) | B= (m) | |
|---|---|---|---|
| 1.59 | 52.95 | 33.3 | OK |

| Actividad | Aspecto a analizar | Resumen información obtenida | Calificación |
|---|---|---|---|
| 7 | Configuración en altura | No hay esbeltez en altura relación Alto/ancho<4 | A |
| | | No hay problemas de golpeteo en la edificación ya que la construcción más cercana estás una de la otra | |
| | | No hay concentración de masas en ninguna de las plantas. | |

| Relación Alto(H)/ancho(B) <=4 = | H= (m) | B= (m) | |
|---|---|---|---|
| 0.23 | 7.8 | 33.3 | OK |

| Actividad | Aspecto a analizar | Resumen información obtenida | Calificación |
|---|---|---|---|
| 8 | Estructuración del sistema principal | Densidad optima de área de columnas cumple con una estructuración normal y adecuada | A |
| | | La edificación es redundante, todas las vigas se soportan en columnas, presenta en el sentido X dos ejes y en el y tiene tres ejes. | |
| | | El sistema estructural es tipo pórtico se construyó en su totalidad como es deseado. | |
| | | El sistema NO es vulnerable a punzonamiento, ya que se conforma con vigas laterales, para soportar la cubierta | |
| | | | |

| Actividad | Aspecto a analizar | Resumen información obtenida | Calificación |
|---|---|---|---|
| 9 | Tipo de cubierta | Cubierta liviana tipo cubierta en teja (Diafragma flexible) | A |
| | | Hay viga corona que cierre las culatas y da soporte firme a la cubierta - Alta eficiencia | |
| | | Amarres de la teja a las vigas de cubierta poco mantenimiento | |

| Actividad | Aspecto a analizar | Resumen informacion obtenida | Calificacion |
|---|---|---|---|
| 10 | Elementos no estructurales | Elementos estructurales como muros divisorios y fachada no tienen anclajes, ni tienen ningún sistema de aislamiento con las columnas -, pero no muestra dilatación o fisuras en unión mampostería vs pórtico. | B |
| | | Hay muros bajos | |
| | | Ventaneria en fachada es de aberturas medianas, con densidad baja con respecto a la totalidad de muros fachada laterales y principal. | |
| | | No presenta tanques de reserva de agua en cubierta, NO vulnerables al vuelco | |

| Actividad | Aspecto a analizar | Resumen información obtenida | Calificación |
|---|---|---|---|
| 11 | Estado de conservación | El sistema estructural columnas y vigas tienen buena apariencia y condición | B |
| | | No hay evidencia de asentamientos | |
| | | No se presentan grietas en vigas y columnas, presenta fisuras en elementos no estructurales | |
| | | No se evidencia degradación de los elementos utilizados como vigas | |

# ESTUDIO DE VULNERABILIDAD

**RESUMEN DE ASPECTOS PARA DESEMPEÑO SISMICO**

| # | Item | Calificación | Ki=Puntaje | Wi | Ki*Wi |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Organización de sistema resistente | B | 0 | 1 | 0 |
| 2 | Calidad de sistema resistente | B | 5 | 0.25 | 1.25 |
| 3 | Resistencia convencional | A | 0 | 1.5 | 0 |
| 4 | Posición del edificio y cimentación | A | 0 | 0.75 | 0 |
| 5 | Diafragmas horizontales | A | 0 | 1 | 0 |
| 6 | Configuración en planta | B | 5 | 0.5 | 2.5 |
| 7 | Configuración en altura | A | 0 | 1 | 0 |
| 8 | Estructuración del sistema principal | A | 0 | 0.25 | 0 |
| 9 | Tipo de cubierta | A | 0 | 1 | 0 |
| 10 | Elementos no estructurales | B | 0 | 0.25 | 0 |
| 11 | Estado de conservación | B | 5 | 1 | 5 |
| | | | | Σ= | 8.75 |

*** CALCULO DE INDICE DE VULNERABILIDAD**

Para concreto reforzado se tiene

No hay columnas cortas: por lo tanto El factor columna corta = **0**

$Iv=(100*(\Sigma ki*Wi)/34)+F_{(columna\ corta)}$ = **25.735**

*** CALCULO DEL INDICE DE DAÑO = Id**

Este índice se calcula de acuerdo con las tablas de función de vulnerabilidad para tipologías colombianas realizadas por Gustavo Chio Cho y Esperanza Maldonado R. 2009

Id= A1*((Iv/10)^2)+A2*((Iv/10))+b<=100 = Id =

| Aa | A1 = | A2= | b | Id |
|---|---|---|---|---|
| 0.3 | 0.43687 | 2.78409 | 39.98343 | **50.04** |

Una vez analizados los resultados y calculado el índice de daño y de acuerdo a la escala Mena Hernandez (2007), se concluye que la edificación puede tener el siguiente nivel de daño

| lim. Id | Id= | Nivel daño | DESCRIPCION |
|---|---|---|---|
| **7.5<=ID<15** | **50.04** | **FUERTE** | Graves daños en elementos no estructurales que pueden comprometer la estabilidad de la estructura, es indispensable el desalojo de la edificación. Los costos de la reparación pueden igual al costo de la estructura por lo que se recomienda su demolición para posterior construcción. |

*** ESCENARIO DE DAÑO**

A continuación se clasifica el escenario de daño probable en la estructura analizada, siguiendo un diagrama de flujo preestablecido, el cual tiene en cuenta el tipo de ocupación de la edificación, hora del evento y numero de personas ocupantes.

| Cantidad de residentes | Id | Probabilidad de Atrapados | Evento entre la 6h a las 18h? | EDIF. RESIDENCIAL? | Nivel de ocupacion= Ncp | Tipo de estructura | Probabilidad de atrapados % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **15.0** | **50.04** | **SI** | **SI** | **NO** | **0.8** | **CONCRETO** | **30** |

| Cant. Atrapados | Cant. Heridos leves | Cant. Heridos que req. atencion | Cant. Heridos Graves | Cant. Muertos |
|---|---|---|---|---|
| **4** | 1 | 1 | 1 | 1 |

**Conclusion de lo anterior**

De lo anterior se concluye que la edificación tiene un índice de daño FUERTE, Graves daños en elementos no estructurales que pueden comprometer la estabilidad de la estructura, es indispensable el desalojo de la edificación. SI se sigue utilizando la edificación sin realizar mantenimientos preventivos, sumados a la evaluación para edificaciones en zona sísmica de alto riesgo, esta no sería segura ante un sismo, esto debido en especial a que se diseñó bajo una norma relativamente antigua NSR98 (Norma sismo Resistente del año 1998).

DIEGO FERNANDO VENEGAS RIVERA
Ing. Civil. - E. Estructuras
M.P. 25202-207656 CND

CONCLUSIONES

1. Según análisis de vulnerabilidad, la estructura no cuenta con las dimensiones mínimas exigidas por la Norma Sismo Resistente de Colombia NSR-10, en columnas, se debe aumentar a lo minimo exigido por norma NSR-10

2.Se debe realizar limpieza a pisos, retirar micro vegetación, vegetación, retirar el polvo, preparar limpiar y proteger la estructura metálica con pintura anticorrosivo

3.La resistencia del concreto en viga y concreto esta aceptable, mayor a 17.5 MP, que es la condición mínima exigida por la NSR-10, pero teniendo en cuenta que es una edificación institucional, esta debe tener mínimo 21.1 MP

4.Teniendo en cuenta que la estructura tiene mas de 18 años de construido, no se realizo un mantenimiento adecuado a su conservación, se recomienda si llegase a cambiar su uso de bodega a otro tipo de uso donde se valla a utilizar para ocupación de personal, realizar una repotenciación a la estructura ya que se esta cambiando el uso de la estructura evaluado



DIEGO FERNANDO VENEGAS RIVERA
Ing. Civil. - E. Estructuras
M.P. 25202-207656 CND