Villavicencio, 05 de Julio de 2023

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD DE PATOLOGIAS ESTRUCTURALES EN LA ESTRUCTURA DE BAÑOS Y SPA LOCALIZADA EN EL PARQUE LA LLANURA SIKUANI DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO – META.

Señores: Consorcio Espacios Deportivos.

Asunto: Memorial de responsabilidad

Por medio de la presente yo, Ricardo Andres Gonzales Parra especialista estructural con matricula profesional N. 17202-118844 CLD. Del consejo profesional nacional de ingeniería COPNIA. Manifiesto mi responsabilidad en el análisis patológico de estructuras en baños y spa localizada en el parque La llanura Sikuani del Municipio de Villavicencio – Meta.

Cordialmente,

RICARDO ANDRES GONZALES PARRA
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA ESTRUCTURAL
MP. 17202-118844 CLD

REPÚBLICA DE COLOMBIA

COPNIA

Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2023-2446723

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que RICARDO ANDRES GONZALEZ PARRA, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 9975479, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 17202-118844 desde el 19 de Mayo de 2005, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 156.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los veinte (20) días del mes de Diciembre del año dos mil veintitres (2023).

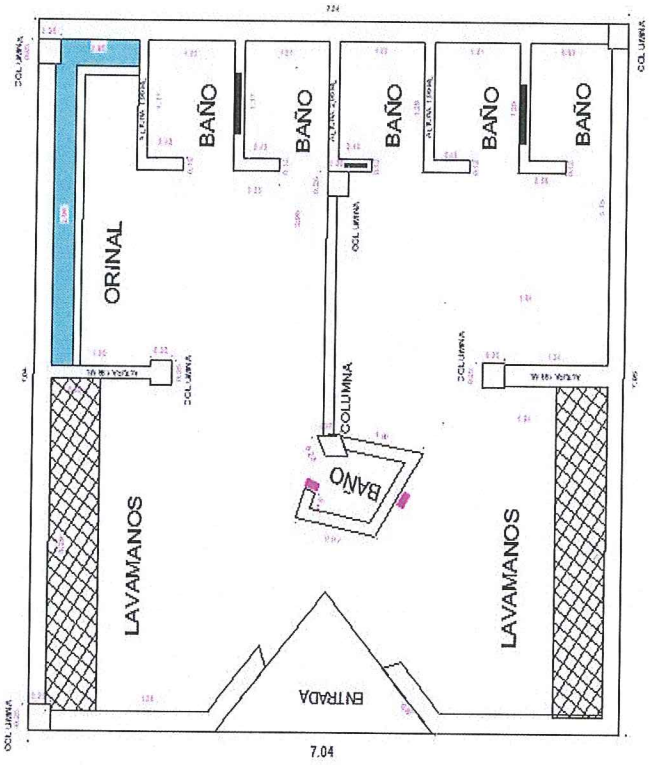
Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado

El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.

Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.



Firma:	RAGP
Cargo:	Especialista Estructural
Nombre:	Ricardo Andrés González Parra
Mat. Profesional:	17202-118844 CLD
Versión. -1-	DISEÑÓ

CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 5

2 MARCO REFERENCIAL 6

2.1 DAÑOS POR CAUSAS MECÁNICAS 6

2.1.1 ABRASIÓN 6

2.1.2 EROSIÓN 6

2.1.3 DEFORMACIONES Y ROTURAS 6

2.1.4 DAÑOS POR INCENDIO 9

2.1.5 DAÑOS ACCIDENTALES 10

2.1.6 FALTA DE ADHERENCIA 10

2.2 DAÑOS CAUSADOR POR AGENTES FÍSICOS 10

2.2.1 HELADICIDAD 10

2.2.2 PRESIÓN DE LAS SALES DE DESHIELO 10

2.2.3 ATAQUE DEL CONCRETO POR AGUAS PURAS 10

2.3 DAÑOS CAUSADOS POR AGENTES QUÍMICOS 11

2.3.1 OXIDACIÓN Y CORROSIÓN DEL REFUERZO 11

3 INSPECCIÓN VISUAL 14

4 ANÁLISIS DE LOS DAÑOS 25

5 CONCLUSIONES 26

6 REFERENCIAS 26

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Fachada Lateral Izquierda Estructura 3 – Baños.....14

Fotografía 2. Fachada Lateral Izquierda Estructura 3 – Baños.....14

Fotografía 3. Fachada Posterior y Lateral Derecha Estructura 3 – Baños.....15

Fotografía 4. Fachada Posterior Estructura 3 - Baños.....15

Fotografía 5. Drenajes Fachada Lateral Derecha Estructura 3 – Baños.....16

Fotografía 6. Fachada Lateral Derecha Estructura 3 – Baños.....16

Fotografía 7. Acabados Fachada Posterior Estructura 3 – Baños.....17

Fotografía 8. Parte Derecha Fachada Principal Estructura 3 – Baños.....17

Fotografía 9. Parte Izquierda Fachada Principal Estructura 3 – Baños.....18

Fotografía 10. Fachada Principal Estructura 3 – Baños.....18

Fotografía 11. Lavamanos Estructura 3 – Baños.....19

Fotografía 12. Interior Estructura 3 – Baños.....19

Fotografías 13 y 14. Aparatos Sanitarios Estructura 3 – Baños.....20

Fotografía 15. Espacio de Baños Estructura 3 – Baños.....20

Fotografía 16. Orinal Estructura 3 – Baños.....21

Fotografía 17. Acabados Estructura 3 – Baños.....21

Fotografía 18. Medida de Columnas Estructura 3 – Baños.....22

Fotografía 19. Estructura de Cubierta Estructura 3 – Baños.....22

Fotografía 20. Refuerzo de Vigas Estructura 3 – Baños.....23

Fotografías 21 y 22. Separación de Flejes de Vigas Estructura 3 – Baños.....23

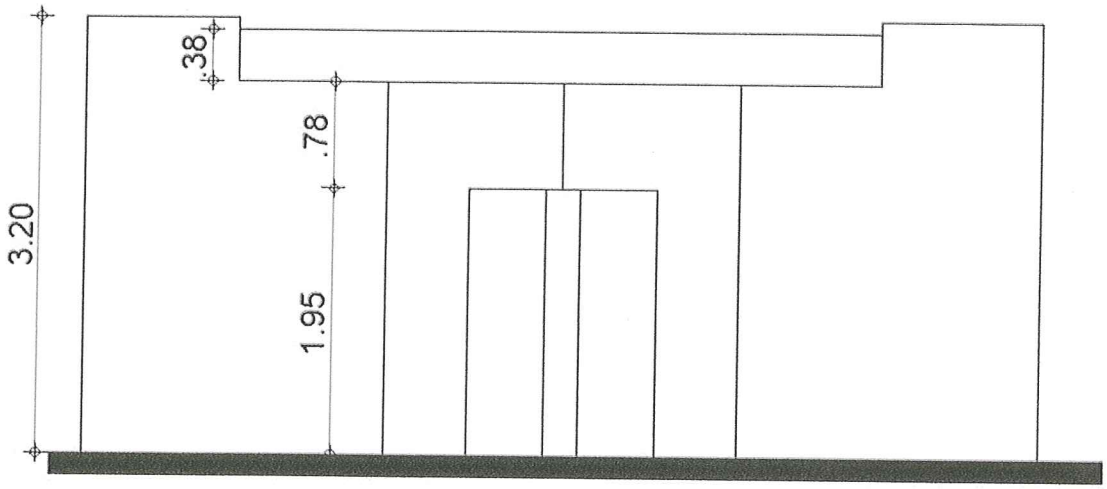
Fotografía 23. Separación de Flejes de Columnas Estructura 3 – Baños.....24

Fotografía 24. Medida de Columnas Estructura 3 – Baños. 24

1 INTRODUCCIÓN

En el presente documento se realiza una inspección patológica de una estructura localizada en el Parque la Llanura Sikuani del municipio de Villavicencio del departamento del Meta. Se realizó una visita en donde se indago sobre los datos generales de las estructuras, el sistema estructural y las patologías más comunes, así como también se abordaron otras variables como la geología, la climatología, los parámetros constructivos, los antecedentes históricos, la localización y la normativa aplicada en la ejecución.

La ciudad de Villavicencio se encuentra en una zona de amenaza sísmica alta, debido a su ubicación geográfica y al régimen pluviométrico predominante, la ciudad se ve afectada por fenómenos de remoción en masa y además se encuentra amenazada por eventos sísmicos debido a las múltiples fuentes sismogénicas que han sido epicentro de sismos significativos en los últimos años.



2 MARCO REFERENCIAL

Se entiende como **patología constructiva** a la ciencia que estudia los problemas constructivos que aparecen en la estructura después de su ejecución, para el desarrollo de la patología se hace necesario identificar los elementos que constituyen los sistemas estructurales y los procesos patológicos que pueden sufrir.

2.1 DAÑOS POR CAUSAS MECÁNICAS

2.1.1 ABRASIÓN

Es un daño producido por el rozamiento o impacto continuo o frecuente de elementos sobre la superficie del concreto. Este tipo de daño es frecuente en suelos industriales o suelos de concreto que soporten tráfico. La capacidad del concreto para soportar la abrasión depende fundamentalmente de su resistencia a compresión, en caso de impacto, y de la resistencia al desgaste del material granular, en caso de rozamiento.

2.1.2 EROSIÓN

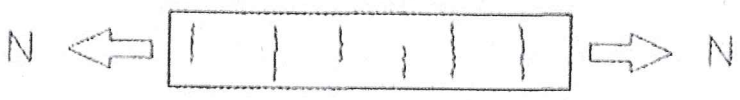
La erosión es el daño que sufre el concreto al desgastarse debido al impacto de partículas transportadas por el agua o por el aire en circulación. La erosión es tanto mayor cuanto más elevada sea la velocidad con la que se mueve el agua o el aire. Además, la mayor o menor gravedad de los efectos provocados depende también de la resistencia a compresión del concreto, de la dureza y granulometría y del acabado de la superficie.

2.1.3 DEFORMACIONES Y ROTURAS

Cuando un elemento de concreto armado se ve sometido a solicitaciones excesivas aparecen en la gran mayoría de los casos daños en forma de deformaciones, fisuras o grietas que avisan el estado tensional en el que se encuentra.

2.1.3.1 Tracción

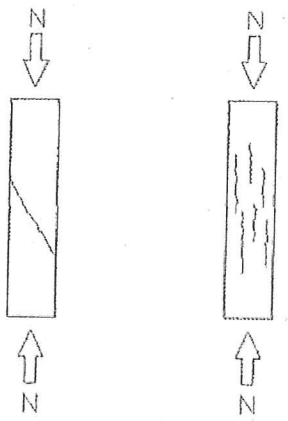
No es usual que elementos de concreto armado trabajen a tracción pura, se producen tensiones de tracción debido a esfuerzos de flexión, de cortante e incluso compresión. La rotura o fisuración debida a esfuerzos de tracción es instantánea y se produce siempre según planos perpendiculares a la dirección de la tensión.



2.1.3.2 Compresión

En un elemento de concreto armado sometido a esfuerzos de compresión excesivos, cuando el elemento no pandea se produce una fisuración según planos sensiblemente paralelos a las tensiones. Contrariamente a las fisuras producidas por esfuerzos de tracción, las producidas por esfuerzos de compresión empiezan a hacerse visibles con esfuerzos inferiores a los de rotura y van aumenta de tamaño de forma continua.

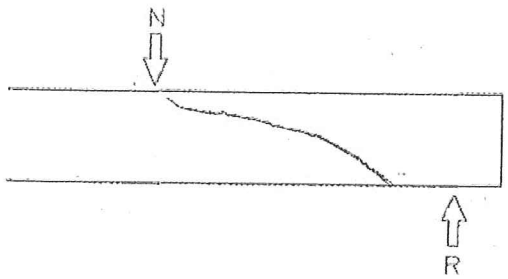
La aparición de fisuras de compresión en pilares constituye un síntoma de peligro inminente, debido a que la rotura y hundimiento se puede producir de forma instantánea en cualquier momento. La situación es más acentuada en el cado de pilares muy esbeltos sometidos a posibles fenómenos de pandeo.



2.1.3.3 Esfuerzos Cortantes

Se producen en piezas sometidas a flexión y generan en cada punto tensiones de compresión en una dirección y de tracción en la dirección perpendicular.

Las fisuras por cortante o punzonamiento en el caso de las losas macizas de concreto son igualmente un síntoma peligroso, debido a que se producen muy rápidamente y la rotura también puede ser inminente.

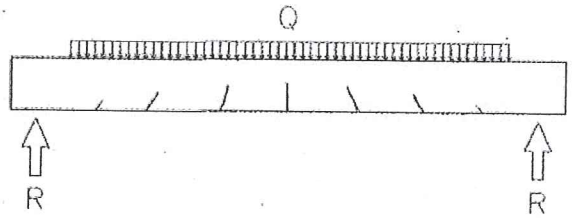


2.1.3.4 Flexión Simple

Los esfuerzos de flexión producen deformaciones en forma de flechas, generan en las secciones de los elementos tensiones de compresión y de tracción que disminuyen según la proximidad del punto que consideremos a la fibra neutra. Las fisuras en estos casos se producen en las zonas traccionadas del elemento en las que la deformación supera la tolerancia del concreto. Este tipo de grietas o fisuras se caracteriza porque su anchura es máxima en la superficie del elemento y decrece a medida que progresa hacia la línea neutra.

Contrariamente a las fisuras producidas por compresión, por tracción o por cortante, las producidas por flexión no son síntomas de peligro inminente debido a que avisan con tiempo para poder tomar medidas y ni siquiera tienen porque indicar un estado de agotamiento del elemento, pudiendo indicar simplemente un estado de deformación excesiva que desaparece en cuanto dejan de actuar las cargas que las han producido.

La importancia de las fisuras en este caso estriba en que su dimensión prive al refuerzo de la protección necesaria contra la oxidación y corrosión.



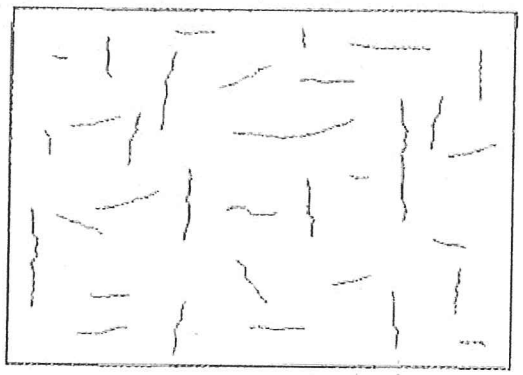
2.1.3.5 Torsión

Las torsiones suelen producirse en edificaciones por incompatibilidad de deformaciones entre elementos unidos solidariamente. Las fisuras debidas a esfuerzos torsores se caracterizan por su trazado helicoidal a lo largo de todas las caras del elemento, formando con su directriz un ángulo constante próximo a los 45°.



2.1.3.6 Retracción

Las tensiones que se producen en elementos de concreto de gran superficie sobre todo si no se han previsto las juntas necesarias, debido al fenómeno de retracción conjunta térmica e hidráulica, general una fisuración abundante formando una red sensiblemente ortogonal.



2.1.3.7 Dilatación Térmica

Los cambios de temperatura a los que se puede ver sometida una estructura de concreto armado dan lugar a aumentos y disminuciones de volúmenes u dimensiones de los elementos. No son propiamente estas variaciones de volumen las que producen la fisuración sino las solicitaciones que aparecen en los elementos de la estructura al coartarse los movimiento que provocan esas variaciones de volumen. Por tanto, la dilatación térmica puede dar lugar a esfuerzos excesivos de flexión y cortante. Estas solicitaciones indeseables pueden evitarse o reducirse disponiendo adecuadamente juntas de dilatación.

2.1.4 DAÑOS POR INCENDIO

Los daños que produce un incendio en la estructura de un edificio dependen de muchos factores. Los principales son la resistencia de los elementos estructurales al fuego y la virulencia y duración del incendio, pero esto último depende a su vez de otros factores; cantidad y combustibilidad del material existente, condiciones de ventilación, entre otros.

Tanto el acero como el concreto ven reducida su resistencia cuando se alcanzan temperaturas elevadas, pero el acero es más sensible que el concreto, por lo que los recubrimientos se convierten en una protección fundamental de la estructura en caso de incendio. De todas formas, a elevadas temperaturas los coeficientes de dilatación del acero y del concreto empiezan a variar sensiblemente produciéndose tensiones parasitas, disminución de la adherencia y desprendimiento de la capa protectora de los recubrimientos.

2.1.5 DAÑOS ACCIDENTALES

Uno de los tipos de acciones accidentales más estudiados en edificación es el de los sismos o terremotos, que está provocados por el deslizamiento y roce entre sí de planos de la corteza terrestre, originando vibraciones en el terreno. Estas vibraciones provocan movimientos horizontales de la cimentación de los edificios, generando aceleraciones que se traducen en fuerzas horizontales por la inercia que tienen las plantas superiores a permanecer en reposo. Estas fuerzas serán tanto mayores cuanto mayor sea la intensidad del sismo y cuanto mayor sea la masa del edificio. En Colombia se cuenta con el **Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10**, con esta normativa se establecen los requisitos técnicos y científicos para el diseño y la construcción de estructuras sismo resistentes, con el fin primordial de salvaguardar las vidas humanas ante la ocurrencia de un sismo fuerte.

2.1.6 FALTA DE ADHERENCIA

Existen fundamentalmente dos causas que provocan esta falta de adherencia: la insuficiente longitud de los anclajes de las barras o la existencia de sustancias nocivas en la superficie del refuerzo por falta de la limpieza necesaria.

2.2 DAÑOS CAUSADOR POR AGENTES FÍSICOS

Estos daños son producidos por acciones de tipo físico que deterioran al concreto dando lugar a su desgate superficial, a su pérdida de integridad o su disgregación. Podemos distinguir tres causas comunes en el origen del proceso.

2.2.1 HELADICIDAD

Es un fenómeno que se produce cuando el agua penetra en los poros del concreto y aumenta de volumen al bajar la temperatura por debajo del punto de congelación. Este aumento de volumen introduce tensiones en las capas más superficiales del concreto llegando a fisurarlo. Si se alternan de forma continua procesos de hielo y deshielo, se produce una progresiva descamación del concreto que puede reducir e incluso eliminar el espesor del recubrimiento del refuerzo.

2.2.2 PRESIÓN DE LAS SALES DE DESHIELO

La sal que se utiliza en el deshielo penetra por los poros al disolverse en el agua y puede llegar a generar una presión hidráulica sobre el concreto al expandirse con las variaciones de la humedad del ambiente, provocando desprendimientos puntuales.

2.2.3 ATAQUE DEL CONCRETO POR AGUAS PURAS

Es un proceso por el cual un agua poco ionizada es capaz de disolver el hidróxido cálcico del concreto, provocando un aumento de la porosidad y de la permeabilidad y una disminución de la resistencia.

2.3 DAÑOS CAUSADOS POR AGENTES QUÍMICOS

Provoca alteraciones químicas en los componentes del elemento, los agentes y procesos más comunes son:

2.3.1 OXIDACIÓN Y CORROSIÓN DEL REFUERZO

La oxidación de la superficie de las barras de acero se produce al reaccionar con el oxígeno del aire. Esta oxidación superficial no es en sí misma un problema para el concreto armado; el problema empieza cuando por ciertas zonas del acero en contacto con mayores concentraciones de oxígeno, o en contacto con el agua, o por la heterogeneidad en el entorno que rodea el acero, se producen diferencias de potencial entre zonas del material, dando lugar a un proceso de corrosión electroquímica o galvánica en el que se produce un trasporte de electrones del metal, con pérdida del material con el consiguiente problema de pérdida de resistencia del elemento estructural.

La oxidación llega a producir hidróxido de hierro, la formación de hidróxido de hierra se traduce en un incremento de volumen, generando tensiones en el concreto que pueden llegar a superar su resistencia a tracción dando lugar a fisuras, desprendimiento de los recubrimientos, disminución de la adherencia entre el acero y el concreto y, en definitiva, pérdida de capacidad resistente del elemento de concreto armado.

El comienzo del proceso de oxidación y corrosión puede tener diversas causas, las más comunes son la carbonatación del concreto y la presencia en el mismo de cloruros.

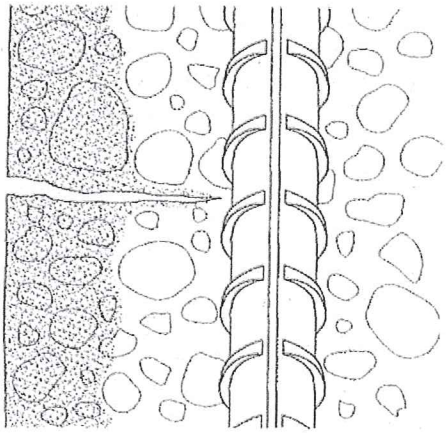
2.3.1.1 Carbonatación

La hidratación de las partículas de cemento da lugar a la formación de cristales de silicato cálcico hidratado fundamentalmente, pero también de hidróxido cálcico. Este componente confiere al concreto un carácter fuertemente alcalino, con un pH superior a 12.5, que protege de la oxidación la superficie del refuerzo recubierto de concreto; pero, el hidróxido de calcio reacciona con la combinación de agua y dióxido de carbono contenidos en la atmosfera en un proceso químico denominado carbonatación. Si los recubrimientos del refuerzo son escasos y la carbonatación alcanza el concreto que está en contacto con ellas reduciendo el pH por debajo de 9, el acero deja de contar con la protección que tenía y se oxida más fácilmente, dando lugar al inicio de proceso de corrosión.



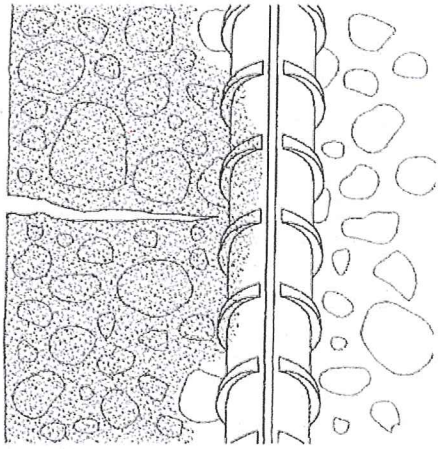
CARBONATACION SUPERFICIAL

ACERO PASIVO



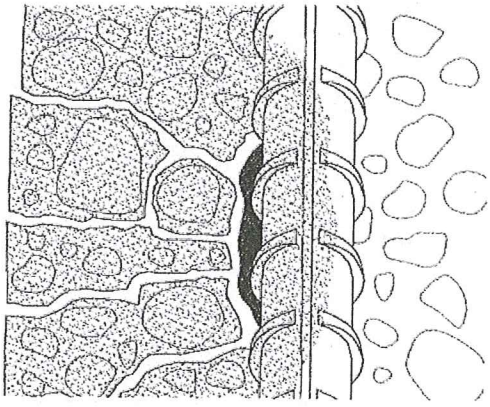
CARBONATACION AVANZADA

EL ACERO SE ACTIVA



CARBONATACION MUY AVANZADA

EL ACERO SE OXIDA Y AUMENTA SU VOLUMEN



2.3.1.2 Corrosión por cloruros

Los cloruros y otros iones en contacto con el refuerzo pueden producir su corrosión, aunque el pH del concreto que la recubre se mantenga en valores superiores a 9. Además, la acción nociva de los cloruros es doble, porque no solo forma con el acero pilas eléctricas que inicial la oxidación y corrosión, sino que también retienen la humedad en el concreto por su propiedades higroscópicas, acelerando el proceso.

Esta corrosión no es generalizada en todo el refuerzo como en el caso de la carbonatación del concreto si no que se puede localizar en puntos.

3 INSPECCIÓN VISUAL

Las fachadas de la estructura presentan desprendimientos de pintura debido a la presencia de humedad, además de algunas manchas oscuras cerca de las tuberías de drenaje de aguas lluvias. Los acabados como puertas y ventanas no presentan daños y en general están en buenas condiciones. Al frente de la fachada lateral izquierda hay desechos de tejas, y en la fachada posterior hay aparatos sanitarios.



Fotografía 1. Fachada Lateral Izquierda Estructura 3 – Baños.



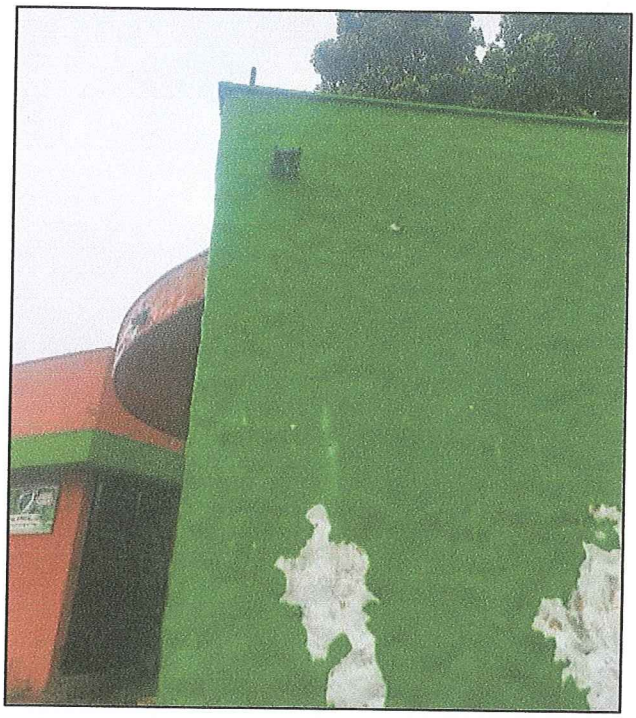
Fotografía 2. Fachada Lateral Izquierda Estructura 3 – Baños.



Fotografía 3. Fachada Posterior y Lateral Derecha Estructura 3 – Baños.



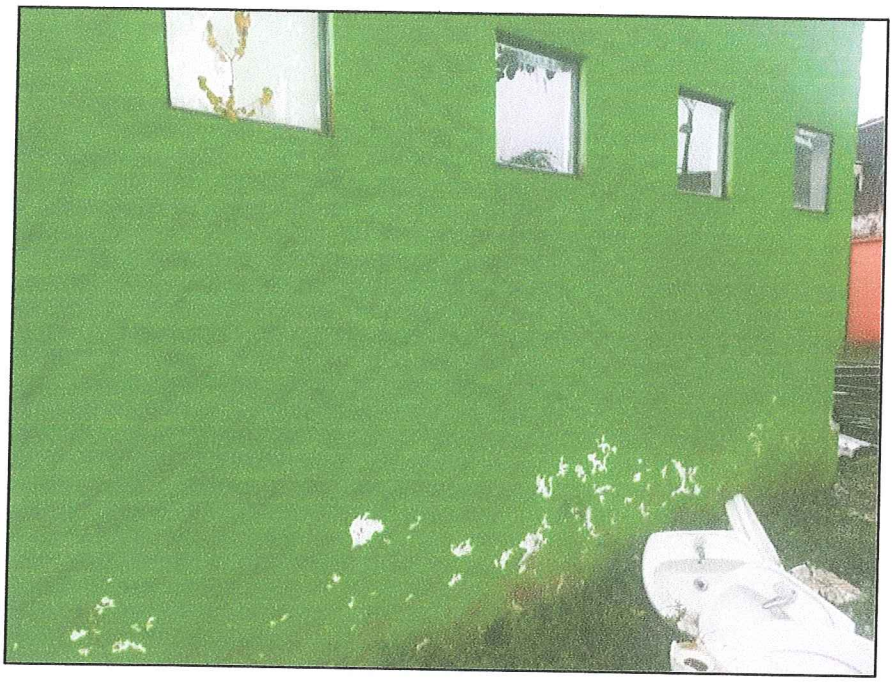
Fotografía 4. Fachada Posterior Estructura 3 - Baños



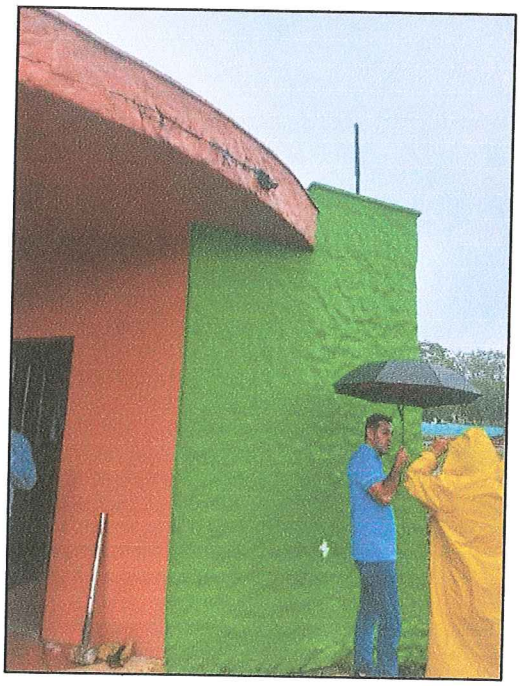
Fotografía 5. Drenajes Fachada Lateral Derecha Estructura 3 – Baños.



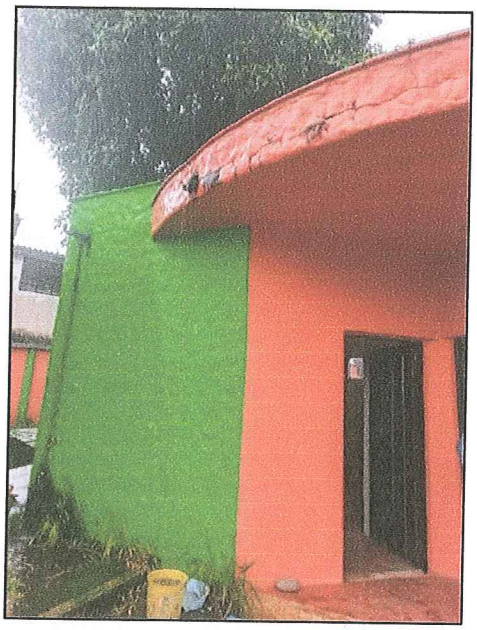
Fotografía 6. Fachada Lateral Derecha Estructura 3 – Baños.



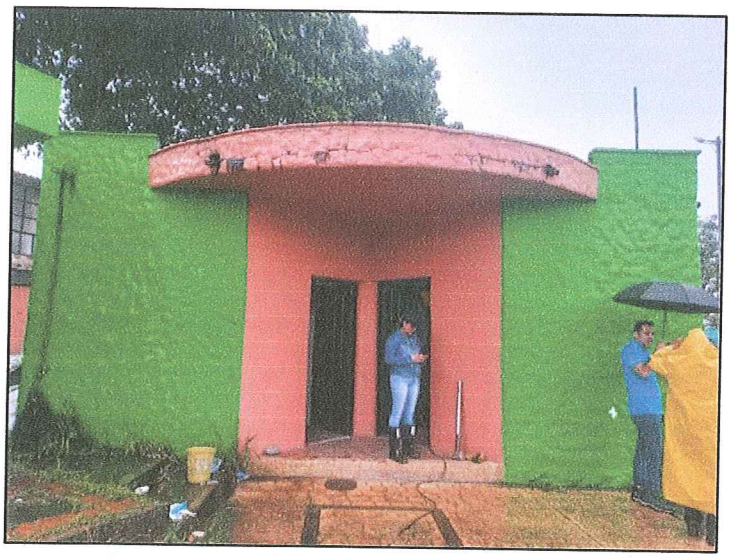
Fotografía 7. Acabados Fachada Posterior Estructura 3 – Baños.



Fotografía 8. Parte Derecha Fachada Principal Estructura 3 – Baños.



Fotografía 9. Parte Izquierda Fachada Principal Estructura 3 – Baños.



Fotografía 10. Fachada Principal Estructura 3 – Baños.

En la fachada principal se pueden observar una serie de fisuras provocadas por el mal manejo de aguas lluvias, los sistemas de drenaje no son los adecuados y generan problemas de humedad en los muros de la estructura, la presencia de humedad crea un ambiente apto para el crecimiento de agentes biológicos y la generación de futuras patologías, como daños de acabados, desprendimientos de pintura o perdidas de material.

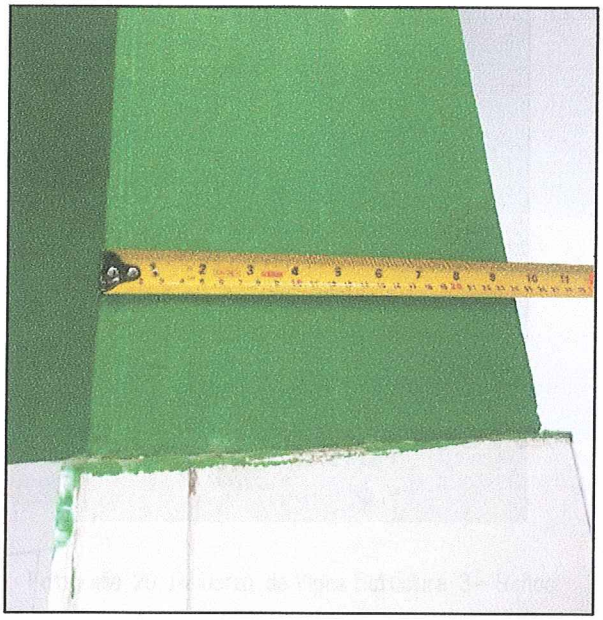


Fotografía 11. Lavamanos Estructura 3 – Baños.



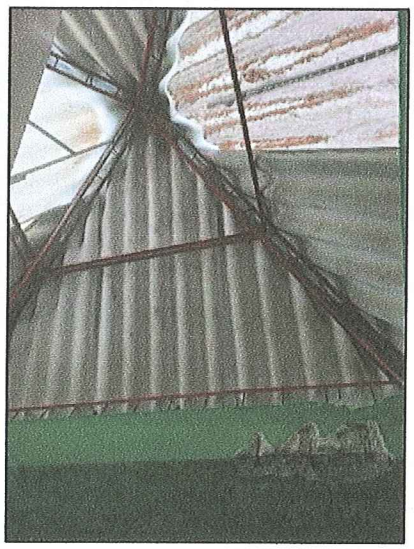
Fotografía 12. Interior Estructura 3 – Baños.

Los lavamanos presentan un buen estado, los acabados como cerámicas y pintura están en buenas condiciones generales, al interior de la estructura no se presentan humedades, aunque si un poco de abandono y falta de limpieza en los aparatos sanitarios, lavamanos y el orinal.



Fotografía 18. Medida de Columnas Estructura 3 – Baños.

Las columnas no cumplen con las dimensiones mínimas o con el área transversal mínima requerida para un elemento sometido a flexión y carga axial perteneciente a pórticos especiales resistentes a momento con capacidad especial de disipación de energía (DES), considerando que Villavicencio se encuentra en una zona de amenaza sísmica alta.



Fotografía 19. Estructura de Cubierta Estructura 3 – Baños.

5 CONCLUSIONES

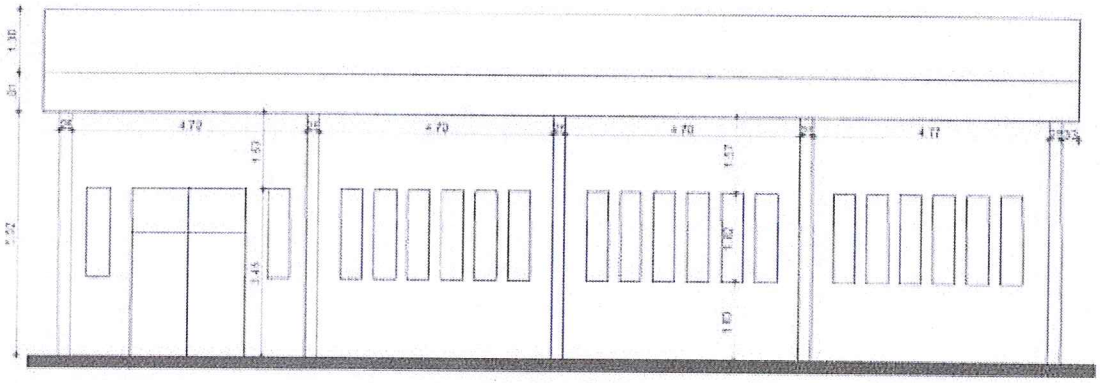
- La estructura presenta daños leves a moderados por un mal drenaje de las aguas lluvias, generando manchas y desprendimientos de pintura en las fachadas.
- La estructura se encuentra en abandono, no existe un mantenimiento adecuado.
- La estructura no cumple con la normatividad vigente, el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. en especial con los requisitos estipulados para los pórticos especiales resistentes a momento con capacidad especial de disipación de energía (DES) en el capítulo C.21 – REQUISITOS DE DISEÑO SISMO RESISTENTE.
- De acuerdo con la inspección visual y la revisión de la distribución de refuerzo en los elementos estructurales, se puede determinar la necesidad de demoler la estructura de la zona de baños debido a que no cumple con la normatividad vigente.

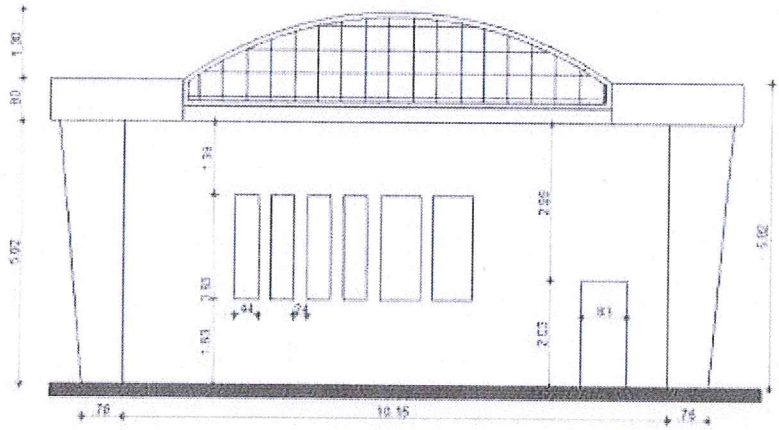
6 REFERENCIAS

Alfonso Mariano Ramos Cañón, A. J. (2000). *Fuentes Sismogénicas y Deslizamientos en Villavicencio para la Microzonificación Sísmica*. Bogotá.

Germán Chicangana, C. A. (2012). *El posible escenario de un sismo de magnitud >6.5 para la ciudad de Villavicencio (Colombia).*

Juan Monjo Carrio, L. M. (s.f.). *Patología y técnicas de intervención en estructuras arquitectónicas.*





Firma:	RiA GyP
Cargo:	Especialista Estructural
Nombre:	Ricardo Andrés González Parra
Mat. Profesional:	17202-118844 CLD
Versión. -1-	DISEÑO

CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 5

2 MARCO REFERENCIAL 6

2.1 DAÑOS POR CAUSAS MECÁNICAS 6

2.1.1 ABRASIÓN 6

2.1.2 EROSIÓN 6

2.1.3 DEFORMACIONES Y ROTURAS 6

2.1.4 DAÑOS POR INCENDIO 9

2.1.5 DAÑOS ACCIDENTALES 10

2.1.6 FALTA DE ADHERENCIA 10

2.2 DAÑOS CAUSADOR POR AGENTES FÍSICOS 10

2.2.1 HELADICIDAD 10

2.2.2 PRESIÓN DE LAS SALES DE DESHIELO 10

2.2.3 ATAQUE DEL CONCRETO POR AGUAS PURAS 10

2.3 DAÑOS CAUSADOS POR AGENTES QUÍMICOS 11

2.3.1 OXIDACIÓN Y CORROSIÓN DEL REFUERZO 11

3 INSPECCIÓN VISUAL 14

4 ANÁLISIS DE LOS DAÑOS 31

5 CONCLUSIONES 32

6 REFERENCIAS 32

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Fachada Principal Estructura 1 – Zona de Spa. 14

Fotografía 2. Fachada Lateral Izquierda Estructura 1 – Zona de Spa..... 14

Fotografía 3. Fachada Lateral Derecha Estructura 1 – Zona de Spa..... 15

Fotografía 4. Ventanas Fachada Lateral Izquierda Estructura 1 – Zona de Spa..... 16

Fotografía 5.Fachada Posterior Estructura 1 – Zona de Spa. 16

Fotografía 6. Acabados de Muros en Fachada Lateral Derecha Estructura 1 – Zona de Spa..... 17

Fotografía 7. Puerta en Fachada Lateral Derecha Estructura 1 – Zona de Spa..... 17

Fotografía 8. Pared Interior Fachada Principal Estructura 1 - Zona de Spa..... 18

Fotografía 9. Pared Interior Fachada Lateral Derecha Estructura 1 – Zona de Spa..... 18

Fotografía 10. Pared Interior Fachada Lateral Izquierda Estructura 1 – Zona de Spa..... 19

Fotografía 11. Interior de la Estructura 1 – Zona de Spa..... 19

Fotografía 12. Esquina Paredes al Interior de la Estructura 1 – Zona de Spa..... 20

Fotografía 13. Cielo Raso de la Estructura 1 – Zona de Spa. 21

Fotografía 14. Cielo Raso de la Estructura 1 – Zona de Spa. 21

Fotografía 15. Cielo Raso de la Estructura 1 – Zona de Spa. 22

Fotografía 16. Estructura en Madera de la Estructura 1 – Zona de Spa. 23

Fotografía 17. Estructura en Madera de la Estructura 1 – Zona de Spa. 23

Fotografías 18 y 19. Área de Servicio de la Estructura 1 – Zona de Spa..... 24

Fotografía 20. Daños en las paredes del Área de Servicio de la Estructura 1 – Zona de Spa..... 24

Fotografías 21 y 22. Área de Servicio de la Estructura 1 – Zona de Spa..... 25

Fotografías 23 y 24. Área de Servicio de la Estructura 1 – Zona de Spa..... 25

Fotografías 25 y 26. Aparatos Sanitarios del Área de Servicio de la Estructura 1 – Zona de Spa. 26

Fotografías 27 y 28. Fisuras en la Estructura 1 – Zona de Spa. 26

Fotografías 29 y 30. Daños Generales de la Estructura 1 – Zona de Spa. 27

Fotografías 31 y 32. Daños Generales de la Estructura 1 – Zona de Spa. 27

Fotografía 33. Puerta de la Fachada Principal de la Estructura 1 – Zona de Spa. 28

Fotografía 34. Refuerzo de Vigas Estructura 1 – Zona de Spa. 28

Fotografías 35 y 36. Dimensiones Columnas Estructura 1 – Zona de Spa. 29

Fotografía 37. Dimensiones Columnas Estructura 1 – Zona de Spa. 29

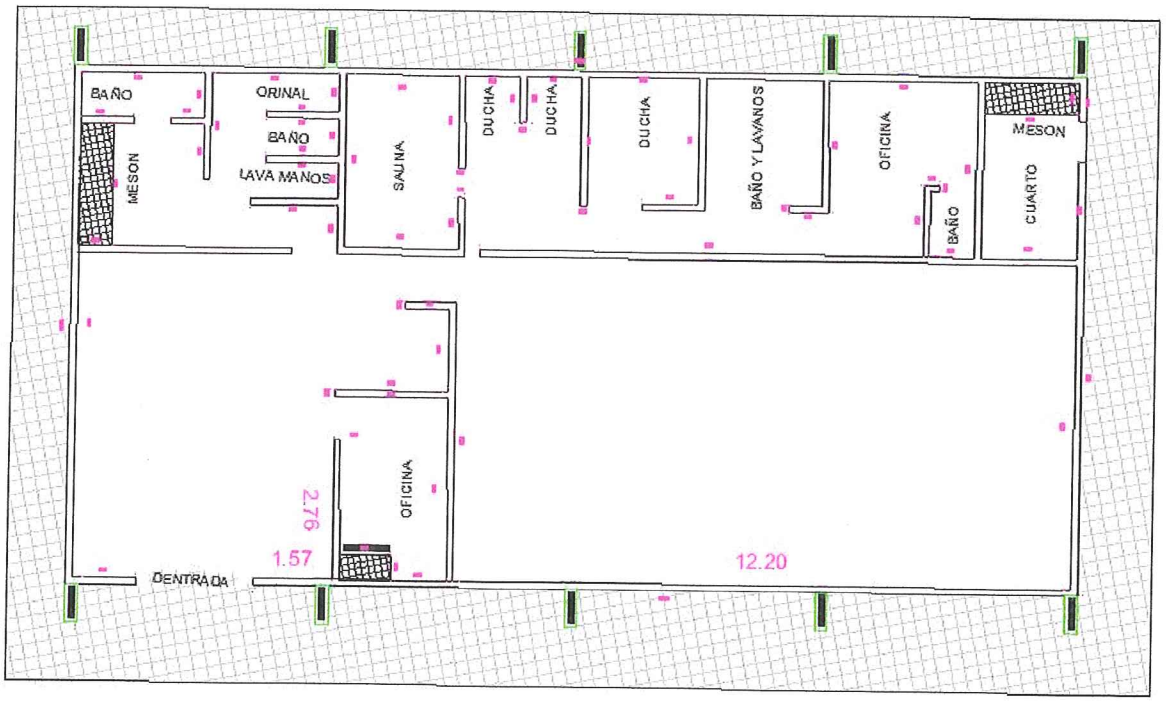
Fotografía 38. Separación de Flejes en las Columnas Estructura 1 – Zona de Spa. 30

Fotografía 39. Losa de Contrapiso Estructura 1 – Zona de Spa. 30

1 INTRODUCCIÓN

En el presente documento se realiza una inspección patológica de una estructura localizada en el Parque la Llanura Sikuani del municipio de Villavicencio del departamento del Meta. Se realizó una visita en donde se indago sobre los datos generales de las estructuras, el sistema estructural y las patologías más comunes, así como también se abordaron otras variables como la geología, la climatología, los parámetros constructivos, los antecedentes históricos, la localización y la normativa aplicada en la ejecución.

La ciudad de Villavicencio se encuentra en una zona de amenaza sísmica alta, debido a su ubicación geográfica y al régimen pluviométrico predominante, la ciudad se ve afectada por fenómenos de remoción en masa y además se encuentra amenazada por eventos sísmicos debido a las múltiples fuentes sismogénicas que han sido epicentro de sismos significativos en los últimos años.



2 MARCO REFERENCIAL

Se entiende como **patología constructiva** a la ciencia que estudia los problemas constructivos que aparecen en la estructura después de su ejecución, para el desarrollo de la patología se hace necesario identificar los elementos que constituyen los sistemas estructurales y los procesos patológicos que pueden sufrir.

2.1 DAÑOS POR CAUSAS MECÁNICAS

2.1.1 ABRASIÓN

Es un daño producido por el rozamiento o impacto continuo o frecuente de elementos sobre la superficie del concreto. Este tipo de daño es frecuente en suelos industriales o suelos de concreto que soporten tráfico. La capacidad del concreto para soportar la abrasión depende fundamentalmente de su resistencia a compresión, en caso de impacto, y de la resistencia al desgaste del material granular, en caso de rozamiento.

2.1.2 EROSIÓN

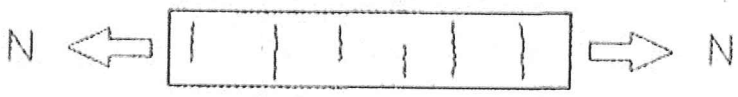
La erosión es el daño que sufre el concreto al desgastarse debido al impacto de partículas transportadas por el agua o por el aire en circulación. La erosión es tanto mayor cuanto más elevada sea la velocidad con la que se mueve el agua o el aire. Además, la mayor o menor gravedad de los efectos provocados depende también de la resistencia a compresión del concreto, de la dureza y granulometría y del acabado de la superficie.

2.1.3 DEFORMACIONES Y ROTURAS

Cuando un elemento de concreto armado se ve sometido a solicitaciones excesivas aparecen en la gran mayoría de los casos daños en forma de deformaciones, fisuras o grietas que avisan el estado tensional en el que se encuentra.

2.1.3.1 Tracción

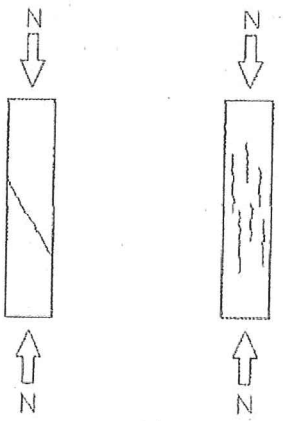
No es usual que elementos de concreto armado trabajen a tracción pura, se producen tensiones de tracción debido a esfuerzos de flexión, de cortante e incluso compresión. La rotura o fisuración debida a esfuerzos de tracción es instantánea y se produce siempre según planos perpendiculares a la dirección de la tensión.



2.1.3.2 Compresión

En un elemento de concreto armado sometido a esfuerzos de compresión excesivos, cuando el elemento no pandea se produce una fisuración según planos sensiblemente paralelos a las tensiones. Contrariamente a las fisuras producidas por esfuerzos de tracción, las producidas por esfuerzos de compresión empiezan a hacerse visibles con esfuerzos inferiores a los de rotura y van aumenta de tamaño de forma continua.

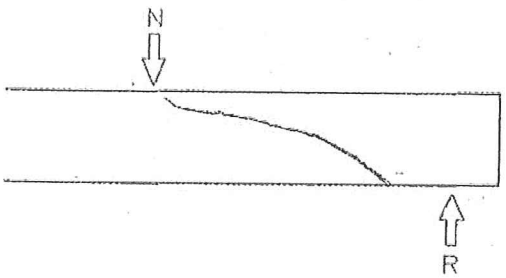
La aparición de fisuras de compresión en pilares constituye un síntoma de peligro inminente, debido a que la rotura y hundimiento se puede producir de forma instantánea en cualquier momento. La situación es más acentuada en el cado de pilares muy esbeltos sometidos a posibles fenómenos de pandeo.



2.1.3.3 Esfuerzos Cortantes

Se producen en piezas sometidas a flexión y generan en cada punto tensiones de compresión en una dirección y de tracción en la dirección perpendicular.

Las fisuras por cortante o punzonamiento en el caso de las losas macizas de concreto son igualmente un síntoma peligroso, debido a que se producen muy rápidamente y la rotura también puede ser inminente.

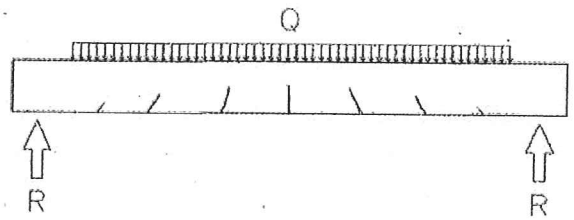


2.1.3.4 Flexión Simple

Los esfuerzos de flexión producen deformaciones en forma de flechas, generan en las secciones de los elementos tensiones de compresión y de tracción que disminuyen según la proximidad del punto que consideremos a la fibra neutra. Las fisuras en estos casos se producen en las zonas traccionadas del elemento en las que la deformación supera la tolerancia del concreto. Este tipo de grietas o fisuras se caracteriza porque su anchura es máxima en la superficie del elemento y decrece a medida que progresa hacia la línea neutra.

Contrariamente a las fisuras producidas por compresión, por tracción o por cortante, las producidas por flexión no son síntomas de peligro inminente debido a que avisan con tiempo para poder tomar medidas y ni siquiera tienen porque indicar un estado de agotamiento del elemento, pudiendo indicar simplemente un estado de deformación excesiva que desaparece en cuanto dejan de actuar las cargas que las han producido.

La importancia de las fisuras en este caso estriba en que su dimensión prive al refuerzo de la protección necesaria contra la oxidación y corrosión.



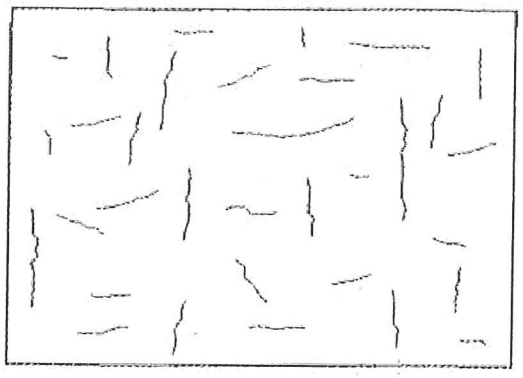
2.1.3.5 Torsión

Las torsiones suelen producirse en edificaciones por incompatibilidad de deformaciones entre elementos unidos solidariamente. Las fisuras debidas a esfuerzos torsores se caracterizan por su trazado helicoidal a lo largo de todas las caras del elemento, formando con su directriz un ángulo constante próximo a los 45°.



2.1.3.6 Retracción

Las tensiones que se producen en elementos de concreto de gran superficie sobre todo si no se han previsto las juntas necesarias, debido al fenómeno de retracción conjunta térmica e hidráulica, general una fisuración abundante formando una red sensiblemente ortogonal.



2.1.3.7 Dilatación Térmica

Los cambios de temperatura a los que se puede ver sometida una estructura de concreto armado dan lugar a aumentos y disminuciones de volúmenes u dimensiones de los elementos. No son propiamente estas variaciones de volumen las que producen la fisuración sino las solicitaciones que aparecen en los elementos de la estructura al coartarse los movimiento que provocan esas variaciones de volumen. Por tanto, la dilatación térmica puede dar lugar a esfuerzos excesivos de flexión y cortante. Estas solicitaciones indeseables pueden evitarse o reducirse disponiendo adecuadamente juntas de dilatación.

2.1.4 DAÑOS POR INCENDIO

Los daños que produce un incendio en la estructura de un edificio dependen de muchos factores. Los principales son la resistencia de los elementos estructurales al fuego y la virulencia y duración del incendio, pero esto último depende a su vez de otros factores; cantidad y combustibilidad del material existente, condiciones de ventilación, entre otros.

Tanto el acero como el concreto ven reducida su resistencia cuando se alcanzan temperaturas elevadas, pero el acero es más sensible que el concreto, por lo que los recubrimientos se convierten en una protección fundamental de la estructura en caso de incendio. De todas formas, a elevadas temperaturas los coeficientes de dilatación del acero y del concreto empiezan a variar sensiblemente produciéndose tensiones parasitas, disminución de la adherencia y desprendimiento de la capa protectora de los recubrimientos.

2.1.5 DAÑOS ACCIDENTALES

Uno de los tipos de acciones accidentales más estudiados en edificación es el de los sismos o terremotos, que está provocados por el deslizamiento y roce entre sí de planos de la corteza terrestre, originando vibraciones en el terreno. Estas vibraciones provocan movimientos horizontales de la cimentación de los edificios, generando aceleraciones que se traducen en fuerzas horizontales por la inercia que tienen las plantas superiores a permanecer en reposo. Estas fuerzas serán tanto mayores cuanto mayor sea la intensidad del sismo y cuanto mayor sea la masa del edificio. En Colombia se cuenta con el **Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10**, con esta normativa se establecen los requisitos técnicos y científicos para el diseño y la construcción de estructuras sismo resistentes, con el fin primordial de salvaguardar las vidas humanas ante la ocurrencia de un sismo fuerte.

2.1.6 FALTA DE ADHERENCIA

Existen fundamentalmente dos causas que provocan esta falta de adherencia: la insuficiente longitud de los anclajes de las barras o la existencia de sustancias nocivas en la superficie del refuerzo por falta de la limpieza necesaria.

2.2 DAÑOS CAUSADOR POR AGENTES FÍSICOS

Estos daños son producidos por acciones de tipo físico que deterioran al concreto dando lugar a su desgate superficial, a su pérdida de integridad o su disgregación. Podemos distinguir tres causas comunes en el origen del proceso.

2.2.1 HELADICIDAD

Es un fenómeno que se produce cuando el agua penetra en los poros del concreto y aumenta de volumen al bajar la temperatura por debajo del punto de congelación. Este aumento de volumen introduce tensiones en las capas más superficiales del concreto llegando a fisurarlo. Si se alternan de forma continua procesos de hielo y deshielo, se produce una progresiva descamación del concreto que puede reducir e incluso eliminar el espesor del recubrimiento del refuerzo.

2.2.2 PRESIÓN DE LAS SALES DE DESHIELO

La sal que se utiliza en el deshielo penetra por los poros al disolverse en el agua y puede llegar a generar una presión hidráulica sobre el concreto al expandirse con las variaciones de la humedad del ambiente, provocando desprendimientos puntuales.

2.2.3 ATAQUE DEL CONCRETO POR AGUAS PURAS

Es un proceso por el cual un agua poco ionizada es capaz de disolver el hidróxido cálcico del concreto, provocando un aumento de la porosidad y de la permeabilidad y una disminución de la resistencia.

2.3 DAÑOS CAUSADOS POR AGENTES QUÍMICOS

Provoca alteraciones químicas en los componentes del elemento, los agentes y procesos más comunes son:

2.3.1 OXIDACIÓN Y CORROSIÓN DEL REFUERZO

La oxidación de la superficie de las barras de acero se produce al reaccionar con el oxígeno del aire. Esta oxidación superficial no es en sí misma un problema para el concreto armado; el problema empieza cuando por ciertas zonas del acero en contacto con mayores concentraciones de oxígeno, o en contacto con el agua, o por la heterogeneidad en el entorno que rodea el acero, se producen diferencias de potencial entre zonas del material, dando lugar a un proceso de corrosión electroquímica o galvánica en el que se produce un trasporte de electrones del metal, con pérdida del material con el consiguiente problema de pérdida de resistencia del elemento estructural.

La oxidación llega a producir hidróxido de hierro, la formación de hidróxido de hierra se traduce en un incremento de volumen, generando tensiones en el concreto que pueden llegar a superar su resistencia a tracción dando lugar a fisuras, desprendimiento de los recubrimientos, disminución de la adherencia entre el acero y el concreto y, en definitiva, pérdida de capacidad resistente del elemento de concreto armado.

El comienzo del proceso de oxidación y corrosión puede tener diversas causas, las más comunes son la carbonatación del concreto y la presencia en el mismo de cloruros.

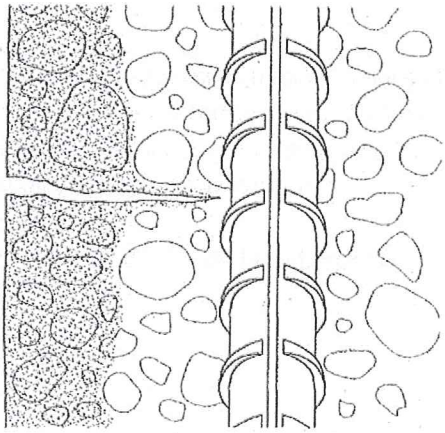
2.3.1.1 Carbonatación

La hidratación de las partículas de cemento da lugar a la formación de cristales de silicato cálcico hidratado fundamentalmente, pero también de hidróxido cálcico. Este componente confiere al concreto un carácter fuertemente alcalino, con un pH superior a 12.5, que protege de la oxidación la superficie del refuerzo recubierto de concreto; pero, el hidróxido de calcio reacciona con la combinación de agua y dióxido de carbono contenidos en la atmosfera en un proceso químico denominado carbonatación. Si los recubrimientos del refuerzo son escasos y la carbonatación alcanza el concreto que está en contacto con ellas reduciendo el pH por debajo de 9, el acero deja de contar con la protección que tenía y se oxida más fácilmente, dando lugar al inicio de proceso de corrosión.



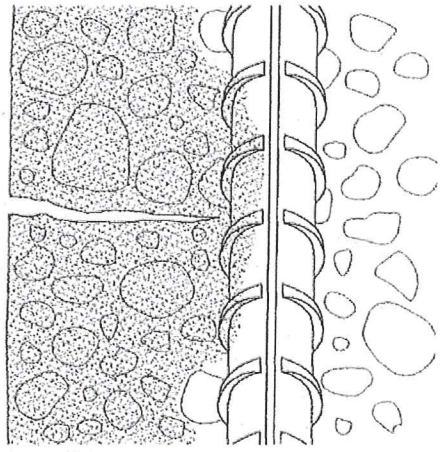
CARBONATACION SUPERFICIAL

ACERO PASIVO



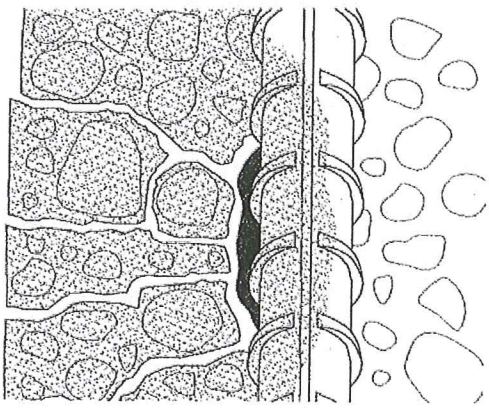
CARBONATACION AVANZADA

EL ACERO SE ACTIVA



CARBONATACION MUY AVANZADA

EL ACERO SE OXIDA Y AUMENTA SU VOLUMEN



3 INSPECCIÓN VISUAL

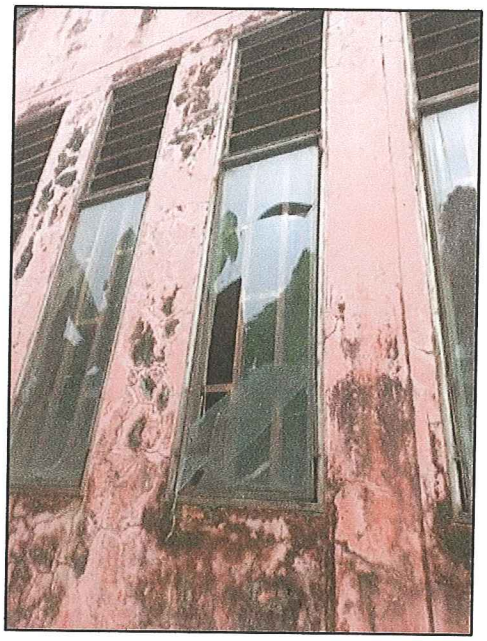


Fotografía 1. Fachada Principal Estructura 1 – Zona de Spa.



Fotografía 2. Fachada Lateral Izquierda Estructura 1 – Zona de Spa.

Las fachadas de la edificación se encuentran en un mal estado, es evidente la presencia de humedad debido a la aparición de manchas oscuras, además del desprendimiento de la pintura en algunas zonas. Los acabados como puertas y ventanas presentan deterioros significativos como la ausencia de vidrios o vidrios rotos además de la presencia de oxido en los elementos metálicos.

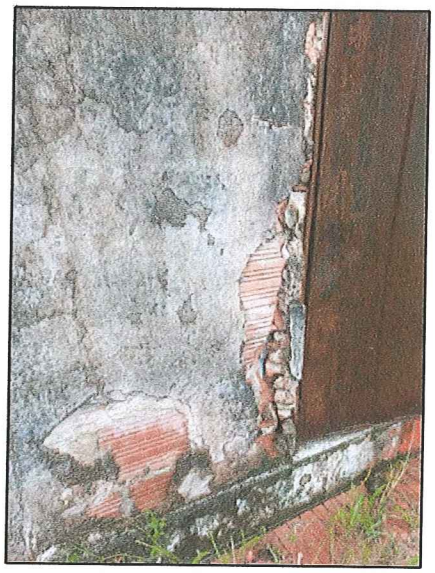


Fotografía 4. Ventanas Fachada Lateral Izquierda Estructura 1 – Zona de Spa.

Las ventanas se encuentran en malas condiciones, las rejas y persianas fijas presentan un estado de oxidación moderado y los vidrios están rotos, esto permite que el interior de la estructura este con un mayor grado de vulnerabilidad a los factores atmosféricos, tales como las precipitaciones y vientos.

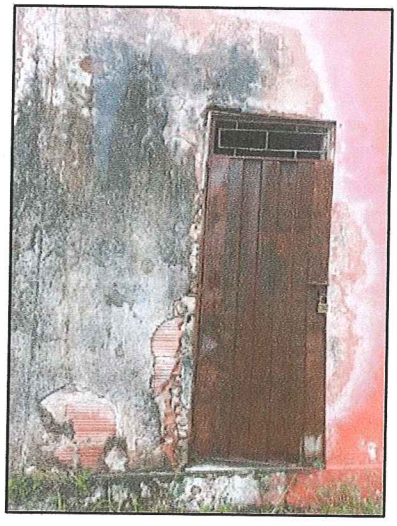


Fotografía 5.Fachada Posterior Estructura 1 – Zona de Spa.



Fotografía 6. Acabados de Muros en Fachada Lateral Derecha Estructura 1 – Zona de Spa.

La puerta localizada en el fachada lateral derecha de la estructura presenta un anclaje inapropiado debido a la perdida de material del muro, es visible la rotura del bloque de arcilla y por ende el desprendimiento del estuco y pintura del muro. La presencia de humedad es notoria debido a las manchas oscuras y blanquecinas en el muro, las manchas blanquecinas son generadas por la absorción del agua desde exterior y las manchas negruzcas son producidas por colonias de hongos producidas por humedades de condensación. La puerta en sí se encuentra en muy mal estado debido al estado de oxidación avanzada.



Fotografía 7. Puerta en Fachada Lateral Derecha Estructura 1 – Zona de Spa.



Fotografía 8. Pared Interior Fachada Principal Estructura 1 - Zona de Spa.



Fotografía 9. Pared Interior Fachada Lateral Derecha Estructura 1 – Zona de Spa.

La pared interior de la fachada lateral derecha de la estructura presenta en su parte superior manchas oscuras debido a la presencia de humedad, al igual que desprendimientos de la pintura en la parte inferior de esta por la misma causal. En la parte inferior se observan una serie de fisuras horizontales.

La pared interior de la fachada principal de la estructura también presenta signos de humedad.

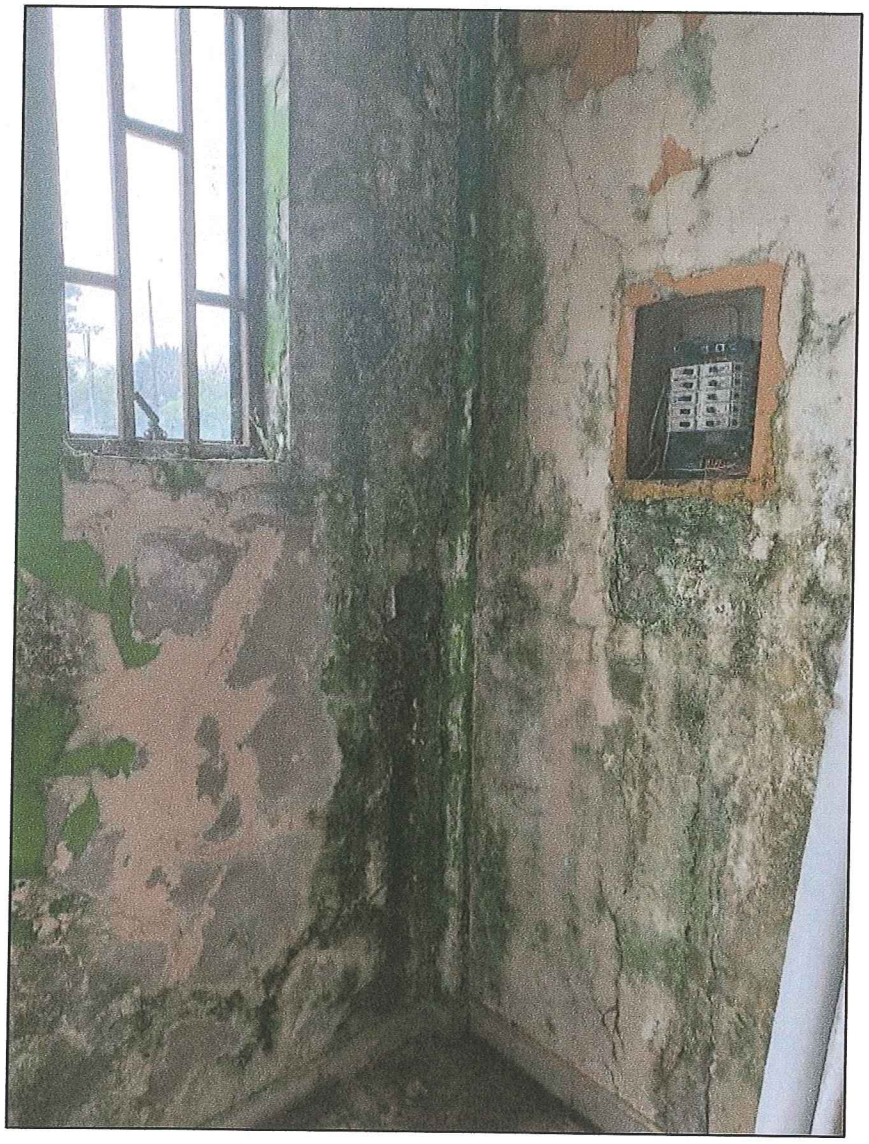


Fotografía 10. Pared Interior Fachada Lateral Izquierda Estructura 1 – Zona de Spa.



Fotografía 11. Interior de la Estructura 1 – Zona de Spa.

La pared interior de la fachada lateral izquierda de la estructura presenta daños significativos a causa de la humedad filtrada desde el exterior, se observa la presencia de material vegetal, fisuras horizontales en la zona inferior, manchas oscuras y desprendimientos de pintura en más de un 40% de la pared.



Fotografía 12. Esquina Paredes al Interior de la Estructura 1 – Zona de Spa.

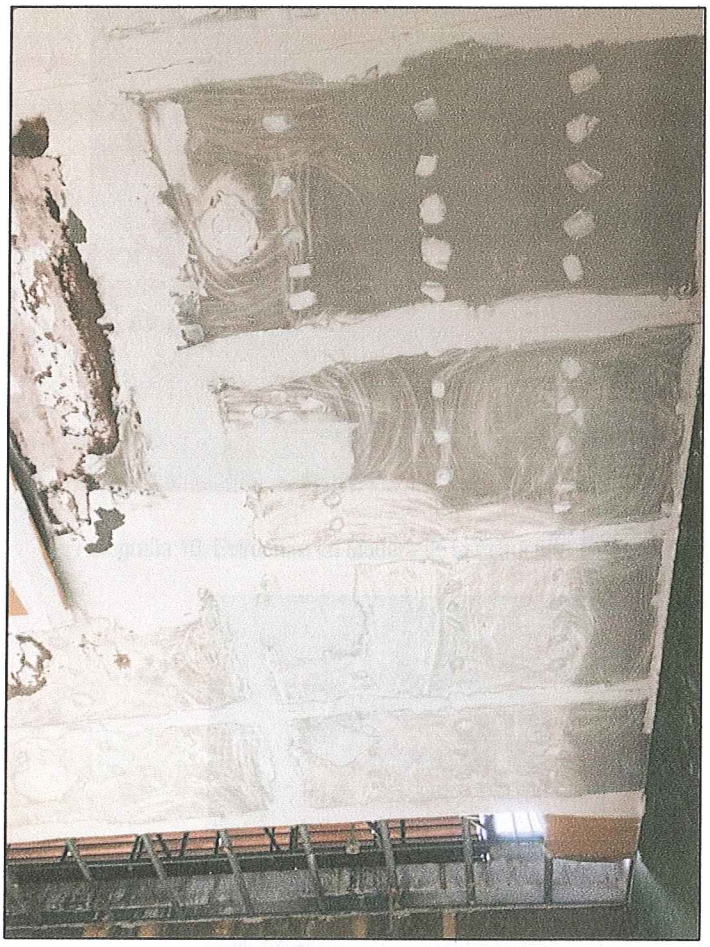
Como se ha mencionado antes en este informe las paredes se encuentran en un muy mal estado debido a la humedad, en la fotografía 12 además de esto podemos ver que la caja de conexión de la estructura no tiene tapa por ende se encuentra expuesta a la manipulación y a factores exteriores.



Fotografía 13. Cielo Raso de la Estructura 1 – Zona de Spa.



Fotografía 14. Cielo Raso de la Estructura 1 – Zona de Spa.



Fotografía 15. Cielo Raso de la Estructura 1 – Zona de Spa.

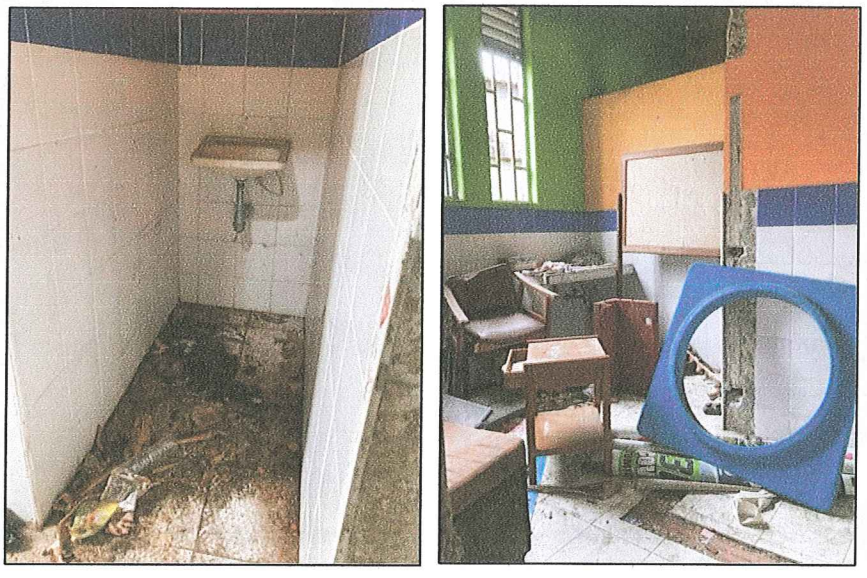
La cubierta se encuentra expuesta por el mal estado del cielo raso, la ausencia de canales, bajantes, el mal tratamiento de aguas lluvias propicia aún más la humedad, la cual es la causa principal de los daños presentados en los acabados de la estructura. La ciudad de Villavicencio tiene un clima cálido y muy húmedo, el promedio de lluvia total anual es de 4383 mm; durante el año, presenta una temporada seca y una temporada de lluvias, la temporada seca se extiende de diciembre a marzo, en estos meses llueve entre 10 y 14 días al mes, de abril a noviembre se presenta la temporada de mayores lluvias, la frecuencia de días lluviosos en estos meses es de 22 a 26 días.

La humedad excesiva y permanente por un punto determinado de la cubierta, junto con la presencia bajo la misma en ocasiones de algo de materia orgánica facilita la aparición de hongos, además de la aparición de oxidaciones con pérdida de parte del material y disminución de las secciones.



Fotografías 21 y 22. Área de Servicio de la Estructura 1 – Zona de Spa.

Los baños, lavamanos y la oficina presentan en algunas zonas desprendimientos de pintura, en general se evidencia suciedad y abandono de la estructura. Se observa la falta de cerámicas en las paredes y pisos de la oficina.



Fotografías 23 y 24. Área de Servicio de la Estructura 1 – Zona de Spa.

5 CONCLUSIONES

- La patología más recurrente es la presencia de daños moderados y graves debido a la humedad.
- La estructura se encuentra en abandono, no existe un mantenimiento adecuado y por ende los daños han ido aumentado constante y progresivamente.
- La estructura no cumple con la normatividad vigente, el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. en especial con los requisitos estipulados para los pórticos especiales resistentes a momento con capacidad especial de disipación de energía (DES) en el capítulo C.21 – REQUISITOS DE DISEÑO SISMO RESISTENTE.
- De acuerdo con la inspección visual y la revisión de la distribución de refuerzo en los elementos estructurales, se puede determinar la necesidad de demoler la estructura de la zona de spa debido a su alto grado de daño y debido a que no cumple con la normatividad vigente

6 REFERENCIAS

Alfonso Mariano Ramos Cañón, A. J. (2000). *Fuentes Sismogénicas y Deslizamientos en Villavicencio para la Microzonificación Sísmica* . Bogotá .

Germán Chicangana, C. A. (2012). *El posible escenario de un sismo de magnitud >6.5 para la ciudad de Villavicencio (Colombia).*

Juan Monjo Carrio, L. M. (s.f.). *Patología y técnicas de intervención en estructuras arquitectónicas.*

3.2 CERRAMIENTOS CONTRA IMPACTO H = 5 m.

3.2.1 Trabajos preliminares o posteriores

3.2.1.1 Construcción de pie de amigos (de ser necesario).

- Pie de amigos con el sistema de tubos.
- Pie de amigos con el sistema de contrapeso

3.2.2 Alcance

El Contratista deberá tener en consideración:

- Lineamientos generales y particulares.
- Limpieza.
- Excavación manual.
- Concreto pobre.
- Suministro y amarre del acero de refuerzo.
- Suministro y vaciado del concreto 3000 psi.
- Construcción de los pilotines en concreto de 3000 psi.
- Construcción de la viga de coronación para cerramientos, mayores o iguales a 2.5 m.
- Suministro e instalación de tubos galvanizados tipo estructural, ángulos, platinas longitudinales, platinas de refuerzo, soldadura, etc.
- Suministro e instalación de malla eslabonada para los módulos o páneles superiores del la malla contra impacto de altura 5.0 m.
- Varillas ¾" módulos contra impacto.
- Anticorrosivo a base de zinc.
- Barrera epóxica.
- Suministro y pintura del cerramiento, con dos manos de esmalte alquídico para exteriores.
- Mano de obra.
- Equipos y herramientas.

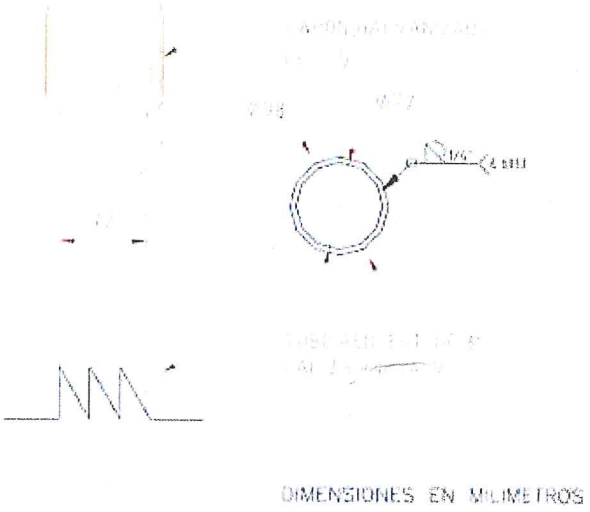
3.2.3 Especificación



3.2.3.1 Parales

Fabricados en tubo redondo estructural de 3" cal 2.5 mm, galvanizados en caliente, con espesor de capa de zinc mínimo de 80 micras (μm). En el extremo superior, cada paral llevará fijado un tapón metálico de 3" galvanizado en caliente y será soldado con electrodo revestido E 6013 de 1/8" de tipo filete, con depósito en contorno convexo.

Gráfico 10.41 Detalle soldadura.

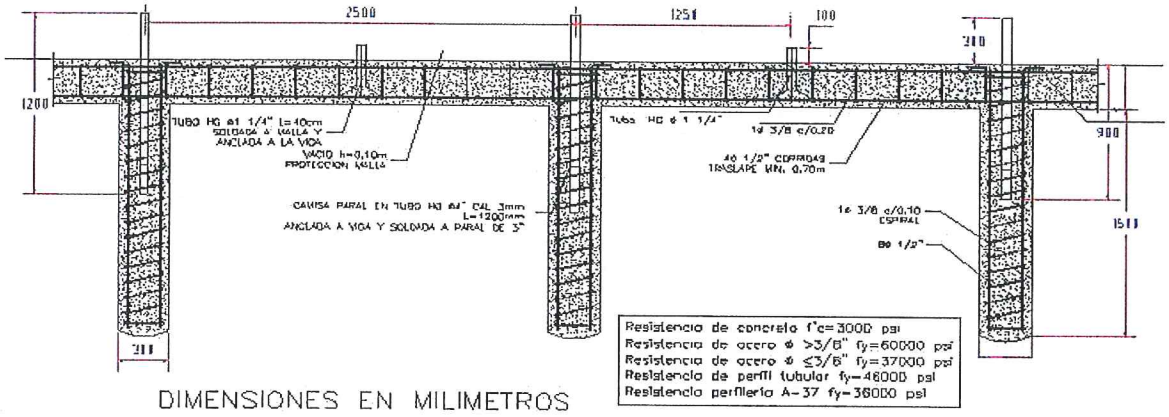


3.2.3.2 Camisas de refuerzo columnas y soportes intermedios

Para el caso de cerramientos mayores o iguales a 2.5 m. de altura, se construirá viga de coronación, como se indica en los detalles en concreto de 3000 psi reforzado.



Gráfico 10.42 Camisas de refuerzo columnas y soportes intermedios



DIMENSIONES EN MILIMETROS

Las camisas de refuerzo se fabricarán en tubo estructural redondo galvanizado de 4" cal 3 mm y serán embebidas y amarradas a la viga de cimentación como se observa. Adicionalmente, se tendrá en cuenta soportes intermedios en tubo redondo estructural de 1 1/4" cal 2.5 mm galvanizado en caliente. La capa mínima de zinc en la tubería debe ser de 80 micras (μm).

Las camisas serán embebidas una longitud de 900 mm y deben sobresalir de la superficie 300 mm, los soportes intermedios sobresalen 100 mm y deben ser embebidos 300 mm.

El Contratista debe tener precaución y garantizar que en el momento de vaciar el concreto de la viga, las camisas y soportes se mantengan aplomados en todas sus coordenadas y la separación entre camisas respetarse; esto para evitar imprevistos en el momento de instalar los páneles o marcos del cerramiento. La distancia de separación entre camisas debe ser de 2500 mm a ejes.

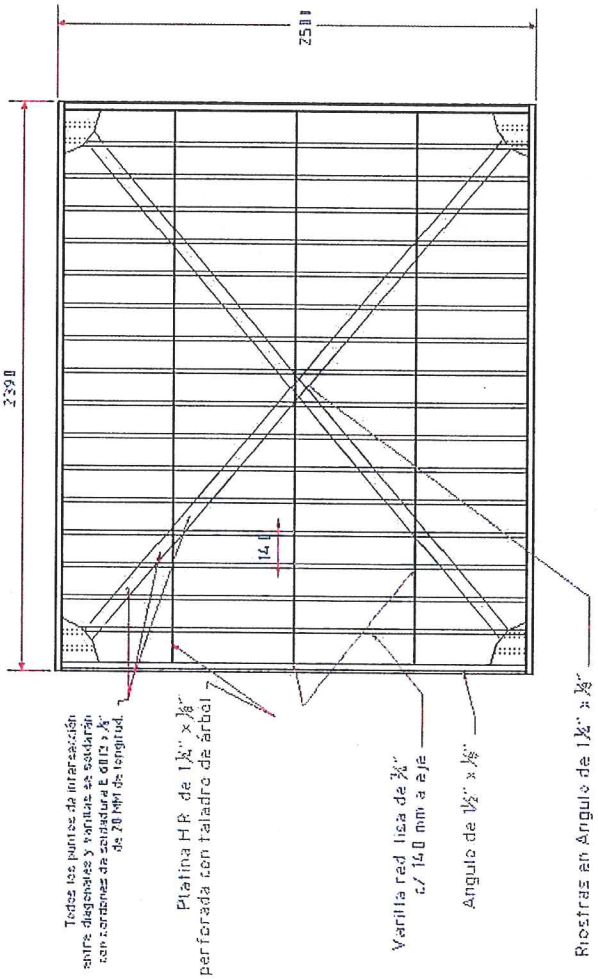
Nota

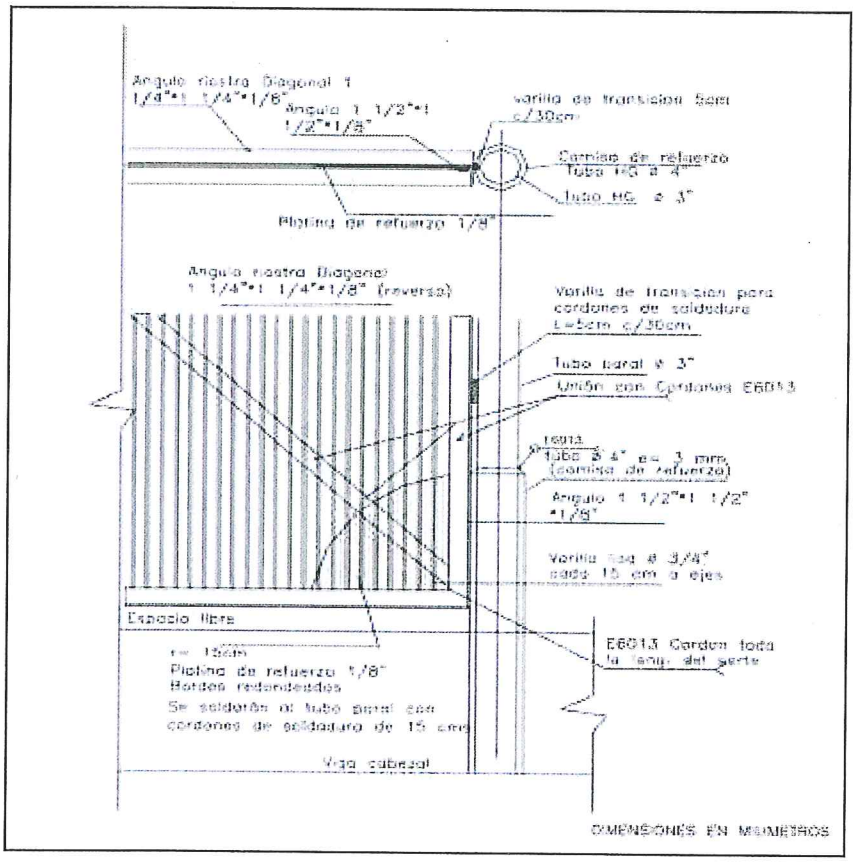
1. Tanto las camisas como los soportes deben ser amarradas y formar estructura con la viga de cimentación.
2. La instalación de la malla se iniciará siete días después de fundida la viga y se anclará a los tubos que se dejaron embebidos dentro de ésta, de acuerdo a los detalles suministrados al Contratista.

3.2.3.3. Pánel frontal inferior

Módulo estructural de 2390 mm de ancho x 2500 mm de alto. Los marcos serán fabricados en ángulo de 1 ½" cal 3.175 mm, con refuerzos longitudinales en varilla redonda lisa de ¾", distanciadas cada 140 mm entre centros, adicional debe contener tres (3) travesaños en platina H.R. de 1 ¼" x 1/8", perforadas cada 140 mm a ejes, con diámetro de 20 mm.

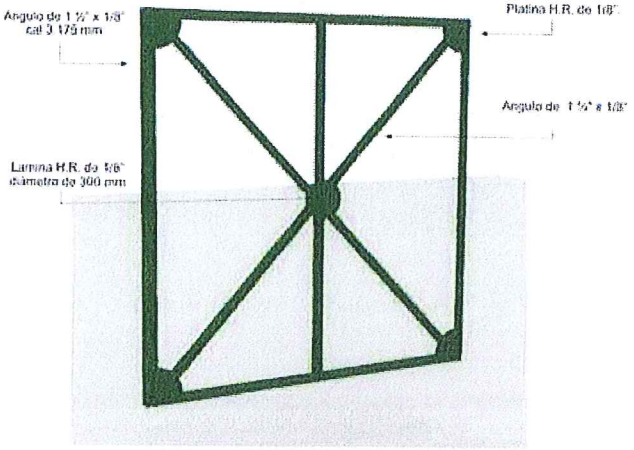
Gráfico 10.43 Pánel frontal interior.





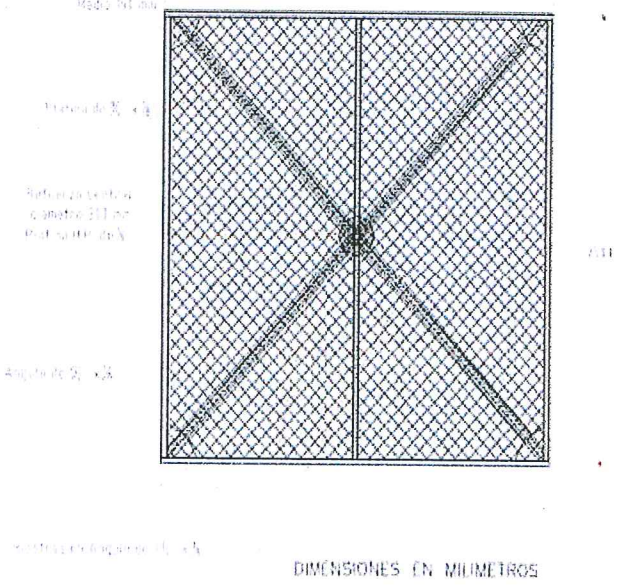
Una vez instaladas las varillas dentro de la platina, se soldarán con electrodo revestido E-6013 de 1/8", tipo filete con depósito en contorno convexo, el ancho de filete debe ser mínimo de ¼".

Las varillas serán continuas en toda su longitud de 2485 mm. Adicional, el módulo contiene riostras diagonales de refuerzo, fabricadas en ángulo de 1 ¼" x 1/8" unidas de acuerdo al plano de detalles.



3.2.3.4 Pánel frontal superior

Gráfico 10.44 Detalle de páneles.



Los páneles superior e inferior, se fijarán a los parales con tramos de 5 cm de varilla redonda corrugada de ½" o No 4, espaciadas cada 300 mm; esta unión, se debe realizar con soldadura eléctrica E–6013 de electrodo revestido en 1/8". La soldadura debe ser de filete en ambos costados, con depósito en contorno convexo. El ancho de filete debe ser mínimo de ¼". De acuerdo al detalle:

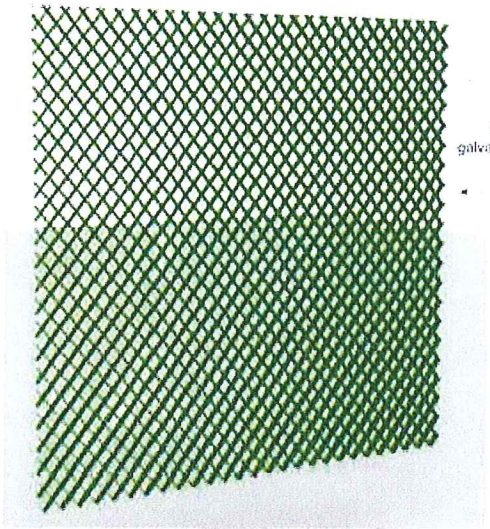
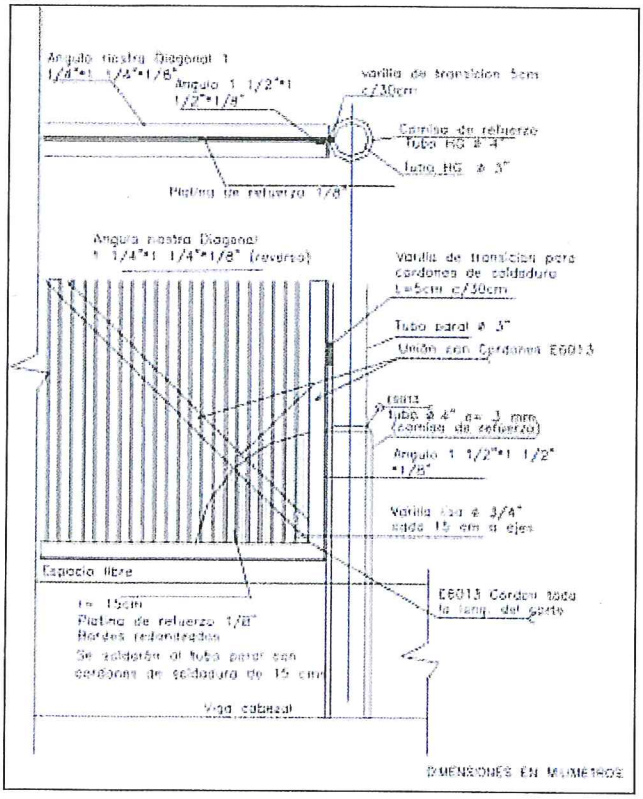


Gráfico 10.45 Detalle de fijación de páneles.



Módulo estructural de 2390 mm de ancho x 2500 mm de alto. Ubicado inmediatamente encima del pánel inferior. Los marcos principales deben fabricarse en ángulo de 1 ½" x 1/8" cal 3.175 mm.
La superficie del marco está fabricado en malla eslabonada galvanizada cal 10, con hueco de 2 ¼" y debe ser entretejida y templada perimetralmente con platina H.R. de 3/4".
El módulo contiene un refuerzo circular central en lámina H.R. de 1/8" con diámetro de 300 mm y 4 refuerzos esquineros en cuarto de circunferencia, con platina H.R. de 1/8".
Adicional el módulo contiene riostras diagonales de refuerzo fabricadas en ángulo de 1 ¼" x 1/8".
Todos los elementos del marco en general, se soldarán con electrodo revestido E-6013 de 1/8" tipo filete, con depósito en contorno convexo; el ancho de filete debe ser mínimo de ¼".

3.2.3.5 Acabado superficial

El procedimiento de acabado final en el cerramiento, debe cumplir los requisitos descritos a continuación:

- **Limpieza mecánica de la superficie**

Se realiza con gratas circulares, cepillos con cerdas metálicas o cinceles, para quitar residuos e incrustaciones metálicas como esquirlas de soldadura.

Adicional, el metal recién galvanizado, generalmente presenta gran tersura o falta de rugosidad, que puede impedir la adherencia con el recubrimiento protector, por lo que se debe efectuar una limpieza SSPC-SP-7, para asegurar buen acople y por tanto buena adherencia con el recubrimiento a aplicar; éste tipo de limpieza, utiliza abrasivos a presión para preparar superficies metálicas que tengan una cantidad mínima de escoria, oxidación y otros contaminantes; se conoce generalmente como 'Ráfaga' y consiste en una limpieza muy superficial, que permite que algunas incrustantes y sobre capas de zinc adquieran rugosidad.

- **Decapado químico**

Es necesario cumplir los siguientes pasos para optimizar el acabado final de la pieza a recubrir:

Sumergir el material de acero en un baño de hidróxido sódico acuoso, a temperatura ambiente, para ablandar impurezas en el material.
Enjuagar con agua a presión el material, para retirar las impurezas.
Desengrasar el material con disolventes y detergentes.
Enjuagar con agua a presión el material, para arrastrar partículas de óxidos disueltos.
Sumergir el material de acero limpio y desengrasado, en un baño de ácido sulfúrico inhibido, durante un periodo de 2 a 8 horas y a

temperatura ambiente, para evitar un sobre decapado.
Enjuagar con agua a presión y adicionar una solución neutralizante, como amoniaco diluido, para conseguir un pasivado en el elemento.
Secar el material a temperatura ambiente.

- Fosfatizado

El siguiente proceso es realizar un recubrimiento por conversión, donde el elemento es sometido a un baño ácido de fosfato de zinc o de hierro (fosfatizado), en la que se que cambia la naturaleza física y química del material, transformándola en una superficie inerte y uniforme, neutralizando y sellando de esta manera la pieza a tratar.
Es necesario realizar este proceso con el fin de mejorar la adherencia, minimizar la oxidación y mejorar la resistencia a la corrosión general de la pieza final.

- Aplicación de pintura

Se debe aplicar dos manos de anticorrosivo a base de zinc, en las partes que no llevan recubrimiento galvánico, para luego dar el acabado a dos manos con esmalte alquídico tipo I, resistente a la intemperie. El color debe ser verde Ral 6028

3.2.4 Materiales

- Platina metalica H.R. tipo A -36.
- Tubo redondo estructural galvanizado de 3", cal 2.5 mm.
- Soldadura E 6013.
- Malla eslabonada de hueco de 2" cal 10, galvanizada.
- Ángulo H.R. de 1 ½" x 1/8".
- Varilla redonda lisa de ¾".
- Varilla corrugada de ½".

3.2.5 Ensayos de laboratorio

- Prueba visual de continuidad en el cerramiento.
- Espesor de las paredes del tubo con pie de rey, mínimo de 2.5 mm de espesor.
- El galvanizado en caliente de las piezas, debe cumplir la norma ASTM B6 SHG y se solicitará ensayos de apariencia superficial, adherencia y espesor del galvanizado. Espesor mínimo de capa de zinc 80 micras (μm).
- Espesor de la pintura con prueba de ecómetro. Capa mínima total de 3 mils.
- Adherencia de la pintura por ensayo de corte enrejado.
- Ensayo de soldadura no destructiva por ultrasonido, con un detector de fallas portátiles y un palpador angular.
- Dimensiones del elemento de acuerdo al plano de Especificaciónes.

3.2.6 Tolerancias

- Tolerancia en verticalidad Parales: ± 5 mm en longitud de 3000 mm = ± 0.1°.
- Tolerancia en horizontalidad Marcos: ± 5 mm en longitud de 1000 mm = ± 0.28°.
- Tolerancia en longitud de tubería : ± 5 mm
- Tolerancia en espesor de tubería: ± 10 %
- Tolerancia en diámetro de tubería: = ± 0.75 %
- Tolerancia espesor de pintura: ± 10%
- Tolerancia espesor de galvanizado: ± 10%

3.2.7 Sistema de medida y pago

El pago se hará por metro (m) medido y aprobado por la Interventoría. El valor de este ítem incluye todas las labores anteriormente descritos en el alcance, herramientas, equipos, mano de obra, suministro de materiales, replanteo, excavación, estructura, (vigas, pilotines y dados), fijación de tubos, templada de malla, refuerzo de platinas, pintura, etc. y cualquier otra labor o elemento exigido por la Interventoría que a su juicio, sean necesarios para desarrollar correctamente esta actividad.

3.3 CERRAMIENTO CONTRAIMPACTO H = 2.5 m

3.3.1 Trabajos preliminares o posteriores

Construcción de pie de amigos (de ser necesario).

- Pie de amigos con el sistema de tubos.
- Pie de Amigos con el sistema de contrapeso

3.3.2 Alcance

El Contratista deberá tener en consideración:

- Lineamientos generales y particulares.
- Limpieza.
- Excavación Manual.
- Concreto pobre.
- Suministro y amarre del acero de refuerzo.
- Suministro y vaciado del concreto 3000 psi.
- Construcción de los pilotines en concreto de 3000 psi.
- Construcción de la viga de coronación para cerramientos mayores o iguales a 2.5 m.
- Suministro e instalación de tubos galvanizados tipo estructural, ángulos, platinas longitudinales, platinas de refuerzo, soldadura, etc.
- Suministro e instalación de malla eslabonada, para los módulos o paneles superiores de la malla contra impacto de altura 5.0 m
- Varillas ¾" módulos contra impacto.