# ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS TÉCNICOS PARA EL MANTENIMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE LAS ADECUACIONES FÍSICAS DEL ESTADIO ATANASIO GIRARDOT, UBICADO EN EL DISTRITO ESPECIAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN DE MEDELLÍN

COMPONENTE
**ESTRUCTURAS**

## INFORME
## PERITAJE DE LA ESTRUCTURA Y DESMONTE DE LA CUBIERTA




Unión Temporal CASTENT

EMPRESA DE DESARROLLO URBANO

# PERITAJE DE LA ESTRUCTURA Y DESMONTE DE LA CUBIERTA

## ESTUDIOS Y DISEÑOS TÉCNICOS PARA EL MANTENIMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE LAS ADECUACIONES FÍSICAS DEL ESTADIO ATANASIO GIRARDOT, UBICADO EN EL DISTRITO ESPECIAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN DE MEDELLÍN.

**REVISIÓN 1**

**MEDELLÍN, DICIEMBRE DEL 2025**

# CUADRO PARA EL CONTROL DE CAMBIOS

| | |
|---|---|
| **VERSIÓN:** | 2 |
| **FECHA REVISIÓN:** | Diciembre 2025 |
| **DESCRIPCIÓN FINAL:** | Atenciónde observaciones de interventoría |
| REALIZADO POR: | APROBADO POR: |
| Mario Madrid Wolff<br>Ingeniero Civil<br>Especialista en Estructuras<br>MP: 05202-270861 ANT<br>Consultoría<br>UT CASTENT | Cristian Leonardo Cordero<br>Ingeniero Civil<br>Especialista en Estructuras<br>MP: 15202-341194 BYC<br>Interventoría<br>CONSORCIO IN-GE DESARROLLO |

# EQUIPO DE TRABAJO

| NOMBRE | COMPONENTE | TARJETA PROFESIONAL | FIRMA |
|---|---|---|---|
| Mario Madrid Wolff | Elaboración Peritaje | 05202-270861 ANT |  |
| María Alejandra López | Elaboración Peritaje | 011037-0557002 ANT |  |
| Cristian Leonardo Cordero | Aprobación Peritaje | 05202-296414 ANT | |

# TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO ..... i
LISTA DE FIGURAS ..... ii
LISTA DE FOTOS ..... iii
LISTA DE TABLAS ..... iv
1. INFORMACIÓN PRELIMINAR ..... 5
2. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA ..... 6
3. CHEQUEO ESTRUCTURAL ..... 8
**3.1 Sistemas de resistencia ..... 8**
3.1.1 Sistema de Resistencia ante Cargas Verticales (SRV) ..... 8
3.1.2 Sistema de Resistencia Sísmica Radial (SRS-Radial) ..... 8
3.1.3 Sistema de Resistencia Sísmica Tangencial (SRS-Tangencial) ..... 8
**3.2 Punto de corte ..... 10**
3.2.1 Materiales ..... 11
3.2.2 Cargas ..... 12
3.2.3 Análisis ..... 14
4. PROCESO DE DESMONTE Y DEMOLICIÓN ..... 21
**4.1 Recomendaciones ..... 26**
BIBLIOGRAFÍA ..... 27

# LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema del pórtico de la Tribuna Occidental Alta .....6
Figura 2. Corte en la viga de cubierta (magenta) contrastado con el refuerzo del codo (plano HPSC0217) ..... 10
Figura 3. Interacción entre la ampliación del estadio y el corte del codo..... 11
Figura 4. Espectro Tr=475 años (para derivas)..... 14
Figura 5. Modelo estructural (con cubierta)..... 15
Figura 6. Modelo estructural (sin cubierta) ..... 15
Figura 7. Derivas en la columna exterior (Col1B) – con cubierta..... 16
Figura 8. Derivas en la columna exterior (Col2B) – con cubierta..... 16
Figura 9. Derivas en la columna exterior (Col1B) – sin cubierta..... 17
Figura 10. Derivas en la columna exterior (Col2B) – sin cubierta ..... 17
Figura 11. Refuerzo de la viga del pórtico (Vig) en el voladizo – Elevacíon (plano HPSC0217) ..... 18
Figura 12. Refuerzo de la viga del pórtico (Vig) en el voladizo – Sección g-g (plano HPSC0217) ..... 19
Figura 13. Anclaje de una barra para refuerzo negativo (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS), 2010)..... 20
Figura 14. Esquema – Fase 1 ..... 21
Figura 15. Estado final – Fase 1 (3D) ..... 22
Figura 16. Esquema – Fase 2 ..... 22
Figura 17. Estado final – Fase 2 (3D) ..... 23
Figura 18. Esquema – Fase 3 ..... 23
Figura 19. Estado final – Fase 3 (3D) ..... 24
Figura 20. Esquema – Fase 4 ..... 24
Figura 21. Estado final – Fase 4 (3D) ..... 25

# LISTA DE FOTOS

Foto 1. Foto tomada a la cubierta en la visita del día 1 de octubre de 2025 .....7
Foto 2. Foto tomada al codo de la viga de cubierta en la visita del día 1 de octubre de 2025 .....7
Foto 3. Foto tomada al pórtico radial de la Tribuna Occidental Alta en la visita del día 12 de noviembre de 2025.....8
Foto 4. Foto tomada al reforzamiento tangencial externo de la Tribuna Occidental Alta en Google Maps.....9
Foto 5. Foto tomada al reforzamiento tangencial interno de la Tribuna Occidental Alta en la visita del día 12 de noviembre de 2025 ..... 10
Foto 6. Fotos de sierra eléctrica de Ideas Civiles S.A.S. ..... 26

# LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cálculo de la carga de la loseta de cubierta aplicada a la viga de cubierta..... 12
Tabla 2. Cálculo de la carga de la formaleta en ladrillo de arcilla de la loseta de cubierta aplicada a la viga de cubierta..... 13
Tabla 3. Cálculo de la carga de los nervios de cubierta aplicada a la viga de cubierta ..... 13
Tabla 4. Cálculo de la carga de las graderías aplicada a la viga del pórtico ..... 13
Tabla 5. Parámetros del espectro Tr=475 años ..... 13
Tabla 6. Derivas máximas en las columnas con la cubierta..... 15
Tabla 7. Derivas máximas en las columnas sin la cubierta..... 16
Tabla 8. Solicitaciones en el voladizo..... 18
Tabla 9. Resistencia a la flexión del voladizo..... 19

# 1. INFORMACIÓN PRELIMINAR

Se cuenta con la siguiente información preliminar de la Tribuna Occidental Alta:

- Planos escaneados (originales):
  - *HPSC0217.pdf*: refuerzo del pórtico
  - *HPSC0218.pdf*: geometría del pórtico
- Planos en DWG (reforzamiento 2005):
  - *Planta General (Estadio).dwg*: ejes de la estructura.
  - *Refuerzo con est metálica_Finales excepto codos.dwg*: disposición de riostras metálicas.
  - *Planos modificación de refuerzo de codos_Plano final.dwg*: reforzamiento de los codos de la cubierta.
- Informes (reforzamiento 2005):
  - 2005 09 26_MEMORIAS DE CALCULO ESTADIO.pdf
  - Informe Rehabilitación Estadio_26_09_05 (1).pdf
  - Informes de interventoría Rehabilitacion.pdf
- Informes (análisis 2021):
  - Análisis Rehabilitacion.pdf
  - Patología Estadio Atanasio Girardot.pdf

Adicionalmente, se hizo uso de la aplicación Google Maps y de fotos tomadas en visitas a la estructura para corroborar las posiciones de algunos de los elementos.

Esta información preliminar se incluye dentro de este informe como “ANEXO 1”.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

La estructura de la Tribuna Occidental Alta consiste en 14 pórticos de concreto construidos en el año 1953 (Agencia APP, 2021). Cada pórtico consta de dos columnas inclinadas y una viga (todas de sección variable) sobre las que se apoyan las graderías. En el año 2006 se realizó el reforzamiento de la estructura que consiste en riostras tangenciales entre los ejes 1-2, 5-6, 9-10 y 13-14 (columnas exteriores) y los pórticos 3-4, 7-8 y 11-12 (columnas interiores); y riostras radiales en los ejes del 2 al 13.

La viga del pórtico se convierte a su vez en la viga de cubierta mediante un codo al que se le añadieron riostras tangenciales y un confinamiento metálico durante el reforzamiento. Sobre la viga de cubierta se apoyan 8 nervios de 0,20x0,30 m espaciados a 2,24 m aproximadamente. En éstos se apoya una loseta de 0,10 m y la formaleta usada durante la construcción de la misma (ésta consiste en ladrillos de arcilla, de acuerdo con lo observado en las visitas). A continuación, se muestra un esquema de la geometría del pórtico y una foto tomada a la cubierta:

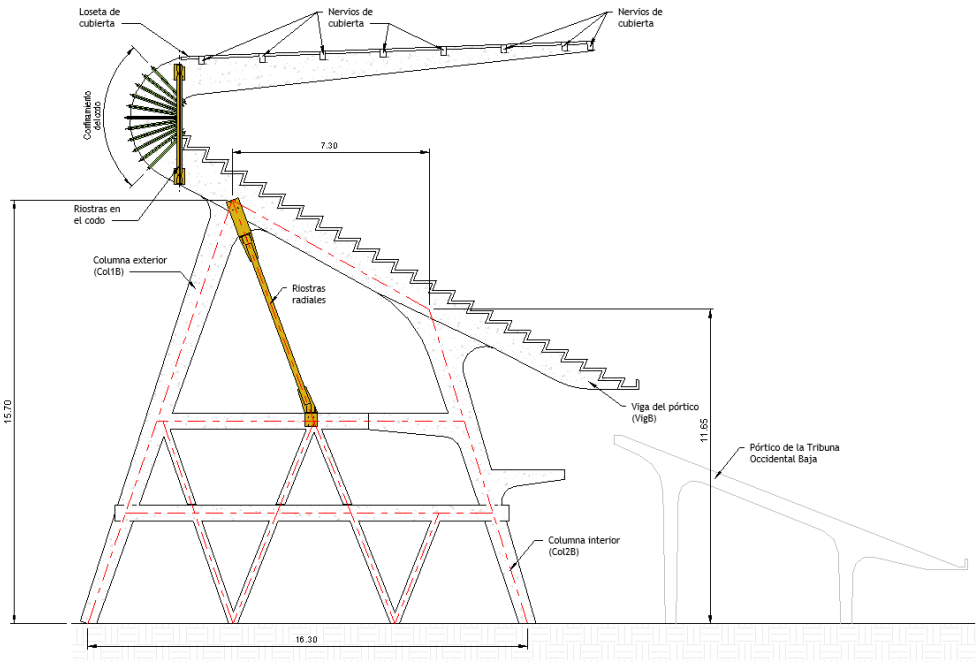



Figura 1. Esquema del pórtico de la Tribuna Occidental Alta

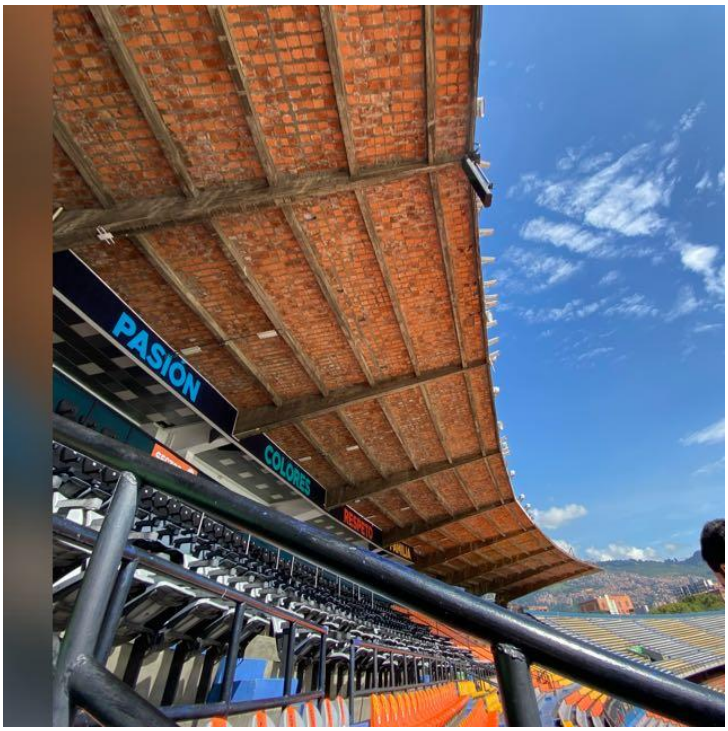



Foto 1. Foto tomada a la cubierta en la visita del día 1 de octubre de 2025



Foto 2. Foto tomada al codo de la viga de cubierta en la visita del día 1 de octubre de 2025

# 3. CHEQUEO ESTRUCTURAL

Con el fin de definir el punto de corte del codo, debe revisarse que el retiro de los elementos de la construcción original y del reforzamiento hecho en el 2006 no comprometan el Sistema de Resistencia ante Cargas Verticales (SRV) ni el Sistema de Resistencia Sísmica (SRS). Para esto, se definirán a continuación ambos sistemas de acuerdo con la geometría de la estructura encontrada en los planos y lo observado en las visitas al sitio.

## 3.1 Sistemas de resistencia

### 3.1.1 Sistema de Resistencia ante Cargas Verticales (SRV)

El SRV consiste en losetas apoyadas en nervios (tanto para el nivel de graderías como para el nivel de cubierta) que se apoyan sobre vigas. Estas vigas se apoyan sobre dos columnas que se encargan de transmitir las fuerzas a las fundaciones que consisten en zapatas de 2.40x2.40 m (Col1B) y 3.30x3.30 m (Col2B).

### 3.1.2 Sistema de Resistencia Sísmica Radial (SRS-Radial)

El SRS-Radial consiste en pórticos de concreto con diagonales concéntricas. Estas diagonales son de acero y de concreto, tal y como se evidencia en la Figura 1, y son parte de la repotenciación construida en el año 2006 con el fin de reducir fuerzas en el pórtico original y limitar los desplazamientos debidos a la carga sísmica. A continuación, se muestra una foto tomada en el sitio en el que se presenta el pórtico de concreto con las diagonales.



Foto 3. Foto tomada al pórtico radial de la Tribuna Occidental Alta en la visita del día 12 de noviembre de 2025

### 3.1.3 Sistema de Resistencia Sísmica Tangencial (SRS-Tangencial)

El SRS-Tangencial, al igual que el SRS-Radial consiste en pórticos de concreto con diagonales concéntricas. Estas diagonales son de acero y se encuentran tanto en las columnas internas como en las externas. La posición de estas riostras, como se mencionó en el capítulo 2 son las siguientes:

- Columnas externas (Col1B):
  - Ejes 1-2.
  - Ejes 5-6.
  - Ejes 9-10.
  - Ejes 13-14.
- Columnas internas (Col2B):
  - Ejes 3-4.
  - Ejes 7-8.
  - Ejes 11-12.

A pesar se evidencian riostras en el codo de la viga de cubierta, ***no se considera que este pertenece al SRS-Tangencial global de la estructura*** y su disposición en la estructura tiene como objetivo atender las deformaciones transversales de las vigas de cubierta las cuales tienen una longitud y masa considerable.

A continuación, se muestran fotos tomadas en el sitio y en Google Maps en el que se presenta el reforzamiento tangencial.




**Foto 4. Foto tomada al reforzamiento tangencial externo de la Tribuna Occidental Alta en Google Maps**

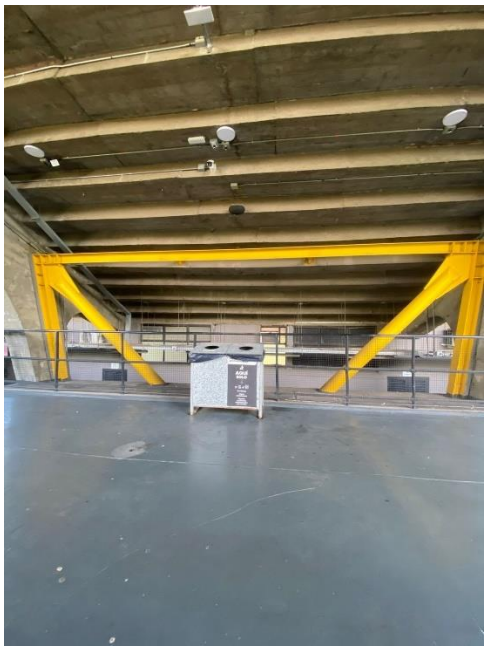


Foto 5. Foto tomada al reforzamiento tangencial interno de la Tribuna Occidental Alta en la visita del día 12 de noviembre de 2025

## 3.2 Punto de corte

Se plantea el corte de la viga de cubierta en la última grada de forma perpendicular al codo, de tal manera que no se corten estribos en la viga:

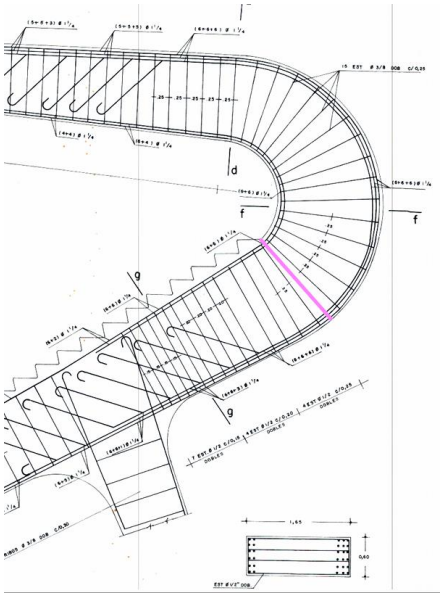


Figura 2. Corte en la viga de cubierta (magenta) contrastado con el refuerzo del codo (plano HPSC0217)

Además de la facilidad que supone este punto para la demolición necesaria de la cubierta, su posición obedece a las siguientes razones:

- *Interferencia con las graderías*: el corte se hará de tal manera que no se tengan que intervenir las graderías existentes.
- *Interferencia con el SRS*: puesto que la posición del corte se encuentra en el final del voladizo, antes del comienzo del codo, no se afecta el SRS global de la estructura.
- *Reducción de masa de la estructura*: al cortar antes del codo, se está eliminando el peso que supone el mismo (además de la demolición requerida de la cubierta y de la viga de cubierta) y, por lo tanto, esto supone una reducción en la fuente de masa lo que, teóricamente, supondría a su vez una reducción en la fuerza sísmica y en las derivas de la estructura.
- No interferencia con proyecto de ampliación de tribunas: al realizar el corte de la cubierta en la posición propuesta, se evitan interferencias con la ampliación del estadio proyectada.

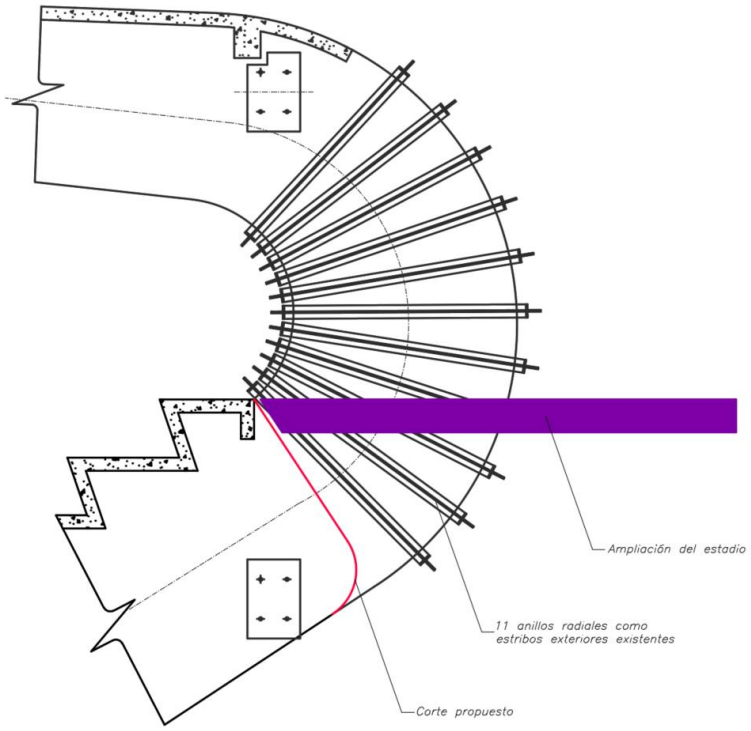



Figura 3. Interacción entre la ampliación del estadio y el corte del codo

A continuación, se presenta un análisis de derivas para la estructura con la cubierta y sin la cubierta ubicando el punto de corte en la posición mostrada anteriormente, y la comparación de las mismas:

### 3.2.1 Materiales

Los materiales de los elementos que componen la estructura son:

#### 3.2.1.1 Concreto estructural

La resistencia del concreto para las columnas, vigas, nervios y losas se refiere a los resultados del ensayo de compresión simple estándar en el laboratorio después de los 28 días de curado. Estos tienen una resistencia a la compresión de f'c=21MPa (f'c=210 kgf/cm$^2$), de acuerdo con el plano HPSC0217.

El módulo de elasticidad del concreto se define como se recomienda en el numeral C.8.5.1 de la NSR-10, y se calcula de la siguiente forma:

$$E_c = 4700\sqrt{f'c}$$
$$E_c = 4700\sqrt{21} = 21538\ MPa$$
$$E_c = 2153810\ t/m^2$$

El concreto tiene un peso específico de 2.40 t/m$^3$.

#### 3.2.1.2 Acero de refuerzo

De acuerdo con los ensayos realizados en el año 2021 al refuerzo, se supone que el acero de refuerzo longitudinal o principal tiene una resistencia a la fluencia fy=420MPa (4200 kgf/cm$^2$/60000 psi).

#### 3.2.1.3 Acero estructural

Los elementos usados para el reforzamiento de la Tribuna Occidental Alta en el 2006 son metálicos y son:

- Riostras metálicas: tuberías circulares de 10" SCH40 que cumplen con la norma ASTM A500 GrC con fy=317MPa, fu=427MPa.
- Anillos de confinamiento: platinas que cumplen con la norma ASTM A-36 con fy=253MPa, fu=408 MPa.

Los elementos tienen un peso específico de 7.85 t/m$^3$.

### 3.2.2 Cargas

Para evaluar las derivas para ambas configuraciones, se definen las siguientes cargas:

- Carga muerta (fuente de masa):
  - Peso propio de los elementos.
  - Peso de la cubierta.

Tabla 1. Cálculo de la carga de la loseta de cubierta aplicada a la viga de cubierta

| LOSETA | | |
|---|---|---|
| **E** | m | 0.10 |
| **Aa** | m | 11.08 |
| ***DEAD - loseta*** | t/m | 2.66 |

Tabla 2. Cálculo de la carga de la formaleta en ladrillo de arcilla de la loseta de cubierta aplicada a la viga de cubierta

| FORMALETA LADRILLO ARCILLA | | |
|---|---|---|
| **DEAD - formaleta** | t/m$^2$ | 0.20 |
| **Aa** | m | 11.08 |
| ***DEAD - formaleta*** | t/m | 2.22 |

Tabla 3. Cálculo de la carga de los nervios de cubierta aplicada a la viga de cubierta

| NERVIOS | | |
|---|---|---|
| **b** | m | 0.20 |
| **h** | m | 0.30 |
| **A** | m$^2$ | 0.06 |
| **Aa** | m | 11.08 |
| **Vol** | m$^3$ | 0.66 |
| **Cantidad** | und. | 8.00 |
| **DEAD - nervios** | t | 12.76 |
| **L viga** | m | 14.63 |
| ***DEAD - nervios*** | t/m | 0.87 |

- Peso de la gradería

Tabla 4. Cálculo de la carga de las graderías aplicada a la viga del pórtico

| GRADERIAS | | |
|---|---|---|
| A | m$^2$ | 3.13 |
| Aa | m | 11.08 |
| Vol | m$^3$ | 34.67 |
| L viga | m | 19.45 |
| ***DEAD - graderias*** | t/m | 4.28 |

- Carga sísmica: se usa el espectro definido en A.2 (con Tr=475 años) de acuerdo con el numeral A.10.9.2 en donde, para estructuras de Grupo de uso IV, las solicitaciones deben corresponder a movimientos sísmicos para un nivel de seguridad equivalente al de una edificación nueva. Para la evaluación de derivas, se permite usar un coeficiente de importancia de 1 (A.6.2.1.2):

Tabla 5. Parámetros del espectro Tr=475 años

| ESPECTRO Tr=475 años (NSR-10) |
|---|

| Parámetro | Unidad | Valor |
|---|---|---|
| Aa=Ae | adim. | 0.15 |
| Av=Ae | adim. | 0.20 |
| Grupo de uso | - | IV (I para derivas) |
| Tipo de suelo | - | C |
| I | adim. | 1.5 (1.0 para derivas) |
| Fa | adim. | 1.2 |
| Fv | adim. | 1.6 |

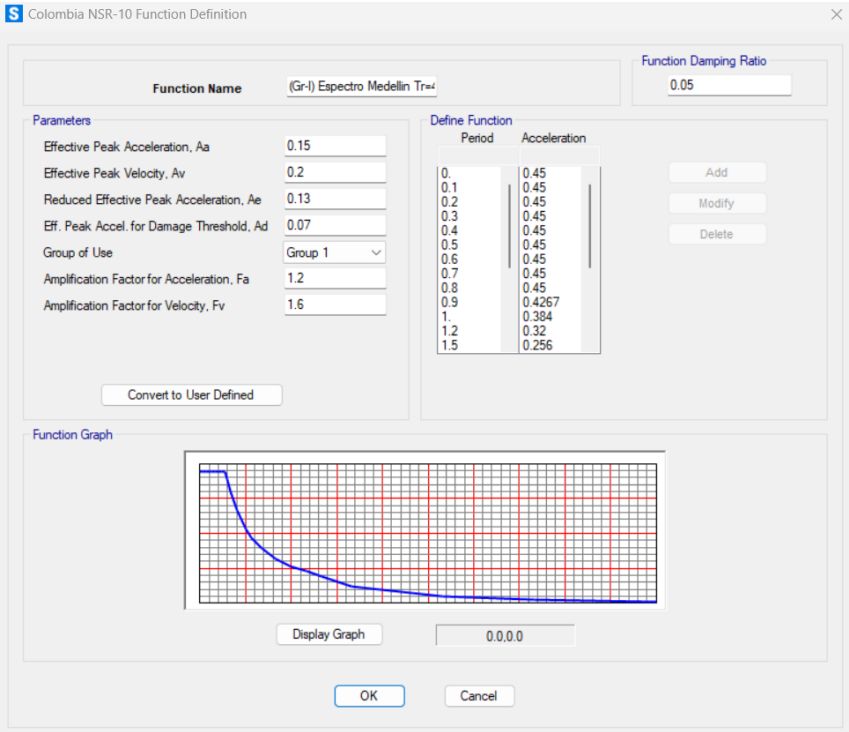



Figura 4. Espectro Tr=475 años (para derivas)

### 3.2.3 Análisis

Con el objetivo de hacer la comparación, y dado que las riostras tangenciales no son sucesivas y se alternan entre pares de pórticos (ver 3.1.3), se toman los pórticos de los ejes 5 y 6 para la ***comparación preliminar*** de derivas:

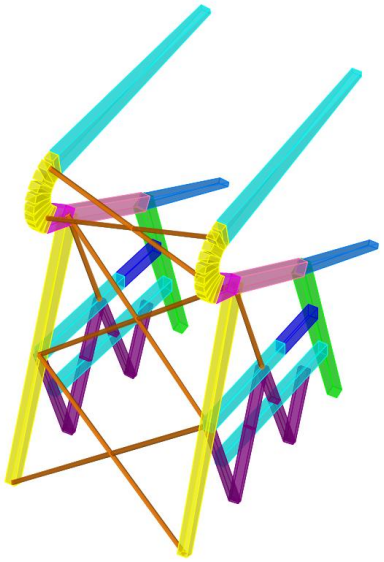


Figura 5. Modelo estructural (con cubierta)

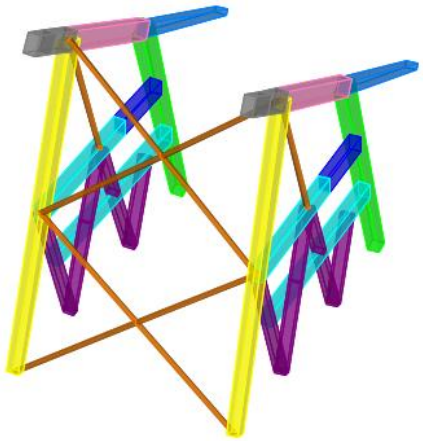


Figura 6. Modelo estructural (sin cubierta)

### 3.2.3.1 Derivas

Las derivas aquí presentadas son obtenidas de un ***análisis preliminar*** y, por lo tanto, serán comprobadas en el Estudio de Vulnerabilidad de la estructura.

A continuación, se muestran las derivas máximas en la estructura con la cubierta:

- Estructura con cubierta:

Tabla 6. Derivas máximas en las columnas con la cubierta

| | Unidad | Col1B | Col2B |
|---|---|---|---|
| Deriva | m | 0.0325 | 0.0325 |
| Altura | m | 15.7 | 11.65 |
| Deriva | % | 0.21% | 0.28% |

| | Unidad | Col1B | Col2B |
|---|---|---|---|
| Limite deriva | % | 1% | 1% |

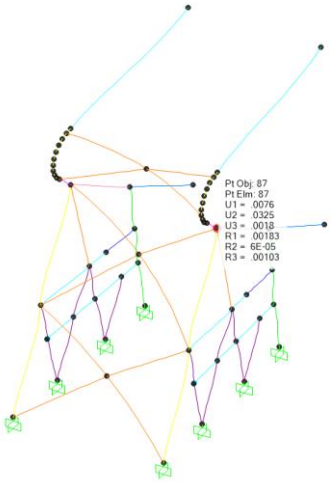



Figura 7. Derivas en la columna exterior (Col1B) – con cubierta

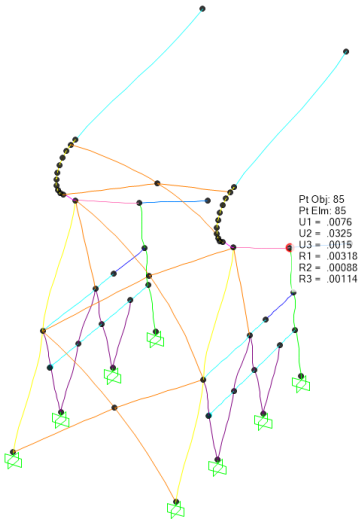



Figura 8. Derivas en la columna exterior (Col2B) – con cubierta

- Estructura sin cubierta:

Tabla 7. Derivas máximas en las columnas sin la cubierta

| | Unidad | Col1B | Col2B |
|---|---|---|---|
| Deriva | m | 0.0165 | 0.0195 |
| Altura | m | 15.7 | 11.65 |
| Deriva | % | 0.11% | 0.17% |

| | Unidad | Col1B | Col2B |
|---|---|---|---|
| Limite deriva | % | 1% | 1% |

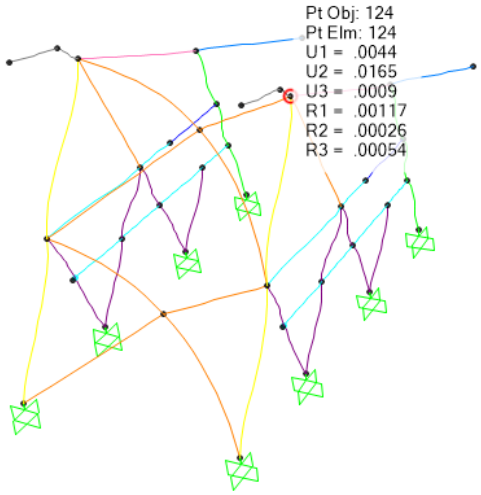



Figura 9. Derivas en la columna exterior (Col1B) - sin cubierta

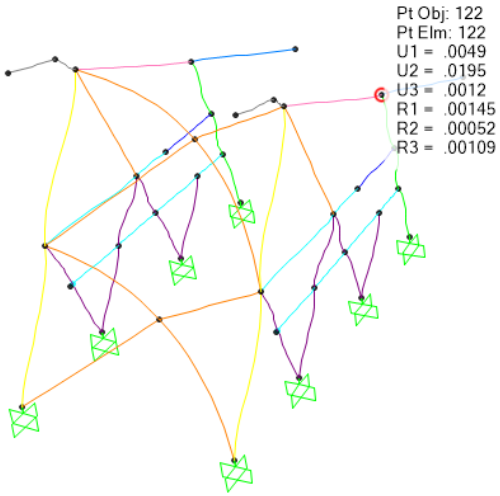



Figura 10. Derivas en la columna exterior (Col2B) - sin cubierta

Con los resultados obtenidos se confirma que:

- Eliminar las riostras en el codo de la viga de cubierta no afecta el SRS global de la estructura, por lo que puede concluirse que la posición del corte propuesto no compromete la estructura.

- Las derivas en la estructura se reducen al realizar la demolición de la cubierta puesto que se reduce la fuente de masa y, por lo tanto, la fuerza sísmica; y en todos los casos se encuentran por debajo del 1% (por lo que se cumple el requerimiento de la norma).

### 3.2.3.2 Chequeo en voladizo

Se verifica la resistencia a la flexión del voladizo. La solicitación para el voladizo para la condición más desfavorable (1.2D+1.6L) es de 145.02 t.m, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 8. Solicitaciones en el voladizo

| Carga | Unidad | Solicitación | 1.4D | 1.2D+1.6L |
|---|---|---|---|---|
| L | t.m | 51.08 | 0.00 | 81.74 |
| DEAD - graderias | t.m | 39.46 | 55.24 | 47.35 |
| DEAD - peso propio | t.m | 13.28 | 18.59 | 15.94 |
| | | | ***73.84*** | ***145.02*** |

De acuerdo con el plano HPSC0217, el refuerzo para el momento negativo en el voladizo, luego de remover la cubierta, consiste en 6 barras #10 existentes que se ubican en la cara superior de la viga:

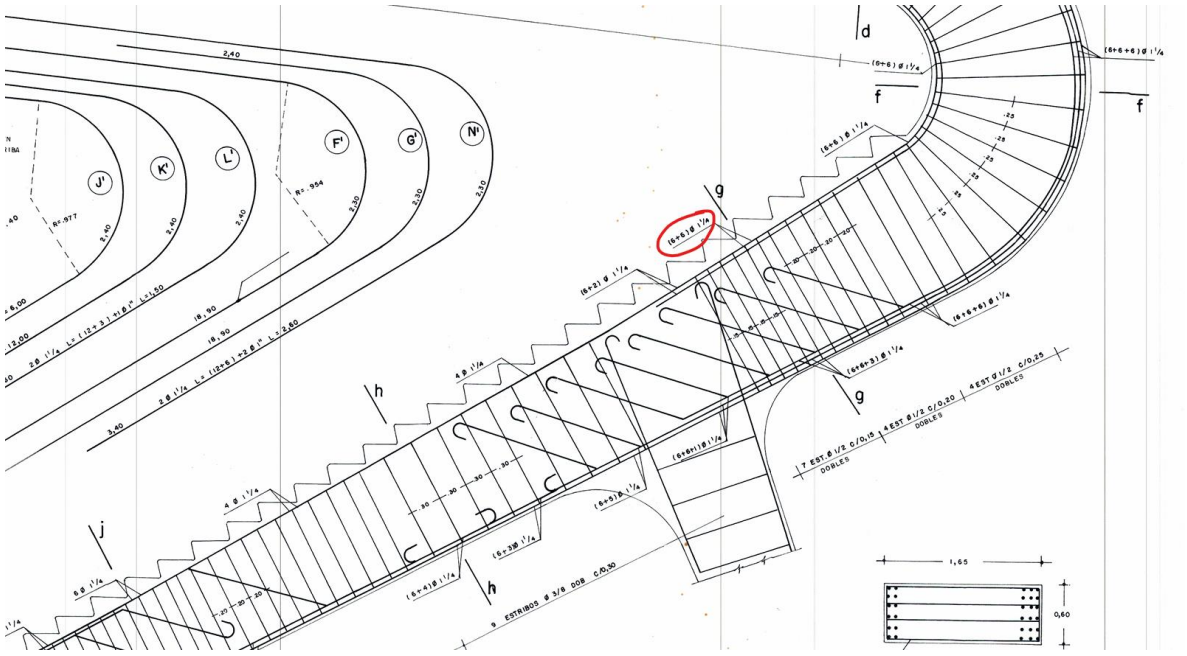


Figura 11. Refuerzo de la viga del pórtico (Vig) en el voladizo - Elevación (plano HPSC0217)

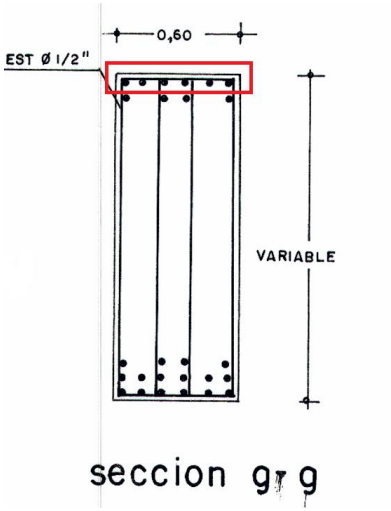



Figura 12. Refuerzo de la viga del pórtico (Vig) en el voladizo - Sección g-g (plano HPSC0217)

La resistencia a la flexión de esta configuración, teniendo en cuenta que la viga tiene una sección de 0.60x1.00 m en el voladizo es:

Tabla 9. Resistencia a la flexión del voladizo

| | Parámetro | Unidad | Valor | |
|---|---|---|---|---|
| | b | mm | 600 | *Ancho de muro o losa de 1m (no se modifica este valor)* |
| | h | mm | 1000 | *Altura de muro o losa* |
| | r | mm | 50 | *Recubrimiento a eje de refuerzo a flexión* |
| C.2.1. | d | mm | 950 | *Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del r* |
| | f'c | MPa | 21 | *Resistencia a la compresión del concreto* |
| | fy | MPa | 420 | *Resistencia a la fluencia del refuerzo* |
| C.10.2.7.1 | $\beta_1$ | adim. | 0.85 | *Factor que relaciona profundidad del bloque rectangular equivalente de* |

| C.2.1 | C.2.1. | C.10.2.7.1 | C.10.2.7.1 | | CR10.3.3 | CR9.3.2.2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cuantía* | *Área de refuerzo* | *profundidad de bloque rectangular* | *distancia de compresión a eje neutro* | *Resistencia nominal* | *Deformación unitaria neta de refuerzo* | *Factor de reducción de resistencia* | *Resistencia última* |
| ρ | As ($mm^2$) | a (mm) | c (mm) | Mn (t.m) | Es | φ | Mu (t.m) |
| 0.8621% | 4914.00 | 192.71 | 226.71 | 176.18 | 0.010 | 0.9 | 158.56 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| C.10.5.1 | ρ min 1 | % | 0.27% | *Cuantía mínima 1* |
| C.10.5.1 | ρ min 2 | % | 0.33% | *Cuantía mínima 2* |
| C.10.5.3 | ρ min 3 | % | 1.15% | *Cuantía mínima 3* |
| | ρ min | % | 0.33% | *Cuantía mínima seleccionada* |
| | ρ sel | % | 0.86% | *Cuantía mínima* |
| | As | $mm^2$ | 4914 | *Área de refuerzo longitudinal seleccionado* |
| | As unitario | $mm^2$ | 819 | *Área de refuerzo de barra* |
| | # barras | mm | 6.00 | *Separación del refuerzo* |

Puesto que la resistencia es de 158 t.m y la solicitación es de 145 t.m, se concluye que las 6 barras #10 son suficientes para soportar el voladizo de la tribuna.

El anclaje de este refuerzo corresponde a la longitud de desarrollo de estas barras que es de 2.25 m (de acuerdo con los numerales C.12.2 y C.12.12 de la norma NSR-10), como se muestra en la siguiente figura.

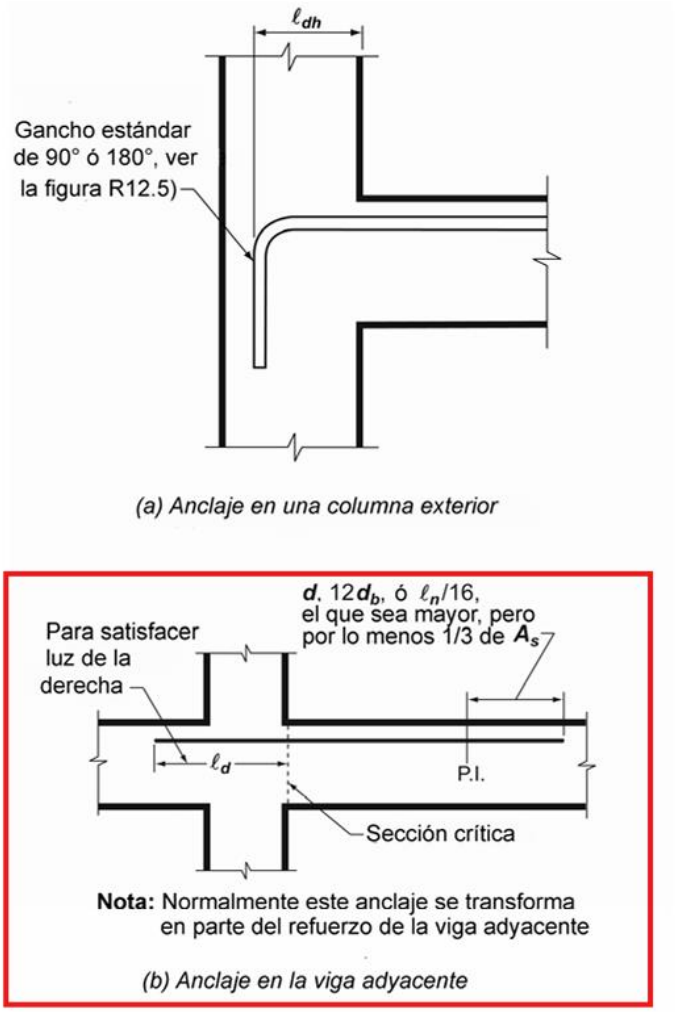



*Fig. CR12.12 — Desarrollo del refuerzo por momento negativo*

**Figura 13. Anclaje de una barra para refuerzo negativo (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS), 2010)**

Dado que, de acuerdo con el plano, estas 6 barras no se extienden una longitud de 2.25 m a partir de la cara del voladizo, debe hacerse un reforzamiento a la viga en esta zona. Para resistir un momento de 145 t.m, se requiere un área de acero de 4447 $mm^2$. Este reforzamiento estará incluido en el estudio de vulnerabilidad que se encuentra en proceso.

## 4. PROCESO DE DESMONTE Y DEMOLICIÓN

A continuación, se presentan las actividades propuestas para el proceso de desmonte y demolición de la cubierta. Este proceso deberá hacerse en módulos de 4 luces de la siguiente manera:

- Realizar las fases 1 y 2 para las luces entre los ejes 1, 2, 3, 4 y 5; posteriormente, ejecutar la fase 3 entre los ejes 1-2; y finalmente realizar el desmonte de las vigas de cubierta (fase 4) que se encuentran en los ejes 1, 2, 3 y 4.
- Realizar las fases 1 y 2 para las luces entre los ejes 5, 6, 7, 8 y 9; posteriormente, ejecutar la fase 3 entre los ejes 5-6; y finalmente realizar el desmonte de las vigas de cubierta (fase 4) que se encuentran en los ejes 5, 6, 7 y 8.
- Realizar las fases 1 y 2 para las luces restantes (entre los ejes 9, 10, 11, 12, 13 y 14; posteriormente, ejecutar la fase 3 entre los ejes 9-10 y 13-14; y finalmente realizar el desmonte de las vigas de cubierta (fase 4) que se encuentran en los ejes 9, 10, 11, 12, 13 y 14.

Las fases de desmonte son:

- ***Fase 1 - Demolición de la loseta de cubierta***: realizar la demolición de la loseta de cubierta de tal manera que los escombros caigan un tramo de baja altura, sobre andamios instalados previamente sobre la Tribuna Occidental Alta. Se recomienda que dichos escombros sean evacuados de forma manual.

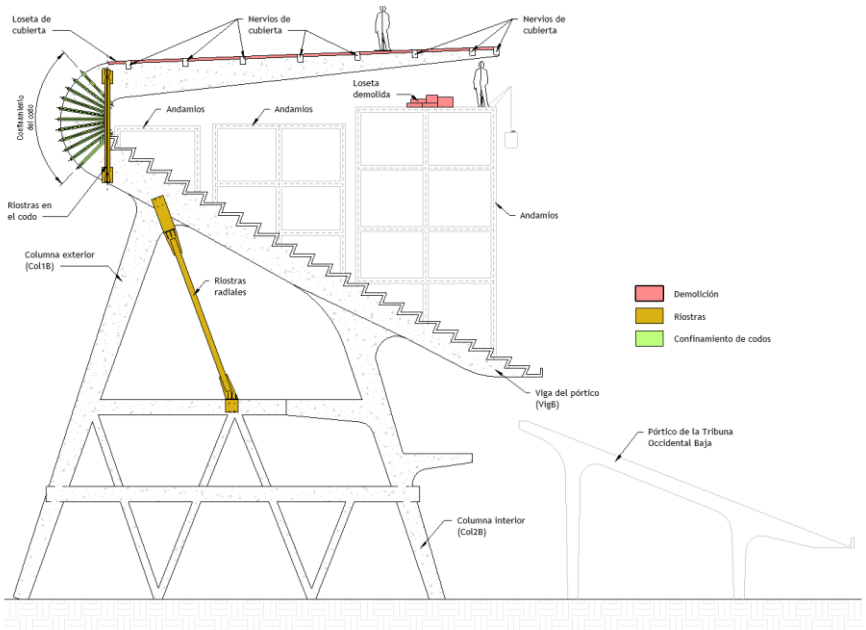



Figura 14. Esquema - Fase 1

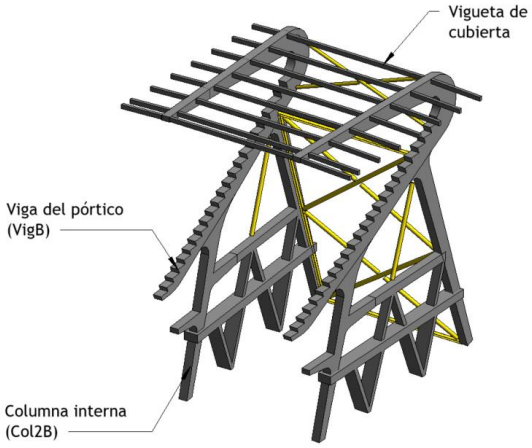



Figura 15. Estado final – Fase 1 (3D)

***Fase 2 – Demolición de viguetas de cubierta***: sujetar la vigueta más cercana al centro del estadio con la grúa. Posteriormente, cortar ésta en ambos extremos con una sierra eléctrica por las caras de la Viga de Cubierta y finalmente realizar la maniobra de desmonte para depositar la misma en el suelo. Repetir este procedimiento con cada vigueta (dependiendo de la cercanía y de las características de la grúa, ésta puede estar ubicada dentro o fuera del estadio).

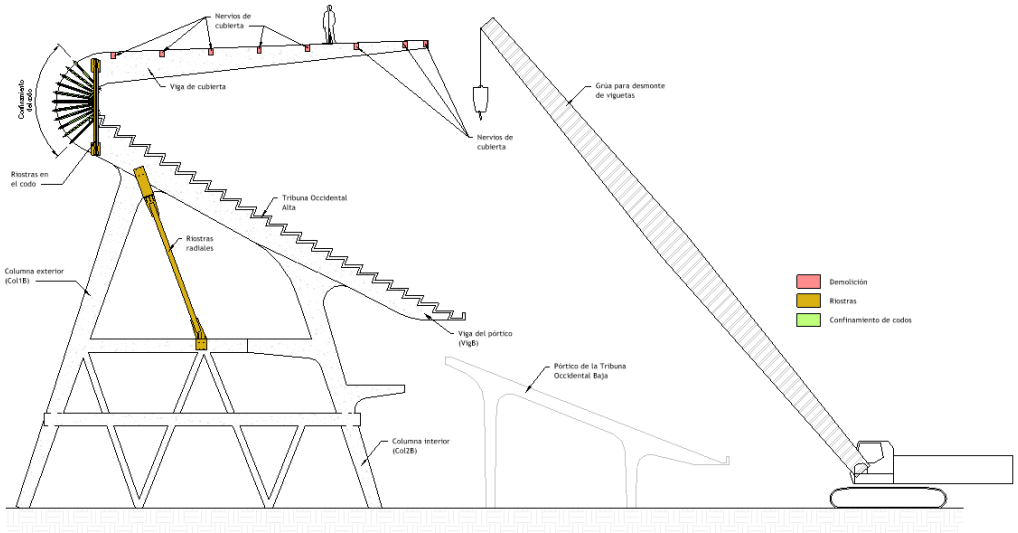



Figura 16. Esquema – Fase 2

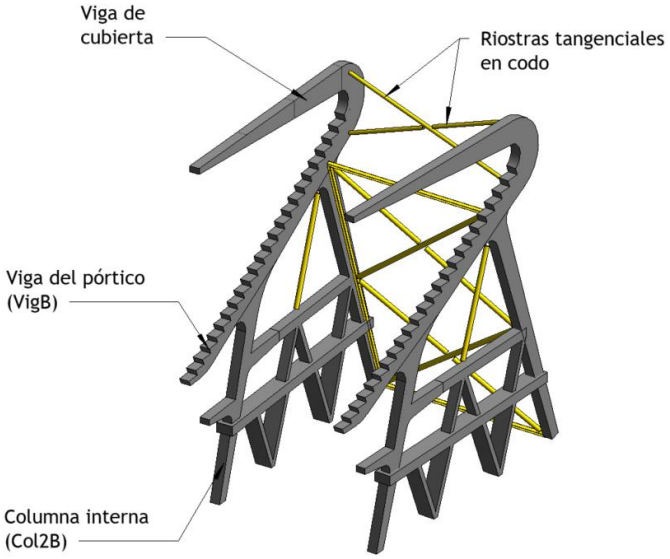



Figura 17. Estado final - Fase 2 (3D)

- ***Fase 3 - Desmonte de riostras en los codos***: realizar el desmonte de las riostras tangenciales en los codos y de los elementos metálicos de confinamiento en los mismos. Este proceso debe hacerse con la ayuda de una grúa que realice el desmonte desde las afueras del estadio.

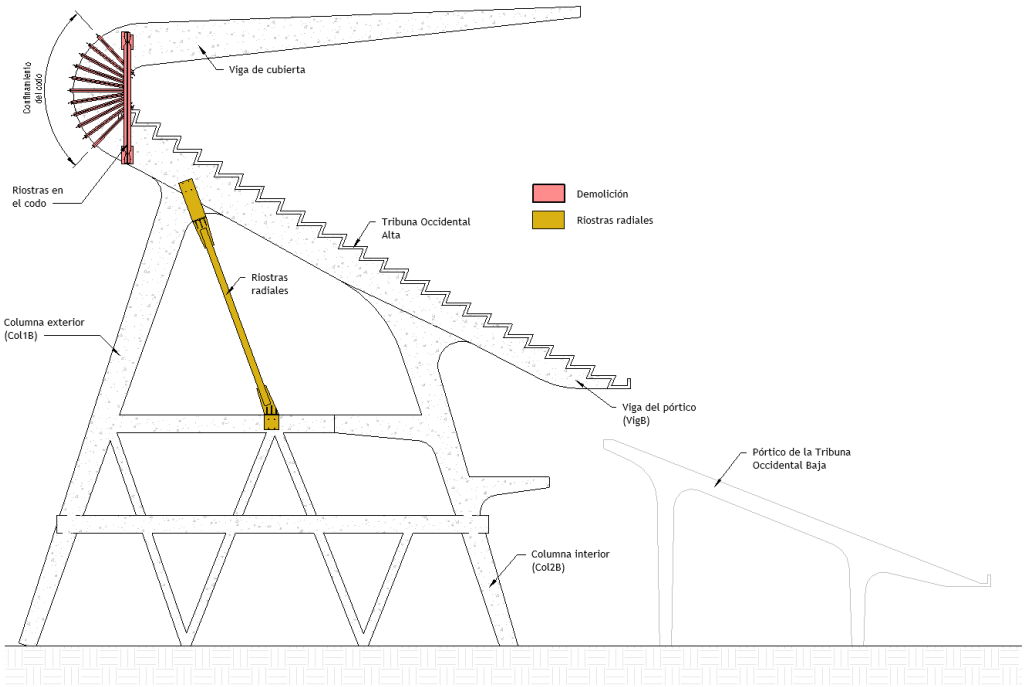



Figura 18. Esquema - Fase 3

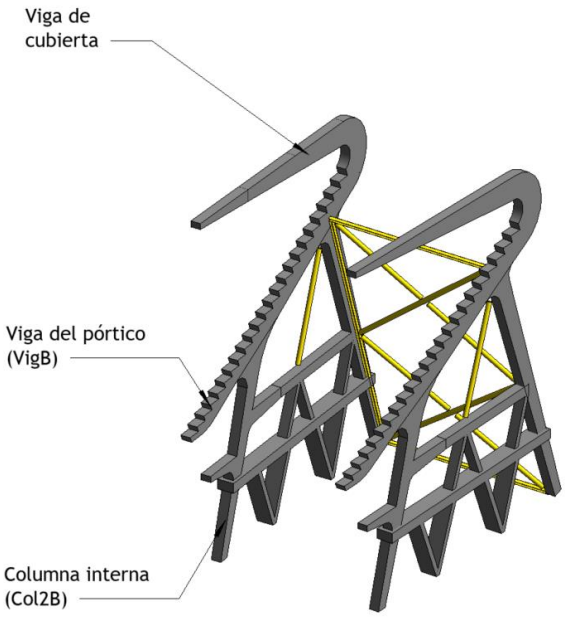



Figura 19. Estado final - Fase 3 (3D)

- ***Fase 4 - Demolición de la viga de cubierta***: sujetar el Tramo 1 de la Viga de Cubierta con la grúa. Posteriormente, cortar ésta en el final del Tramo 1 e inicio del Tramo 2 con una sierra eléctrica y finalmente realizar la maniobra de desmonte para depositar este tramo en el suelo. Repetir este procedimiento con cada tramo de viga (dependiendo de la cercanía y de las características de la grúa, ésta puede estar ubicada dentro o fuera del estadio). Finalmente, realizar el reforzamiento definido para el voladizo (detalles en proceso).

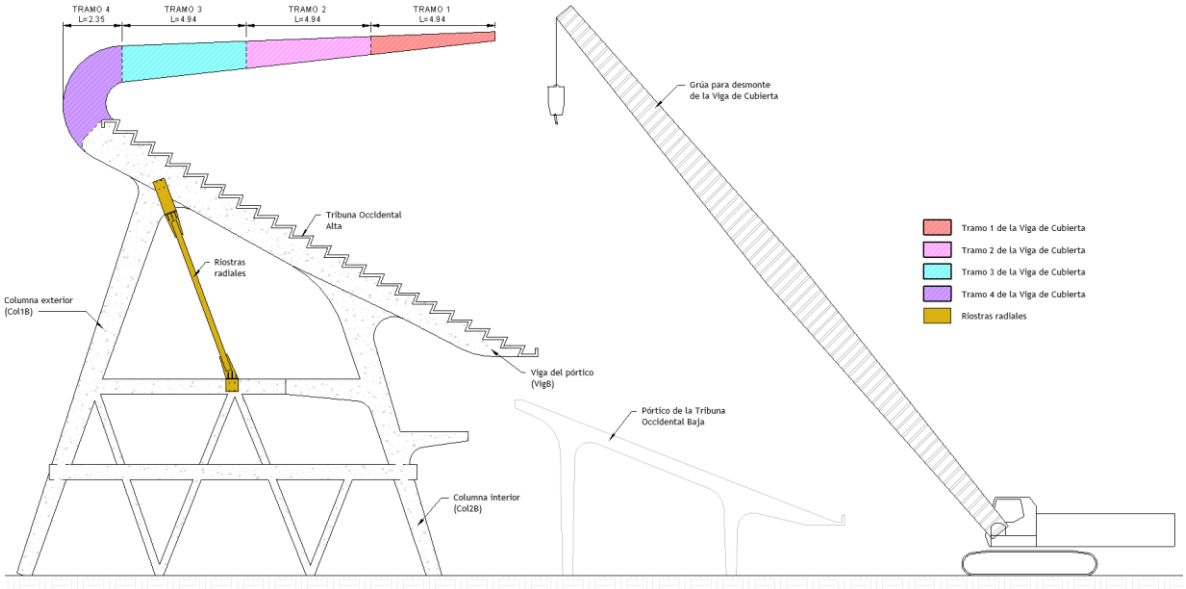



Figura 20. Esquema - Fase 4



Figura 21. Estado final - Fase 4 (3D)

Nota: el planteamiento de corte en 4 segmentos de las vigas en voladizo de la cubierta deberá ser revisado por el equipo de ingenieros de la empresa seleccionada para el desmonte y podrá variarse la cantidad de segmentos de acuerdo con la capacidad de carga de las grúas que se vayan a emplear.

- ***Resane final del concreto***: posterior a la Fase 4, debe realizarse un proceso de reparación del concreto donde sea necesario. Este proceso consiste en:
  - *Limpieza y preparación de la superficie*: retirar fragmentos de concreto y limpiar la superficie de suciedad, restos de polvo, moho y otros residuos que interfieren con la adhesión de los nuevos materiales. La superficie debe estar rugosa, sana y limpia, y antes de la reparación debe estar saturada con agua evitando empozamientos.
  - *Tratamiento del acero*: limpiar el acero expuesto para eliminar el óxido; aplicar inhibidores de corrosión como Sika FerroGard-903 o equivalente, para evitar corrosiones futuras en el refuerzo.
  - *Reparación del concreto*: reparar la zona con una mezcla (mortero de reparación SikaTop-122 o equivalente u otro material descrito en la ACI 546R-14). El área de aplicación debe ser imprimada previamente con una pequeña cantidad del mismo producto, frotándolo fuertemente contra la superficie con la mano enguantada; y esperar entre 5 y 10 minutos para proceder a la aplicación del mortero. El tiempo de aplicación entre capas de concreto debe ser de aproximadamente 20 minutos.
  - *Curado*: curar la mezcla con Antisol Blanco, o forrar en Vinipel, inmediatamente después de la aplicación del mortero para que éste adquiera la resistencia necesaria.

## 4.1 Recomendaciones

- A continuación, se muestra una sierra eléctrica recomendada para el corte de los elementos de concreto del proveedor Ideas Civiles S.A.S. Este equipo se encuentra disponible en la ciudad.



Foto 6. Fotos de sierra eléctrica de Ideas Civiles S.A.S.

- Supervisión técnica: debe cumplirse con lo establecido en el numeral A.10.1.6 de la NSR-10 en el que se estipula que la intervención al sistema estructural existente debe someterse a una supervisión técnica siguiendo el Título I.

## BIBLIOGRAFÍA

Agencia APP. (2021). *Modernización Unidad Deportiva Atanasio Girardot. Rehabilitación Estadio Existente - Edificio 1.* Medellín.

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS). (19 de marzo de 2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10).* Recuperado el 15 de enero de 2021, de AsoSísmica: https://www.asosismica.org.co/publicaciones/publicaciones-tecnicas/