

INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN Y OBRA CIVIL

Nº DE TRABAJO: C16-042.01

Fecha: 2016-12-09

PRESUPUESTO: P16-A.076.01

PETICIONARIO: AYUNTAMIENTO DE VALLADOLID

OBRA O ESTUDIO:

ESTUDIO DE PATOLOGÍAS

ESTADO JOSÉ ZORRILLA, VALLADOLID

CONTENIDO:

INFORME TÉCNICO (48 pag.)

ANEXOS: LEVANTAMIENTO DE LESIONES
MEDICIONES

REALIZACIÓN:

Jaime Llabrés Moreno, Arquitecto

Juan Carlos Montero Piedrahita, Analista de Laboratorio

SUPERVISIÓN:

Jaime Llabrés Moreno, Arquitecto

Director técnico

INDICE

1. ANTECEDENTES

2. OBJETO

3. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

3.1. ESTRUCTURA

3.2. MATERIALES Y NORMATIVA

4. CONTROL REALIZADO

4.1. ESTUDIO DE DOCUMENTACIÓN

4.2. INSPECCION VISUAL

5. ANÁLISIS DE LAS PATOLOGÍAS

5.1. ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO

5.2. ESTRUCTURAS METÁLICAS

5.3. PANELES DE FACHADA

6. PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN

6.1. ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

6.2. ESTRUCTURAS METÁLICAS

7. CONCLUSIONES

ANEXOS

LEVANTAMIENTO DE LESIONES

MEDICIONES Y VALORACIÓN ECONÓMICA

1. ANTECEDENTES

Por parte del EXCMO. AYUNTAMIENTO DE VALLADOLID se solicita a INCIDEC SL un informe de evaluación estructural del ESTADIO DE FUTBOL JOSE ZORRILLA, incluso una estimación del coste total de las reparaciones que se deberían llevar a cabo.

Partiendo de la investigación llevada a cabo por CESECO SA en su informe JL-191/09, fechado en diciembre de 2009, se realizará un nuevo control visual de las patologías analizadas en el anterior informe.

2. OBJETO

Como objeto del estudio se ha propuesto el análisis del estado actual de la estructura, partiendo de las patologías anteriormente detectadas, descritas en el informe JL-191/09, y su evolución, además de las nuevas lesiones que hubiesen surgido tras estos últimos siete años o no fuesen detectables en el estudio anterior.

Complementariamente a la determinación del estado de conservación de la estructura y estudio de las patologías que pudiesen afectar a la seguridad del edificio, se cuantificará de la forma más precisa posible el alcance de las lesiones para poder determinar el coste de las reparaciones necesarias para devolver al edificio a unas condiciones de seguridad adecuadas.

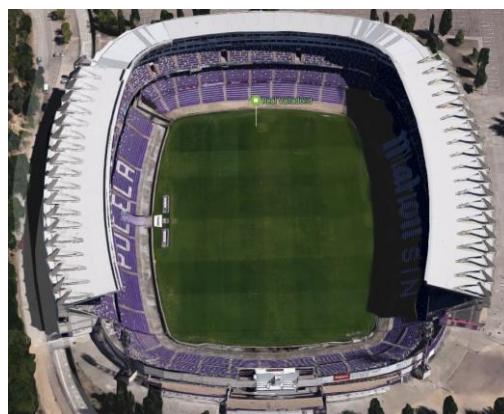
Como condiciones de seguridad adecuadas para la estructura, se consideran las descritas en la normativa con la que se edificaron las dos fases del estadio, EH-80 y EH-82 'Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado', NBE MV 102-1975 'Acero laminado para estructuras de edificación' y NBE MV 108-1976 'Perfiles huecos de acero para estructuras de edificación'.

Por otro lado, se considerarán también condiciones de seguridad para los usuarios por la caída de fragmentos de hormigón que se pudiesen desprender por la corrosión de las armaduras, para cuyo caso se tomará de referencia el anejo 9 de la Instrucción de hormigón Estructural EHE-08.

3. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

La tipología del estadio es la habitual en este tipo de construcciones, el graderío del anillo superior es a su vez la cubierta bajo la que se organizan los accesos, recorridos, aseos y distintos espacios de organización necesarios dentro de un estadio de fútbol. Existe un graderío inferior que desciende hasta la cota del terreno de juego a un nivel inferior al nivel de accesos. El graderío del anillo superior se cubre con una marquesina, la mitad de ella apoyada en pilares intermedios (grada norte) o colgada (gradas lateral y principal), y la segunda mitad en voladizo. Estas marquesinas también sirven de soporte de las instalaciones de iluminación del campo de juego, junto a dos torres situadas en el lateral sur, al ser esta la única zona de graderíos sin cubierta.

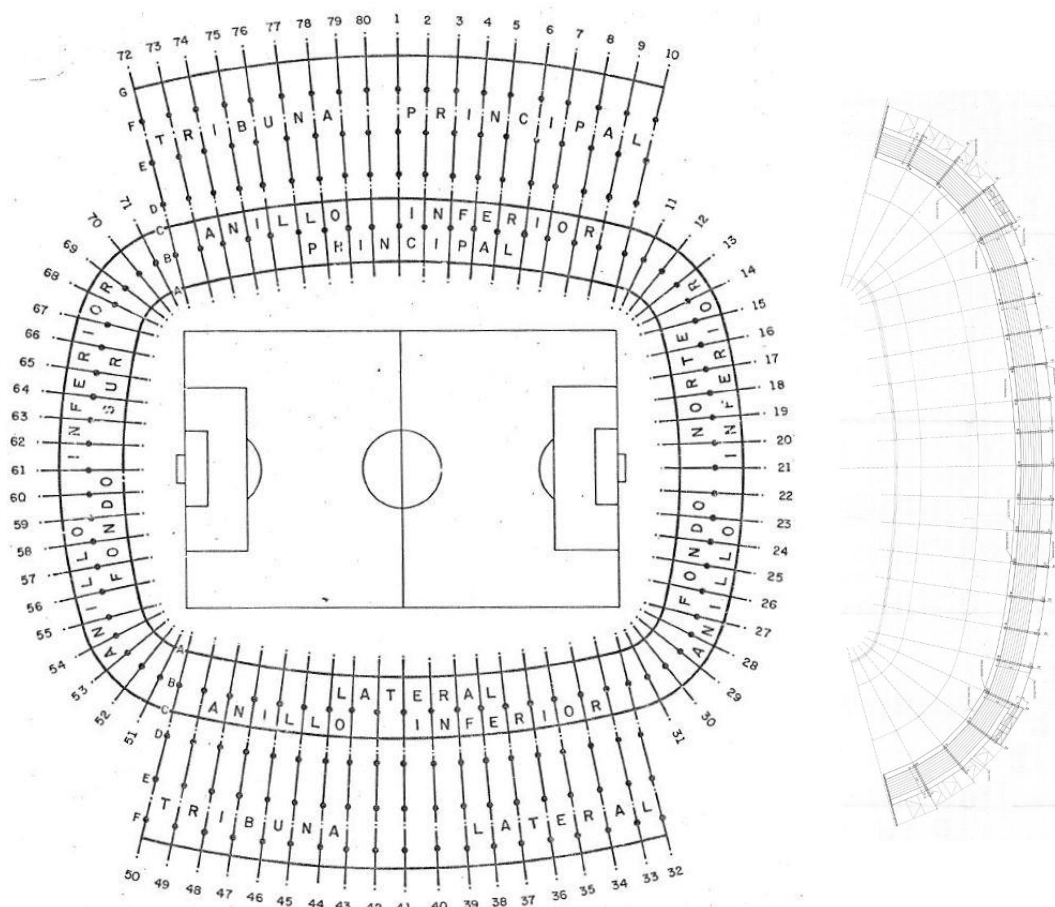
La construcción original data del año 1981, y está compuesta por el anillo inferior, graderío y tribuna principal (oeste) y graderío y tribuna lateral (este), así como las marquesinas de estas dos tribunas. La tribuna del fondo norte, Realizándose la ampliación del fondo norte en el año 1986, cerrándose ese frente con los palcos y la cubierta, con el aspecto que presenta en la actualidad (fig.2).



No se tiene información otras intervenciones realizadas sobre el edificio, como los refuerzos metálicos realizados sobre los pilares de hormigón armado de la planta inferior de la tribuna norte, o los refuerzos con chapones de acero sobre las ménsulas de estos mismos pórticos. Tampoco se conocen intervenciones de reparación o mantenimiento sobre elementos estructurales, tanto de acero como de hormigón armado

3.1. ESTRUCTURA

La estructura se describe según el Proyecto de Ejecución fechado en febrero de 1980. Las alineaciones a las que se hace referencia son las del siguiente esquema, desde la alineación A en el anillo inferior hasta la alineación G en el anillo superior.



a) Anillo inferior formado por pórticos radiales de hormigón armado de dos vanos, hormigonados sobre el talud. La separación entre pórticos es de unos 6m. La viga dintel es de 0.50m (ancho) x 0,70m (canto). El pilar intermedio (alineación B) es de 0.5 x 0.4m mientras que en el lado exterior (alineación C) se dispone un muro de 0.4 m, de canto y 2,00m de altura para contener las tierras excepto en la zona de la tribuna principal, en la que se suprime el muro y se proyecta un soporte de 0.4 x 0.4m. Del lado interior (alineación A) los pórticos se apoyan directamente sobre zapatas, y se dispone de una viga de atado de 0.3 x 0.80 m en todo el contorno del terreno de juego.

En la zona de fondos el muro de contención se realiza a base de piezas prefabricadas de resistencia suficiente.

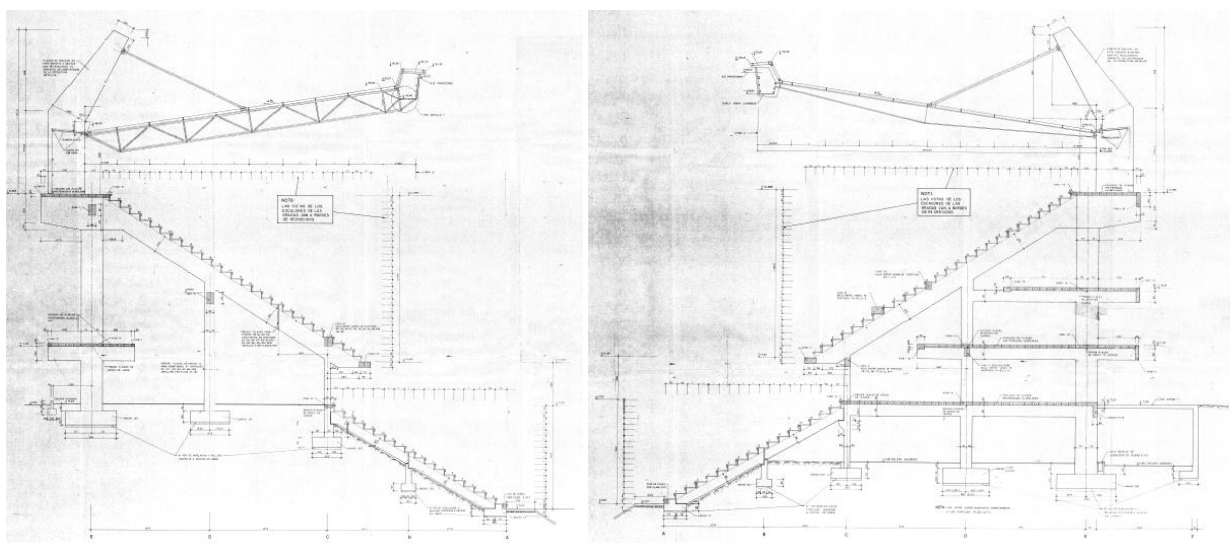
La cimentación está resuelta, de acuerdo con el informe geotécnico realizado por EUROESTUDIOS, S.A mediante zapatas aisladas de hormigón armado, para una tensión admisible de 4 kg/cm^2 .

Las gradas apoyan directamente sobre los recrecidos de hormigón armado de los dinteles y básicamente consisten en piezas de sección en L de hormigón pretensado, de un espesores de unos 6cm., y un canto de 38cm En las de sentado y piezas de sección rectangular de 0.50m en las de pie (placas alveoladas)

b) Tribuna lateral, cuya estructura consiste en 19 pórticos iguales de dos vanos de 10.50m cada uno y dos vuelos. La distancia entre pórticos oscila de 6 a 7m.

Del lado del terreno de juego, el vuelo es de 2,20m., con un canto variable desde 0.40m en el extremo y 1.40m en el apoyo. El ancho es de 0.50m., Los dinteles de los vanos son de 0.50m de ancho por 0,40 de canto sin contar los recrecidos para apoyos de las gradas. El voladizo posterior, de 2.75m de vuelo desde la cara del pilar, tiene un ancho de 0.75 m. y un canto variable de 3,50m. a 3,00 m en la punta.

Sobre este vuelo se levanta una gran cabeza de hormigón armado, para empotrar la cercha de cubierta. La altura total de esta cabeza es de 11.44m sobre la cara superior del voladizo, su ancho de 2,50 m, y su canto de 0.50 m, con diversos rehundidos y resaltos impuestos por razones estructurales y estéticas.



Existen entre soportes, vigas de atado transversales en la alineación D y en el frente del voladizo inferior y en la alineación E, las cuales valen a su vez como parte del pasillo de las tribunas.

Las vigas transversales llevan las correspondientes juntas de dilatación, mediante apoyos a media madera.

c) Tribuna principal. Se diferencia de la lateral en que no existe la losa de entreplanta, pero existen forjados intermedios a las cotas +7.95, +12.45 y +16.92. El forjado a cota +7.95 se extiende desde el eje C al eje D, y es perpendicular a los pórticos, de forma que las vigas que lo soportan son de 0.50 x 0.70 (entre ejes C y D) y 0.50 x 1.00m (entre ejes D y E). El forjado, de tipo de placas alveolares pretensadas de 0.20m de espesor con anchos de 0.50 y 1.00m se apoyan sobre los dinteles de los pórticos, con lo que se disponen de vigas transversales de atado entre pilares del mismo canto, y embebidas. Sobre el túnel de acceso de vehículos, y a cota +7.80, se dispone de una losa maciza de 0.30m para cubrirlo, que apoya en la alineación E en una viga de 0.30 x 1.00m que sirve además de atado entre los pórticos y en un muro corrido en el otro extremo, alineación F, cuyo espesor es de 0.40m, cimentado sobre una zapata de 1.50m de ancho y canto variable de 0.40 a 0.70 m. la planta a cota +12.45 se extiende entre los módulos D y E volando desde el eje D hacia el C 3.35m y desde el E hacia el exterior 3.00 m.

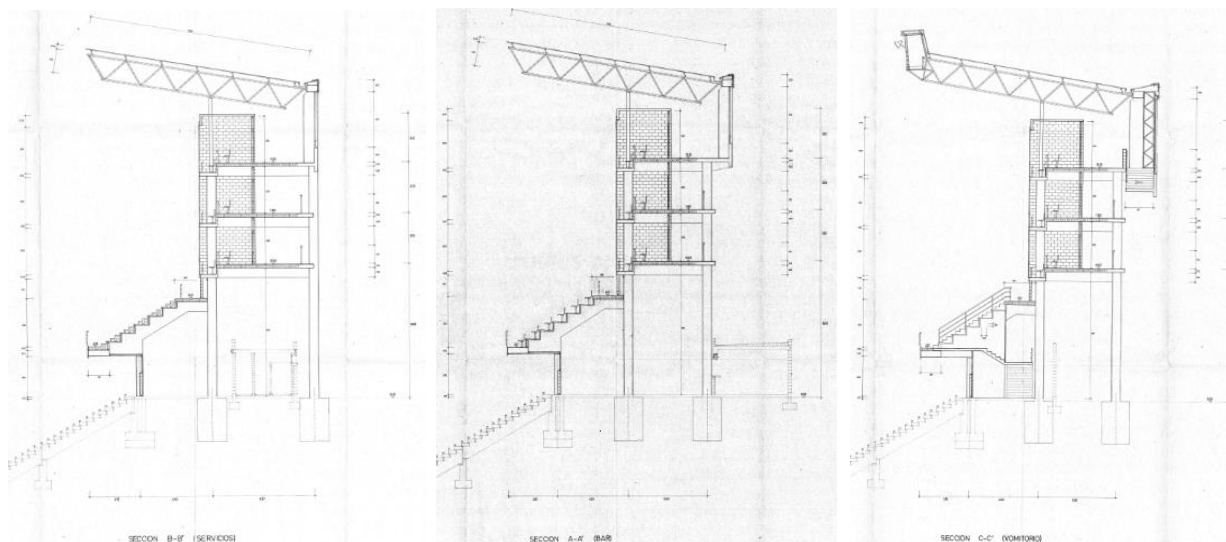
El dintel del pórtico en esta planta es de 0.50 x 1.00m y lleva las correspondientes vigas transversales entre pilares de 0.20m de canto, además de una uniendo los extremos de los voladizos de la alineación E, de dimensiones 0.30 x 1.00m

La planta a cota +16.92 se extiende desde un punto situado a 3.20m de la alineación D, hasta un vuelo de la alineación E lo mismo que en la planta inferior, y con la misma viga de atado en el borde.

Las dimensiones de soportes son las mismas del pórtico lateral, al igual que la cabeza para empotramiento de las cerchas.

d) Fondos. En estas zonas las estructuras consisten solo en las cubiertas de los aseos, que consisten en forjados del tipo ya descrito, apoyados en muros de carga de bloques (que al mismo tiempo sirven de cerramiento). A parte de ello, también llevan en la zona central una cubierta desde los brazos, apoyada en el muro de bloques de fachada y en vigas y pilares de hormigón.

En el **fondo norte** se realizó una intervención cuyas secciones significativas son las recogidas en las figuras siguientes:



3.2. MATERIALES Y NORMATIVA

El tipo de acero utilizado, según se identifica grabado en varios perfiles, es del tipo A 42b, adaptándose a la normativa de la época NBE MV 103-1972 Cálculo de estructuras de acero laminado en edificación NBE MV 102-1975 Acero laminado para estructuras de edificación y NBE MV 108-1976 Perfiles huecos de acero para estructuras de edificación.

Respecto al hormigón armado de cimentación, pilares, vigas y forjados, los correspondientes a la primera construcción cuyo proyecto data del año 1981, se adapta a la norma EH-80, mientras que la ampliación de la grada norte ha realizado conforme a la EH-82 (sin diferencias significativas), datando el proyecto al año 1984.

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGUN EH-82						
ELEMENTO	LOCALIZACION	ESPECIFICACION DEL ELEMENTO según EH-82	NIVEL DE CONTROL según EH-82	COEFICIENTE DE PONDERACION		
				k_s	γ_s	γ_r
HORMIGON	CIMENTACIONES Y MUROS	H-150	PROBETAS	1,50		
	PILARES	H-200	PROBETAS	1,50		
	VIGAS	H-200	PROBETAS	1,50		
	LOSAS Y FORJADOS	H-200	PROBETAS	1,50		
ACEROS DE ARMADURAS	ZAPATAS Y PILARES FORJADOS Y VIGAS	AEH-400 N AEH-500 N	NORMAL		1,15	
EJECUCION	IGUAL EN TODA LA OBRA		NORMAL			1,00

4. CONTROL REALIZADO

4.1. ESTUDIO DE DOCUMENTACIÓN

Como base del estudio es fundamental la información recogida en el informe JL.191/09 del año 2009, no sólo por los datos que aporta sino también por la evolución de las lesiones durante los últimos siete años en los que no se han realizado labores de mantenimiento en lo que a la estructura se refiere. Por ello se analizará toda la documentación aportada en dicho informe así como las fotografías que en su día se tomaron, permitiendo realizar un estudio comparativo que determine las prioridades de reparación.

4.1.1. Estructura de acero laminado

En el estudio de 2009 se realizaron ensayos de determinación de la profundidad de las picaduras en los puntos que se advirtieron más desfavorables, encontrando que puntualmente la sección máxima perdida es de entre el 5 y el 7,5%. Esta pérdida de sección se produjo durante un periodo de 28 años al que debemos añadir otros 7 años más (un cuarta parte) en condiciones de exposición similares, aunque con el agravante de que en las partes donde ya no existe protección anticorrosiva el proceso será mayor de lo que fue en los primeros años.

Aumentando la pérdida de sección máxima en una cuarta parte en los puntos desfavorables, se podría estimar un valor entre el 6,3% y el 9,4%. No superior al 10% con el que se minoran los aceros según la MV.102-1975, en los casos donde no viniese garantizado el límite elástico.

Por tanto consideramos que, salvo puntos no accesibles en los que durante la rehabilitación se detecten daños mayores, no será necesario complementar refuerzos de acero en las estructuras de acero laminado.

Por otro lado, según los ensayos de adherencia realizados en el estudio de 2009, las zonas donde se ha conservado en buen estado la imprimación anticorrosiva, las pinturas que sobre ellas aún se mantienen, presentan problemas de adherencia, por lo que se deberán eliminar antes de aplicar cualquier tipo de acabado sobre estos perfiles.

4.1.2. Corrosión de aceros en hormigón armado

En cuanto al estudio sobre la carbonatación del hormigón, expuesto en el informe de CESECO JL-191/09, se determinó que en todos los casos el grado de carbonatación era elevado, con los siguientes valores representativos:

- Tribuna lateral (Estructura hormigonada en 1981):

- Número de muestras: 2
- Coeficiente K medio: 4.35
- Coeficiente K máximo: 4.91
- Desviación estandar: 0,80

- Tribuna norte (Estructura hormigonada en 1986)

- Número de muestras: 4
- Coeficiente K medio: 5.22
- Coeficiente K máximo: 6.05
- Desviación estandar: 1,13

Según el anejo 9 de la EHE-08, la profundidad de carbonatación teórica en un hormigón, puede modelizarse mediante la siguiente función:

$$d = K \sqrt{t}$$

Sea:

- d** Profundidad de carbonatación o penetración del agresivo en mm.
- t** Tiempo en años.
- K** Coeficiente que depende del tipo de proceso agresivo, de las características del material y de las condiciones ambientales

A partir de estos valores y la actual edad del hormigón, se puede estimar la profundidad de carbonatación en cada uno de los puntos ensayados por CESECO en diciembre de 2009, con los siguientes resultados:

Testigo	Localización	Edad (años)	Valor de "K"	Profundidad de carbonatación (mm)
T-1.	Tribuna Norte	30	5,63	31
T-2	"	30	5,63	31
T-5	"	30	6,05	33
T-6	"	30	3,55	19
T-3	Tribuna lateral	35	4,91	29
T-4	"	35	3,78	22

Tomando un recubrimiento medio teórico de 30mm, vemos que en la tribuna norte el proceso de corrosión se podrá iniciar con mucha probabilidad en prácticamente toda la estructura (contando con la acción del agua).

En el resto del estado, tribunas lateral y principal, la calidad del hormigón de cara a la durabilidad es superior a pesar de ser más antiguo, pero igualmente se encuentra al límite de su vida útil si no lo ha superado ya.

Todos los armados de los hormigones, se encuentran en riesgo de corrosión o con daños por corrosión. Por lo que se deberá sanear las zonas dañadas y aplicar a todas las superficies de hormigón visto un inhibidor de corrosión con alta capacidad de penetración.

Excepcionalmente, la zona interior de la tribuna principal donde la exposición al ambiente exterior ha sido menor y el hormigón es de mejor calidad en cuanto a su durabilidad respecto al de la tribuna norte, se podrá evitar aplicar tratamientos inhibidores de corrosión en favor de un tratamiento superficial de protección anticarbonatación, mucho menos costosos.

Tras la inspección visual se determinarán las zonas donde la corrosión de los armados ha provocado la pérdida de adherencia de los hormigones de recubrimiento y el consiguiente riesgo de desprendimiento. En estos puntos se deberá realizar un tratamiento en profundidad para eliminar dichos hormigones y sanear los aceros.

4.2. INSPECCIÓN VISUAL

4.2.1. Estructura de hormigón armado

Se organiza la descripción de las lesiones detectadas en las estructuras de hormigón armado a partir de los siguientes grupos:

- Cimentaciones y muros de contención
- Pórticos de hormigón armado “in situ”
- Pilares prefabricados
- Graderíos y placas alveolares prefabricados

Sabiendo que una gran parte de los daños que nos vamos a encontrar, a partir del informe anterior, se trata de daños por corrosión de los armados debido a la carbonatación de los hormigones y para determinar la gravedad del proceso patológico y su posible urgencia en la reparación, debemos conocer con detalle cómo evoluciona dicha patología. Sabemos que el primer síntoma que presenta un elemento estructural en el que se haya iniciado la corrosión es la aparición de fisuras coincidiendo con la situación de los armados. Estas fisuras, en un principio capilares, provocadas por las tensiones originadas por la herrumbre expansiva formada alrededor de las barras, va abriéndose con el paso del tiempo a la vez que empiezan a aparecer otras coincidiendo con el plano de los estribos o cercos. La velocidad con que la corrosión va avanzando y la fisuración va incrementándose, depende del grado de carbonatación del hormigón, acceso de oxígeno, humedad y concentraciones de iones cloro. Al llegar a un determinado valor de la corrosión se producen el desprendimiento de las esquinas de los elementos estructurales o de todo el recubrimiento si la cuantía de acero es muy grande y se origina la delaminación del hormigón.

Todas las fisuras iniciales provocadas por la expansión de la herrumbre, son fuente de entrada de agua y agentes contaminantes, y puesto que el hormigón se encuentra carbonatado y sin capacidad de proteger al acero, se agravan de forma exponencial los daños. Al quedar las armaduras expuestas al aire libre, la corrosión sigue avanzando a mayor velocidad y el volumen aparente del óxido, que en un principio era de 3 a 4 veces el del acero desaparecido, puede llegar a ser hasta 10 veces mayor.

En el anexo del presente informe se incluye un levantamiento de daños y sus respectivas mediciones, con especial atención a las zonas donde los hormigones deberán sanearse hasta alcanzar la línea de armados y detener el proceso de corrosión, cubriéndolo posteriormente con morteros especiales y finalmente aplicando los inhibidores de corrosión en superficie para minimizar el riesgo de que se reactive la corrosión en los puntos donde no se haya accedido directamente.

4.2.1.1. Cimentación y muros de contención.

Como es natural, la cimentación se encuentra oculta y no accesible, salvo la cara visible de los muros de contención de tierras que acompaña a la rampa de acceso a la planta sótano, la cual no presenta patologías significativas. Tan solo se detectan pequeñas deformaciones del extremo superior de los muros en ménsula sin ninguna repercusión destacable.

4.2.1.2. Pórticos de hormigón armado “in situ”.

Además de las lesiones por efecto de la corrosión de los armados, se destacan las fisuras por efecto de las sobrecargas de viento en la tribuna norte, que ya se informó en el documento JL-191/09 de diciembre de 2009.

Se aprecia un aumento de las zonas degradadas por la corrosión de los armados, mostrando respecto al control realizado hace siete años un mayor número de puntos en los que el hormigón se encuentra con riesgo de desprendimiento por el empuje de la herrumbre expansiva.

Un gran número de puntos detectados con corrosión en las armaduras se encuentran a gran altura y en la misma vertical de espacios públicos de gran afluencia, suponiendo un grave riesgo para los usuarios por el desprendimiento de fragmentos de hormigón y por lo que requieren una actuación urgente.

Podrá parecer menos urgente la reparación de las bases de los pilares de plantas altas, pero estos puntos están provocando la corrosión de los armados próximos de pilares y techos de plantas inferiores, suponiendo el mismo riesgo.

De las lesiones en los pórticos de la tribuna norte, se determinó en el estudio de 2009 que se había sobrepasado el Estado Límite Último de todos los pórticos debido al esfuerzo de cortante provocado por una sobrecarga de viento no para la que no fue diseñado, apareciendo fisuras a 45° en la viga bajo el forjado de planta superior y en el extremo de fachada. Puntualmente también se localizó en el pórtico 13, una fisura vertical en la ménsula que soporta el pilar de la planta superior.

2009:



2016:



En la inspección realizada para la redacción de este informe, destacamos que se han observado los siguientes cambios:

- Aparición de fisuras similares a la del pórtico 13 en la totalidad de las ménsulas que no se encuentran ocultas por el refuerzo metálico.
- Progresión significativa de la corrosión y degradación del hormigón en los pórticos afectados por filtraciones de agua



Se observa también una ligera deformación de los refuerzos que se ejecutaron chapones de acero de 12mm en los pilares 14 y 28. Estos se podrían deber a movimientos térmicos diferenciales entre la línea de fachada de la planta superior respecto al nudo superior del pilar inferior.

4.2.1.3. Pilares prefabricados

Los pilares prefabricados del fondo sur, responsables de la sujeción de los paneles de cerramiento exterior, presentan daños con fisuras verticales paralelas al armado principal de las esquinas y que provocan el desprendimiento de fragmentos del recubrimiento de hormigón. Las bases de estos pilares, más afectadas por el agua, también presentan de forma generalizada fisuraciones paralela a los estribos.

El escaso recubrimiento del armado es el responsable de esta patología, una vez que la carbonatación del hormigón ha llegado hasta el armado,

este queda sin protección y se inicia el proceso de corrosión en el acero, generándose la herrumbre expansiva que presiona sobre el horigón del recubrimiento, lo fisuras y finalmente provoca su desprendimiento.

En el levantamiento de lesiones se detallará los elementos donde será necesario una intervención de saneado lineal y reconstrucción, paralelo a los armados con corrosión, además de la aplicación de un inhibidor de corrosión a la totalidad del resto superficies vistas de hormigón.



Para este tipo de elementos exentos que sólo soportan el vallado perimetral y publicitario, no es descartable plantear su demolición como solución más rentable a largo plazo.

4.2.1.4. Graderíos y placas alveolares prefabricados

Los graderíos están formados por prefabricados de hormigón en forma de L, probablemente armados con alambres pretensados repartidos equidistantemente a lo largo de toda la sección.

En la cara superior de la grada se acumula agua que en algunos casos, dada la flexión del propio elemento, acaba acumulándose en el centro del vano sin posibilidad de evacuación y filtrando por poros, fisuras y taladros de fijación de los asientos.

Progresivamente se ha ido produciendo la corrosión de los armados perdiendo la adherencia con el hormigón. Debido a esta pérdida del pretensado se van produciendo deformaciones en la placa inferior horizontal, de forma que se observan fisuras que responden a la

deformación diferencial con el paño vertical de mayor rigidez. Estas fisuras pueden ser longitudinales coincidiendo con la línea de cambio de sección, o fisuras diagonales en los apoyos laterales.



La incidencia de esta patología es relativamente pequeña, inferior al 4% en las gradas del anillo superior, para un total de aproximadamente 1.100 gradas. Esta patología es de prever también en las gradas del anillo inferior, que no son accesibles desde su cara inferior, pero dadas las condiciones de exposición más extremas estimamos que podría duplicar la incidencia con un 8%, para un total de aproximadamente 1.300 gradas.

En el apartado siguiente de la descripción de la patología, se analizará la repercusión desde el punto de vista de la seguridad.

4.2.2. Estructura de Acero Laminado

La estructura de acero laminado, en relación a su funcionalidad, la dividimos en cuatro grupos:

- Marquesina de cubrición de graderíos
- Torres de iluminación en fondo sur
- Otros perfiles de acero

De forma generalizada se observa que el acero ha perdido la protección superficial mostrando daños por corrosión atmosférica que a nivel estructural son de poca importancia a excepción de elementos singulares como las torres de iluminación. No se han identificado corrosiones debidas a esfuerzos o fatigas del material.

La diferencia que se observa en cuanto al estado de la protección de los perfiles metálicos, se atribuye a las forma de aplicación de la pintura, diferenciándose en términos generales entre los que se pudieron imprimir en taller y los que por necesidades de la ejecución se pintaron en obra, como es el caso las zonas con uniones soldadas.

4.2.2.1. Marquesina de cubrición de graderíos

Hay dos tipologías de cerchas, las construidas en el año 1981, correspondientes a las tribunas principal y lateral, y la construida en 1985 de la tribuna norte. Ambas se componen de perfiles tubulares de acero laminado, creando cerchas de sección triangular unidas por correas de perfiles de acero conformado en Z y con triangulaciones para su arriostramiento horizontal.

Las cerchas apoyan en pilares apantallados de hormigón armado en un extremo y en el centro quedan suspendidas de un tirante anclado al pilar apantallado del extremo, salvo las de la tribuna norte van apoyadas en pilares intermedios de hormigón armado. Estos últimos pilares de hormigón tienen un refuerzo de acero laminado en su tramo de planta superior, que aparentemente se ejecutó junto con los refuerzos de las

ménsulas y los rigidizadores de los pórticos del anillo superior en planta baja.

De las filtraciones y condensaciones, bajo la chapa de cubierta y en los propios perfiles, se produce de forma habitual la escorrentía de agua a lo largo del cordón inferior de las cerchas. Se genera un velo de agua sobre estos perfiles que va degradando la protección anticorrosiva y en consecuencia la propia estructura metálica.

De forma muy puntual, en zonas donde el agua ha tenido una mayor presencia, el daño en forma de picaduras o pérdida de sección es algo mayor a lo descrito. En la inspección realizada no se ha encontrado ningún punto que requiera de medidas urgentes de prevención.

En cuanto a las cerchas, la mayoría de los perfiles disponen de dos capas de pintura. En los extremos de las cerchas donde se están las soldaduras ejecutadas "in situ" y perfiles usados para ensamblar las piezas traídas de taller, se aprecia una única capa de pintura, si es que no ha desaparecido por efecto de la corrosión. Estos perfiles y soldaduras deteriorados se reparten aleatoriamente a lo largo de la totalidad de la marquesina.

En aquellos perfiles donde se identifican las dos capas, la capa sobre el soporte se aprecia en buen estado, y es la segunda capa la que aparece cuarteada y con pérdida de adherencia respecto a la primera capa. Esta capa desaparece en las superficies más dañadas, pero el acero se conserva en buen estado debido a la presencia de la primera capa de pintura.

En cuanto a las correas, se distinguen dos estados de conservación, diferenciados por el tratamiento anticorrosivo o lo que queda de él. Salvo en las 5 primeras crujías de los dos extremos de la tribuna norte, se mantiene prácticamente intacta la primera capa de pintura sobre el acero, y es en estas zonas, donde aparentemente solo ha existido una capa que ha desaparecido o se encuentra mal adherida y ya no protege el acero.

La marquesina de las tribunas lateral y principal está soportada en su punto central por tirantes de acero. Estos tirantes, en el extremo superior, se componen de perfiles huecos soldados a sendas chapas y ancladas por ambos laterales a un pilar apantallado de hormigón armado. Los perfiles huecos se prolongan mediante soldadura a perfiles tipo UPN empresillados, que abrazan y se unen también mediante soldadura a los cordones superiores las cerchas principales de la marquesina.

Desde la cara inferior de la cubierta se ha podido comprobar el estado de las soldaduras que unen los tirantes con las cerchas, que sin mostrar signos de fatiga o pérdidas de sección significativas por la corrosión. Aunque sí se considera imprescindible la reposición de la pintura anticorrosiva para garantizar su durabilidad.

De los tirantes en su extremo superior de anclaje a los pilares apantallados, tampoco se encontraron signos de agotamiento en ninguno, ya sea el hormigón armado como en el acero laminado o las soldaduras de unión.

El remate que colocado en los tirantes de la tribuna lateral, salvo los cuatro últimos de los pórticos 47, 48, 49 y 50, en el resto de los casos se trata de perfiles estéticos sin ninguna función estructural. Sí son estructurales los cuatro anteriormente mencionados, el resto es muy probable que se colocasen para dar continuidad estética, con soldaduras de punteadas.

Podemos concluir que en la estructura metálica de la marquesina no se detectan signos de agotamiento, o de pérdida aparentemente significativa de sección por corrosión, pero hay que destacar que la protección que presenta el acero es en muchos casos escasa o nula siendo imprescindible su reposición para garantizar la durabilidad.

4.2.2.2. Torres de iluminación en fondo sur

Las dos torres de iluminación se componen de dos cuerpos de 20,9m y 9,10m de altura, montados aparentemente en taller salvo la unión entre ambos cuerpos, con soldaduras in situ.

El grado de pérdida de la protección anticorrosiva es generalizada, presentando un proceso de corrosión atmosférica relativamente homogéneo en la totalidad de los perfiles y sus uniones. Existen zonas especialmente sensibles por su capacidad de retener agua que habrán perdido una mayor sección.

Tras una inspección visual de las soldaduras, se observa que presentan todo tipo de defectos como, fisuras, poros, inclusiones sólidas, defectos de forma, etc, según UNE EN 6520-1. A la vista de las imperfecciones y defectos detectados, se superan ampliamente los límites establecidos en el nivel D, según UNE EN-ISO 5817, no resultando aceptables en base a la citada norma.

En los apoyos del módulo superior de ambas torres se advierten ligeras deformaciones, pudiendo deberse a una relajación de los acero. En las soldaduras existen restos de pintura que podrían disimular posibles fisuras o fallos de importancia, siendo necesario sanearlo en su totalidad para su posterior valoración antes de aplicar una nueva protección.

Considerando todos los factores desfavorables descritos, estimamos urgente una actuación que interrumpa la degradación por corrosión.



4.2.2.3. Otros perfiles de acero

Repartidos a lo largo del estado se localizan perfiles metálicos complementarios, destacando los perfiles de refuerzo de estructuras repartidos en la grada norte, algunos de ellos ya descritos en el apartado de hormigón armado.

- Ménsulas de tribuna norte
- Pilares de hormigón bajo la marquesina de tribuna norte
- Perfiles entre alineaciones D y E de planta baja en tribuna norte
- Soportes de vallas de publicidad
- Ménsula de placas alveolares en la tribuna latera
- Otros,

Todos ellos presentan en menor o mayor grado signos de oxidación e incluso corrosión homogénea o picaduras, necesitando de su limpieza y la reposición de la protección anticorrosiva.

5. ANÁLISIS DE LAS PATOLOGÍAS

Se describen a continuación los mecanismos de degradación que se están produciendo, con el objeto de proponer soluciones que no solo reparen las lesiones sino que también prevengan o ralenticen en la medida de lo posible dichos procesos de degradación.

5.1. HORMIGÓN ARMADO

5.1.1. Proceso de corrosión

En un hormigón estructural correctamente dosificado, bien elaborado y con un buen mantenimiento, el deterioro del acero no tendría por qué producirse dentro del periodo de vida útil para el que fue diseñado debido a la protección física y química que confiere el hormigón al acero.

Esta protección representa una barrera que separa el metal del contacto directo con la atmósfera. El espesor del recubrimiento y su permeabilidad son los factores esenciales que controlan la eficacia de esta barrera. La estructura porosa y la presencia de microfisuras hacen posible el ingreso de sustancias agresivas que alcanzan la capa pasiva del acero.

En la interfase acero/hormigón se forma una capa pasivante protectora, en torno a 10nm, debida a un proceso de naturaleza esencialmente electroquímica, basado en la elevada alcalinidad del hormigón (entre 12,6 y 13,5) y a la existencia de un potencial electroquímico elevado.

En el estado pasivo la corrosión es insignificante, midiéndose velocidades de corrosión inferiores a $0,1\mu\text{A}/\text{cm}^2$, pero si se produce una disminución del valor de pH, se iniciará la destrucción del estado pasivo, y por tanto valores de velocidad de corrosión mayores a $0,1\mu\text{A}/\text{cm}^2$, significarán corrosión activa.

La velocidad de corrosión depende de la disponibilidad de agua y oxígeno en la interfase acero/hormigón, la capacidad de los iones Fe^{2+} y OH^- para migrar entre zonas catódicas y anódicas, la solubilidad de los productos de corrosión y las condiciones ambientales. Esta etapa es difícil de modelizar debido a los distintos tipos de productos de corrosión que se forman, su diferente distribución a lo largo de la armadura y dentro del recubrimiento, factores que determinan cuando y donde se

fisurará y se producirá el desprendimiento del hormigón. Por esta razón, la mayoría de las predicciones de la vida útil de las estructuras se basan en determinar el tiempo requerido para iniciar la corrosión.

El periodo de propagación es inversamente proporcional a la velocidad de corrosión, cualquiera que sea el nivel de daños tolerable. A partir de las medidas in situ de velocidad de corrosión de las armaduras y la distribución de daños según la inspección visual, se puede afirmar que la intervención deberá efectuarse en la totalidad de la estructura de hormigón armado visto.

La estimación de la pérdida de capacidad portante de una estructura con la armadura corroyéndose sólo puede realizarse considerando únicamente la pérdida de sección del acero cuando el fallo del elemento se produce a flexión, aunque sean posibles otras formas de fallo por la misma causa. La experiencia demuestra que la enorme variabilidad de los factores que influyen en los progresos de los daños debidos a la corrosión de las armaduras, hacen imposible una predicción real del nivel de deterioro y de su evolución.

Si el fin de la vida útil lo determina el agrietamiento del hormigón, y este se produce para una penetración de la corrosión de $200\mu\text{m}$, una velocidad media de corrosión de $1\mu\text{A}/\text{cm}^2$, que equivale en el caso del acero a una penetración de $11,6\mu\text{m}/\text{año}$, producirá agrietamientos a los 17,2 años, independientemente del diámetro de las armaduras.

Determinación del nivel de daño

Para la toma de decisiones sobre la urgencia de intervenir y reparar una estructura dañada se estimará de forma cuantitativa su capacidad resistente residual. Partimos del planteamiento descrito por M. Fernández Cánovas en su publicación 'Patología y terapéutica del Hormigón Armado', a partir del boletín 162 de CEB (Comité Europeo del Hormigón).

Se denomina '**relación de capacidad**' la relación existente entre la capacidad resistente actual de un sistema o elemento y la acción-efecto que este sistema o elemento debe resistir de acuerdo con las normas. Basándonos en el valor de esta relación, se estimará la rigidez residual de cada componente estructural dañado.

El daño que se valorará según las lesiones observadas, será en todos los casos por ataque químico, simplificándolos en 4 niveles de daño a los que aplicaremos una estimación pseudo-cuantitativa de la 'relación capacidad' con los siguientes valores.

	Nivel de daño			
	A	B	D	E
Relación de Capacidad	0,95	0,75	0,55	0,35

Nivel A: Se ha producido pérdida de sección en las barras principales del 1 por 100. Aparecen ligeras fisuras longitudinales en las esquinas coincidiendo con la posición de las barras y no transversales en el plano de los estribos. Es frecuente la aparición de fisuras coincidiendo con estribos que disponen de un escaso recubrimiento de hormigón.

Nivel B: La corrosión de las barras principales ha dado lugar a una pérdida de sección del 5 por 100. El hormigón de las esquinas de pilares y vigas se desprende y la armadura principal queda al aire libre. Debido a la capa de herrumbre, las barras principales pierden adherencia con el hormigón.

Nivel C: La pérdida de sección en las barras principales es del 25 por 100. El hormigón de la zona de estribos se desprende y estos quedan al aire libre. Hay pérdida de adherencia de las barras con el hormigón ocasionando pérdida de anclajes en pilares frente al pandeo y en vigas frente a flexión. Se supone que el hormigón se ha debilitado en una profundidad de un centímetro como consecuencia de la corrosión.

Nivel D: En los pilares las barras principales no trabajan a compresión y pandean, produciéndose la rotura de los estribos, mientras que en las vigas la deformación por flexión aumenta progresivamente.

De la inspección realizada sobre el estadio, se han detectados de forma generalizada, un nivel de daño tipo A, y excepcionalmente en zonas muy localizadas un nivel de daño tipo B. En ningún caso se han identificado niveles de daño D o superior.

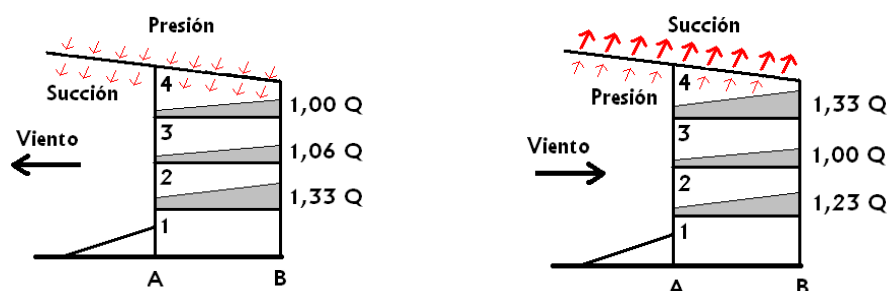
5.1.2. Fisuras por exceso de sobrecarga

Según se explica en el informe JL-191/09 se detectan fisuras de cortante. Estas fisuras demuestran que se ha sobrepasado el Estado Limite Último de los elementos estructurales afectados y por tanto no disponen del coeficiente de seguridad mínimo que se debe exigir a una estructura y necesitan reforzarse.

Esta lesión se localiza en los pórticos de la tribuna norte, concretamente en las vigas del último forjado por debajo de la marquesina, junto al nudo con el pilar extremo de fachada que soporta dicha marquesina. Las fisuras se repiten en todos y cada uno de los pórticos, tanto en los que el pilar de la cubierta apoya en la mensura contigua a la viga, como en los que mantiene la continuidad vertical con el pilar inferior.

Las fisuras detectadas se generan principalmente con una inclinación cercana a los 45° , partiendo aproximadamente desde la base del encuentro entre el pilar y la viga. **Este tipo de fisura responde al provocado por esfuerzos cortantes combinados con momentos flectores importantes**, y provocado por las cargas concentradas debido a la excesiva tracción diagonal mezclada con el efecto de la transmisión de la carga. Dichas fisuras seccionan completamente la viga, siendo visible a ambos lados de la misma.

Sobre estas vigas apoya un forjado de acceso a los palcos de la última planta, el cual no es susceptible de una extraordinaria acumulación de cargas con respecto a la planta inferior, de similar cuantía de acero y sección de hormigón, tal y como se recoge en los planos de armados del Proyecto de Ejecución. Por lo que se deduce que la única sobrecarga que puede generar una diferencia notable de esfuerzos en estas vigas respecto a la inferior, son las generadas por la presión del viento en la marquesina en la dirección norte, de forma que se acumulan las cargas sobre el pilar de fachada y reducen en la planta intermedio.



Según la segunda hipótesis representada gráficamente, se produce una redistribución de esfuerzos que aumenta sensiblemente el cortante de la planta superior con respecto a las inferiores, incluso superando a los esfuerzos de la planta primera que según proyecto dispone de un armado a cortante mayor que el de la planta afectada.

Esta hipótesis de carga se dará cuando el empuje de viento, presión más succión, provoque una concentración de esfuerzos sobre el pilar de fachada, reduciéndose al mínimo los esfuerzos sobre el pilar interior. En esta situación se produce un aumento de tensiones en el nudo inferior del pilar en su encuentro con el último forjado, provocando que aumente sensiblemente el cortante de la viga de este nudo.

En el informe de 2009 se advertía de la fisura a 45° que ahora hemos marcado en un trazo azul más grueso. En la última inspección se han detectado nuevas fisuras, que en muchos casos son casi imperceptibles (inferiores a 0,05mm), marcándolas en los siguientes esquemas en color rojo, y en otros casos combinado con la corrosión de los armados, se hacen más evidentes como las horizontales próximas al forjado superior.

PORTICOS N°:

15, 16, 17, 18, 24, 25, 26 y 27.

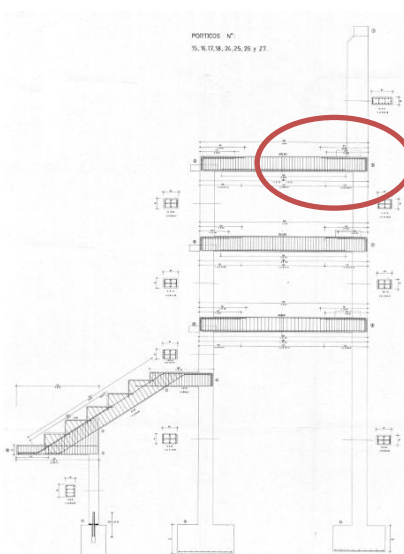


fig. 38

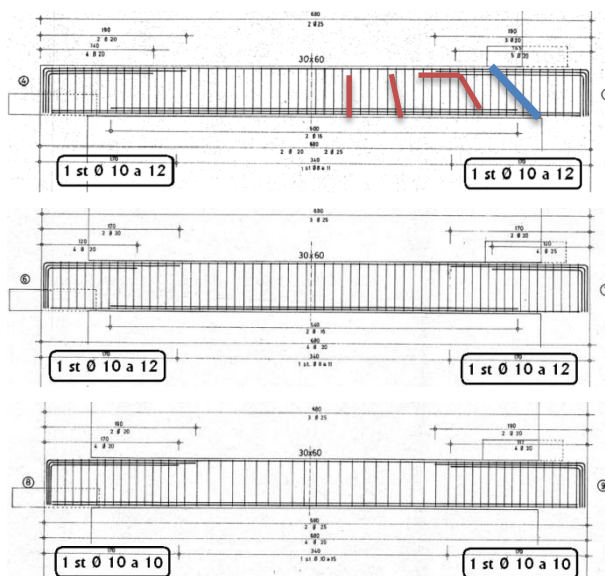


fig. 39

PORTICOS N°:

11, 12, 13, 19, 20, 21, 22, 23, 29, 30 y 31.

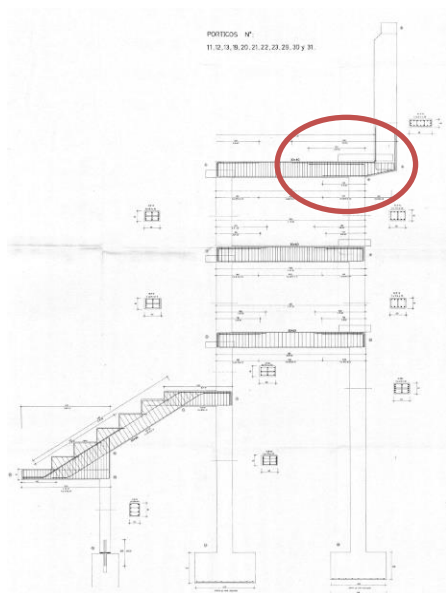


fig. 40

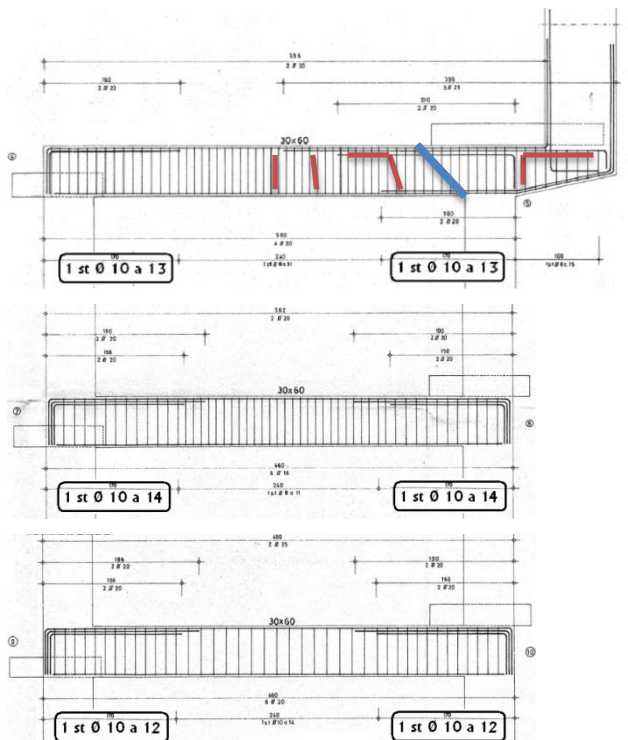


fig. 41

En el informe de 2009, sólo se describe la fisura vertical en la ménsula del pórtico 13, cuando en la inspección realizada en 2016, también se advierte dicha fisura, prolongándose horizontalmente en la parte superior de la ménsula, en los pórticos nº11, 12, 13, 29, 30 y 31, sin considerar los que se encuentran ocultos por los refuerzos metálicos nº19, 20, 21, 22 y 23.

Se desconoce en que momento se ejecutaron los refuerzos de las ménsulas 14 y su simétrica 28, además de otros refuerzos más ligeros que no abarcan el nudo con el pilar en las ménsulas centrales 19, 20, 21, 22 y 23.

Dado lo significativa de la fisura detectada en el 2009, es poco probable que no se revisasen a fondo el resto de pórticos similares buscando los mismos daños para establecer un patrón. Pero ni en las fotografías de aquella inspección ni en el informe se mencionan, salvo la excepción de la ménsula nº13, que siete años después ha dejado de ser una excepción.

Se puede establecer la siguiente secuencia cronológica:

- 1985 Construcción de pórticos de tribuna norte
- “ “ Ejecución de refuerzos de gran entidad en ménsulas 14 y 28 y refuerzos ligeros en ménsulas 19, 20, 21, 22 y 23
- 2009 Detección fisura a 45º en todos los pórticos y en ménsula 13
- 2016 Detección de nuevas fisuras de cortante en todos los pórticos y en ménsulas 11, 12 y 13 ; 29, 30 y 31

Probablemente las nuevas fisuras detectadas estaban cuando se realizó la inspección de 2009, pero serían lo suficientemente imperceptibles para pasar más desapercibidas, con amplitudes de fisura inferiores a 0,05mm.



Por tanto, hay razones para entender que el proceso patológico está sujeto a una degradación lenta pero progresiva. Estas fisuras son también una vía de entrada de agentes agresivos al hormigón armado, provocando la corrosión de los aceros y agravando la situación expuesta.

Dado el tipo de daño y la falta de seguridad frente a situaciones extremas de viento, no es posible prever una evolución para determinar un plazo máximo de intervención, por lo que se recomienda ejecutar el refuerzo lo antes posible.

5.1.3. Corrosión y deformación de gradas

En la cara superior de la grada se acumula agua que en algunos casos, dada la flexión del propio elemento, acaba acumulándose en el centro del vano sin posibilidad de evacuación y filtrando por poros, fisuras y taladros de fijación de los asientos.

Progresivamente se ha ido produciendo la corrosión de los armados perdiendo la adherencia con el hormigón. Debido a esta pérdida del pretensado se van produciendo deformaciones en la placa inferior horizontal, de forma que se observan fisuras que responden a la deformación diferencial con el paño vertical de mayor rigidez. Estas fisuras pueden ser longitudinales coincidiendo con la línea de cambio de sección, o fisuras diagonales en los apoyos laterales.

En cualquier caso, dada la geometría del elemento, considerando que no existen deformaciones en el tramo vertical y que el tramo horizontal apoya a lo largo de uno de sus lados sobre el prefabricado inferior, no se advierte riesgo de colapso de ningún elemento. Sí se considera necesario interrumpir las filtraciones de agua para evitar en lo posible que continúe el proceso de corrosión.

Será necesario aplicar inhibidores de corrosión para minimizar los riesgos de corrosión. Al ser elementos con alambres pretensados no se considera el picado del hormigón para sanear los aceros, pudiendo resultando más costoso reparar la grada que sustituirla.

No se han detectado deformaciones en las gradas que requieran de refuerzos estructurales, pero si continuase la corrosión y finalmente se considere esta alternativa, una forma sencilla de reforzarlas sería fijar un elemento resistente de acero en L, desde el vértice de la cara inferior, que garantice la unión entre el paño vertical y el horizontal.

5.2. PANELES PREFABRICADOS DE FACHADA

La fachada de la tribuna principal está cerrada con paneles prefabricados tipo sándwich de hormigón reforzado con fibras y con placas de poliestireno expandido en su interior.

La degradación de los paneles prefabricados de fachada está vinculada a la entrada de agua desde los extremos superiores de cada uno de los paneles, ya sea desde el alfeizar de los paneles intermedios e inferiores o desde las albardillas de los paneles superiores. Dicha entrada de agua se produce a través de pequeñas roturas favorecidas por el reducido espesor de la pared del panel, con 6 a 10mm.

Una vez entra el agua en su interior, el hormigón va perdiendo la escasa adherencia con la placa de poliestireno. El agua con las heladas, las sales y su cristalización, el sol y los cambios drásticos de temperatura, hace que el panel se vaya fisurándolo y cuarteándolo de forma progresiva. La presión y succión del viento contribuye a su deterioro, hasta que finalmente acaban cayendo los trozos cuarteados y sin adherencia al soporte.

En el interior de los paneles, se detectan 6 núcleos macizados con un mortero muy cargado de fibras, con aproximadamente 15x15cm, distribuidos de forma centrada en una cuadrícula vertical de 3 x 2, incluyendo un armado para la unión de las dos caras del panel.



6. PROPUESTAS DE REPARACION

6.1. Hormigón armado

Al margen de los métodos de electroquímicos para la rehabilitación de estructuras dañadas por la corrosión, como la realcalinización electroquímica o la protección catódica, dadas las características de la estructura y las lesiones estudiadas, se propone el sistema tradicional de reparación basado en la reparación del hormigón deteriorado, eliminándolo parcial o totalmente, dependiendo del alcance del daño. Considerando que la capacidad resistente residual es suficiente en todos los casos, y no se prevé la necesidad de ejecutar apuntalamientos provisionales, los pasos a seguir son los siguientes:

- a. Eliminación del hormigón deteriorado. Puede realizarse mediante medios manuales o mecánicos, extendiendo la operación hasta la parte posterior de las barras, dejando libres unos 2cm por detrás de estas para poder limpiarlas fácilmente, ya sea con chorro de arena o de agua a presión controlada.

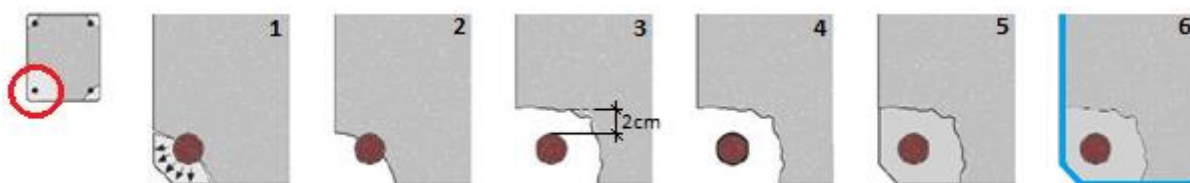
La identificación del acero sano deberá realizarse por personal especializado. Este acero se mostrará con motas de hormigón perfectamente adheridas, con coloraciones blanquecinas o grises propias del cemento, incluso una vez cepillado manualmente con un cepillo de púas. En el caso de presentar corrosión es fácil su identificación, pero si presenta una ligera capa de oxidación no adherente es más complicado, presentándose el acero aparentemente sano e incluso extremadamente limpio una vez cepillado ligeramente.

- b. Sellado de fisuras. En el caso de que existan en el núcleo del hormigón se deben inyectar con una resina epoxi de baja viscosidad.
- c. Restauración de la capacidad resistente de las armaduras. No se ha previsto ningún caso, pero en el caso de descubrirse algún tramo con pérdidas de sección superior al 15% es necesario recalcular la estructura o restaurar la capacidad inicial del acero. Esta última se realiza cortando los segmentos de barra debilitados y reemplazándolos por otros mediante soldadura o atado con alambres donde sea posible el solape.

- d. Recuperación de la sección original de hormigón. Puede ser necesario aplicar una capa de adhesivo epoxi a las armaduras y al hormigón antiguo para facilitar la adherencia del hormigón nuevo. Son muy numerosos los tipos de mortero de reparación, pudiendo ser de base orgánica, inorgánica o mixta, cumpliendo con la Norma UNE-EN 1504-3 "Reparación estructural y no estructural"
- e. Aplicación de un tratamiento superficial. No es suficiente con la aplicación de un revestimiento de protección anticarbonatación o un simple obturador de poros, se deberá aplicar un inhibidor de corrosión con alta capacidad de penetración.

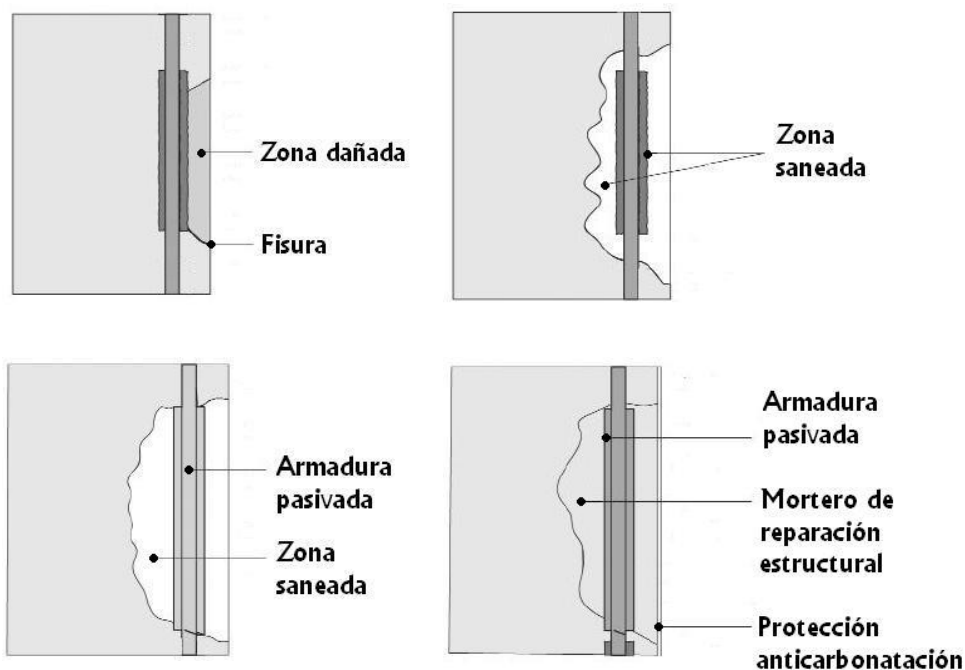
Los morteros de reparación pueden ser de dos tipos, los basados en cemento y los basados en polímeros como resinas epoxi, de poliéster y acetatos de polivinilo. La elección depende del ambiente al que está expuesta la estructural, considerando que no se trata de un ambiente marino ni enterrado.

En cualquier caso, los productos aplicados deberán estar diseñados de acuerdo a la norma UNE-EN 1504-7 "Protección contra la corrosión de las armaduras"



- 1 Corrosión expansiva y formación de fisuras superficiales
- 2 Caída del recubrimiento prevista
- 3 Zona a reparar
- 4 Pasivación de la armadura
- 5 Aplicación de mortero de reparación
- 6 Protección anticarbonatación o Inhibidor de corrosión con alta capacidad de penetración

Esquema tipo de la intervención:



Dada la elevada profundidad de carbonatación, en términos generales superior a 30mm, es necesario aplicar el inhibidor de corrosión en todas las superficies de hormigón visto. Excepcionalmente se podrá evitar dicho tratamiento a la estructura interior de la tribuna principal.

6.1.1. REVESTIMIENTO PROTECTOR DEL HORMIGÓN ARMADO FRENTE A LA CORROSIÓN

MEDICIÓN: 25.000 m² (Hormigones vistos de pórticos, vigas, losas y forjados)

PRESUPUESTO ESTIMADO: 1.000.000 €

ESTIMACIÓN DE COSTES DIRECTOS

m² **Impregnación incolora inhibidora de la corrosión, de baja viscosidad, a base de silano organofuncional**, como protección superficial del hormigón armado frente a la corrosión, aplicada en **2 capas**, con **0,33 l/m²** de consumo medio por capa.

Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1- Materiales				
I	Impregnación incolora inhibidora de la corrosión, de baja viscosidad, a base de silano organofuncional, para la protección frente a la corrosión de elementos de hormigón armado y pretensado, según UNE-EN 1504-2.	0,660	50,93	33,61
Subtotal materiales:				33,61
2- Mano de obra				
h	Oficial 1ª construcción.	0,180	17,24	3,10
h	Peón ordinario construcción.	0,180	15,92	2,87
Subtotal mano de obra:				5,97
%	3- Costes directos complementarios	2,000	39,58	0,79
Costes directos (1+2+3):				40,37

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Aplicación de **impregnación incolora inhibidora de la corrosión, de baja viscosidad, a base de silano organofuncional**, sobre superficie de hormigón armado, para la obtención de una capa protectora frente a la corrosión de las armaduras y permeable al vapor de agua, aplicada manualmente con brocha o rodillo en **2 capas**, con **0,33 l/m²** de consumo medio por capa. Incluso p/p de limpieza previa del soporte, con eliminación del polvo y las partículas sueltas.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE.

Se comprobará que el soporte está limpio, seco y que se han eliminado mecánicamente las grasas, pinturas, etc.

AMBIENTALES.

Se suspenderán los trabajos cuando el sol incida directamente sobre la superficie.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN.

Limpieza de la superficie soporte. Aplicación del producto.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

La capa de protección será homogénea. Tendrá una perfecta adherencia al soporte.

PRODUCTOS DE EJEMPLO

BASF MasterProtect 8000 CI (protectosil)

SIKA FerroGard 903

6.1.2. PROTECCIÓN DE HORMIGÓN FRENTE A LA CARBONATACIÓN

MEDICIÓN: 30.000 m² (hormigones vistos de gradas y zonas menos dañadas)

PRESUPUESTO ESTIMADO: 240.000 €

ESTIMACIÓN DE COSTES DIRECTOS

m² **Revestimiento rígido, acrílico, en dispersión, impermeable al dióxido de carbono y permeable al vapor de agua**, como protección superficial del hormigón o mortero frente a la carbonatación y ambientes agresivos contaminados, aplicado en **2** capas, con **200 g/m²** de consumo medio por capa y **color a elegir**.

Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1- Materiales				
kg	Revestimiento rígido a base de resinas acrílicas en dispersión acuosa, impermeable al dióxido de carbono y permeable al vapor de agua, color a elegir, para la protección de hormigón o mortero, frente a la carbonatación y ambientes agresivos contaminados, según UNE-EN 1504-2.	0,400	4,84	1,94
Subtotal materiales:				1,94
2- Mano de obra				
h	Oficial 1ª construcción.	0,180	17,24	3,10
h	Peón ordinario construcción.	0,180	15,92	2,87
Subtotal mano de obra:				5,97
%	3- Costes directos complementarios	2,000	7,91	0,16
Costes directos (1+2+3):				8,07

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Aplicación de **revestimiento rígido, acrílico, en dispersión, impermeable al dióxido de carbono y permeable al vapor de agua**, sobre superficie de hormigón o mortero para obtener una capa decorativa y protectora frente a la carbonatación y ambientes agresivos contaminados, aplicado manualmente con brocha o rodillo en **2** capas, con **200 g/m²** de consumo medio por capa y **color a elegir**. Incluso p/p de limpieza previa del soporte, con eliminación del polvo y las partículas sueltas.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN.

Limpieza de la superficie soporte. Aplicación del producto.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

El recubrimiento será homogéneo. Tendrá una perfecta adherencia al soporte.

6.1.3. REPARACIÓN DE ELEMENTOS DE HORMIGÓN CON DAÑOS POR CORROSIÓN EN ARMADOS

MEDICIÓN: 600 m²

PRESUPUESTO ESTIMADO: 85.000 €

ESTIMACIÓN DE COSTES DIRECTOS

m² Preparación de superficie de hormigón estructural, con medios manuales.

Picado con martillo eléctrico, eliminando el hormigón en mal estado hasta llegar a las armaduras, para la preparación de superficie de hormigón estructural, en trabajos de reparación de estructuras.

Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1- Equipo y maquinaria				
h	Martillo eléctrico.	0,686	2,80	1,92
h	Grupo electrógeno insonorizado, trifásico, de 45 kVA de potencia.	0,689	4,81	3,31
Subtotal equipo y maquinaria:				5,23
2- Mano de obra				
h	Peón especializado construcción.	0,719	16,25	11,68
h	Peón ordinario construcción.	0,719	15,92	11,45
Subtotal mano de obra:				23,13
%	3- Costes directos complementarios	2,000	28,36	0,57
Costes directos (1+2+3):				28,93

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Preparación superficial del hormigón estructural con medios manuales, mediante **picado con martillo eléctrico, eliminando el hormigón en mal estado hasta llegar a las armaduras**, para proceder posteriormente a la aplicación de productos reparadores y protectores en estructura de hormigón armado. Incluso p/p de **limpieza de los restos de hormigón adheridos a las armaduras**, eliminación del polvo generado durante los trabajos, acopio, retirada y carga manual de escombros sobre camión o contenedor.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE.

Antes de iniciar los trabajos de demolición del hormigón, se comprobará que se ha procedido a la estabilización de la estructura afectada mediante el apuntalamiento oportuno, si fuese necesario.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN.

Marcado de la zona a sanear. Picado de la superficie con martillo eléctrico. Limpieza de la superficie soporte. Retirada y acopio de los restos generados. Carga manual de los restos generados sobre camión o contenedor.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Al término de los trabajos, la superficie debe quedar completamente libre de polvo.

m² Preparación de superficie de armaduras en elementos de hormigón armado.

Proyección en seco de chorro de partículas de material abrasivo (silicato de aluminio), para el saneado de armaduras de acero, en trabajos de reparación de estructuras de hormigón armado, hasta alcanzar un grado de preparación Sa 2 ½ según UNE-EN ISO 8501-1.

Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1- Equipo y maquinaria				
l	Disolvente de tricloroetileno, para aceites, grasas y resinas.	0,100	9,65	0,97
kg	Abrasivo para limpieza mediante chorro a presión, formado por partículas de silicato de aluminio.	3,500	0,25	0,88
Subtotal equipo y maquinaria:				1,85
2- Equipo y maquinaria				
h	Equipo de chorro de arena a presión.	0,115	2,86	0,33
Subtotal equipo y maquinaria:				0,33
2- Mano de obra				
h	Peón especializado construcción.	0,300	16,25	4,88
Subtotal mano de obra:				4,88
%	3- Costes directos complementarios	2,000	7,06	0,14
Costes directos (1+2+3):				7,20

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Tratamiento superficial de armaduras, **con medios mecánicos**, mediante **proyección en seco de chorro de partículas de material abrasivo formado por partículas de silicato de aluminio**, para proceder posteriormente a la aplicación de productos de reparación y/o protección, eliminando la suciedad superficial, la herrumbre y toda sustancia que pueda disminuir la adherencia entre las armaduras y el material de reparación a aplicar, hasta alcanzar un grado de preparación Sa 2 ½ según **UNE-EN ISO 8501-1**. Incluso p/p de limpieza previa con disolución de tricloroetileno para eliminar grasas y aceites; **transporte, montaje y desmontaje de equipo, limpieza y recogida del material proyectado y los restos generados**, acopio, retirada y carga manual de los restos generados sobre camión o contenedor.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE.

Se comprobará que se ha eliminado el hormigón alrededor de todo el perímetro de la armadura afectada.

FASES DE EJECUCIÓN.

Aplicación del disolvente de grasas. Montaje y preparación del equipo. Aplicación mecánica del chorro de abrasivo. Desmontaje del equipo. Limpieza de la superficie soporte. Retirada y acopio del material proyectado y los restos generados. Carga del material proyectado y los restos generados sobre camión o contenedor.

m² Puente de unión y protector de armaduras de acero, a base de resina epoxi.

Puente de unión, de dos componentes, a base de resina epoxi, entre hormigón o materiales cementosos frescos y hormigón endurecido, con 1 kg/m² de consumo medio, para la reparación y protección de estructuras de hormigón.

Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1- Materiales				
kg	Puente de unión de dos componentes a base de resina epoxi, para mejorar la adherencia entre hormigón o mortero fresco y hormigón o mortero endurecido, y como imprimación de barrera para protección de armaduras.	1,000	9,02	9,02
Subtotal equipo y maquinaria:				9,02
2- Mano de obra				
h	Peón especializado construcción.	0,120	16,25	1,95
Subtotal mano de obra:				1,95
%	3- Costes directos complementarios	2,000	10,97	0,22
Costes directos (1+2+3):				11,19

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Aplicación manual de **puente de unión de dos componentes a base de resina epoxi, entre hormigón o mortero fresco y hormigón o mortero endurecido**, garantizando la adherencia entre ambos, con 1 kg/m² de consumo medio. Incluso p/p de limpieza previa de la superficie soporte y preparación de la mezcla de ambos componentes.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE.

Se comprobará que la superficie de hormigón es firme (resistencia a tracción mínima de 1 N/mm²) y está limpia de polvo, grasas, aceites, lechadas de cemento, restos de desencofrantes o pinturas antiguas.

AMBIENTALES.

Se suspenderán los trabajos cuando la temperatura del soporte sea inferior a 10°C o superior a 30°C.

FASES DE EJECUCIÓN.

Limpieza de la superficie soporte. Preparación de la mezcla. Aplicación del producto.

m² Mortero de reparación estructural de hormigón, a base de cemento.

Reparación estructural de elemento de hormigón mediante aplicación manual de mortero aligerado, modificado con polímeros y reforzado con fibras, de retracción compensada, con una resistencia a compresión a 28 días mayor o igual a 35 N/mm² y un módulo de elasticidad mayor o igual a 15000 N/mm², clase R3 según UNE-EN 1504-3, en capa de 40 mm de espesor medio, acabado fratasado.

Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1- Materiales				
kg	Mortero aligerado, modificado con polímeros y reforzado con fibras, de retracción compensada, con una resistencia a compresión a 28 días mayor o igual a 35 N/mm ² y un módulo de elasticidad mayor o igual a 15000 N/mm ² , clase R3 según UNE-EN 1504-3, para reparación estructural del hormigón.	60,000	1,14	68,40
m ³	Agua.	0,006	1,50	0,01
Subtotal equipo y maquinaria:				68,41
2- Mano de obra				
h	Oficial 1ª construcción.	0,600	17,24	10,34
h	Peón especializado construcción.	0,600	15,92	9,55
Subtotal mano de obra:				19,89
%	3- Costes directos complementarios	2,000	88,30	1,77
Costes directos (1+2+3):				90,07

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Aplicación manual de **mortero aligerado, modificado con polímeros y reforzado con fibras, de retracción compensada, con una resistencia a compresión a 28 días mayor o igual a 35 N/mm² y un módulo de elasticidad mayor o igual a 15000 N/mm², clase R3 según UNE-EN 1504-3**, en capa de **40 mm** de espesor medio, para reparación estructural de **elemento** de hormigón. Incluso p/p de humectación previa de la superficie de hormigón, preparación de la mezcla, perfilado de aristas, acabado superficial **fratasado con esponja o fratás** y curado.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE.

Se comprobará que en caso de existir armaduras a la vista están totalmente exentas de grasa, polvo o herrumbre, y que la superficie de hormigón es firme (resistencia a tracción mínima de 1 N/mm²) y está limpia de polvo, grasas, aceites, lechadas de cemento, restos de desencofrantes o pinturas antiguas.

AMBIENTALES.

Se suspenderán los trabajos cuando la temperatura del soporte sea inferior a 5°C o superior a 35°C.

FASES DE EJECUCIÓN.

Humectación de la superficie soporte. Preparación de la mezcla. Aplicación del producto. Curado.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá de la lluvia hasta que el producto haya fraguado.

6.1.4. REFUERZO A CORTANTE DE VIGAS, CON HOJA DE FIBRA DE CARBONO

MEDICIÓN: 200 m²

PRESUPUESTO ESTIMADO: 20.000 €

m² Refuerzo a cortante de vigas de hormigón armado, según especificaciones técnicas del proyecto de estructuras, mediante hojas o laminados de fibra de carbono unidireccional, en forma de U, impregnadas con resina epoxi saturante por ambas caras y colocadas sobre la superficie de hormigón previamente preparada y con imprimación epoxi.

Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1- Materiales				
kg	Imprimación de dos componentes a base de resina epoxi, para aplicar con brocha o rodillo sobre elemento estructural a reforzar mediante hojas o laminados de fibra de carbono.	0,200	23,87	4,77
m ²	Hoja o lámina de fibra de carbono unidireccional, según especificaciones técnicas del proyecto de estructuras.	1,100	37,10	40,81
kg	Resina epoxi saturante, para la aplicación con rodillo sobre soportes de hormigón o acero, en sistemas de refuerzo estructural mediante hojas de fibra de carbono, fibra de vidrio o fibra de aramida en pilares trabajando a compresión, vigas trabajando a cortante o flexión, según UNE-EN 1504-4.	0,880	21,16	18,62
Subtotal materiales:				64,20
2- Equipo y maquinaria				
h	Lijadora con disco de diamante para superficies de hormigón.	0,857	5,15	4,41
h	Grupo electrógeno insonorizado, trifásico, de 45 kVA de	0,861	4,81	4,14
Subtotal equipo y maquinaria:				8,55
3- Mano de obra				
h	Oficial 1º estructurista.	0,450	18,10	8,15
h	Ayudante estructurista.	0,450	16,94	7,62
Subtotal mano de obra:				15,77
%	4- Costes directos complementarios	2,000	88,52	1,77
Costes directos (1+2+3+4):				90,29

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Refuerzo a cortante de vigas de hormigón armado, según especificaciones técnicas del **proyecto de estructuras**, mediante **hojas o laminados de fibra de carbono unidireccional**, en forma de U, **impregnadas con resina epoxi saturante** por ambas caras y colocadas sobre la superficie de hormigón previamente preparada y con imprimación epoxi .

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE.

Se comprobará que la superficie soporte de hormigón tiene una resistencia a tracción mínima de 1,5 N/mm², está seca, limpia, firme, rugosa y libre de aceites, grasas, pinturas, disolventes o polvo. Se comprobará que las aristas de la viga presentan un radio de curvatura mínimo de 2 cm.

AMBIENTALES.

Se suspenderán los trabajos cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5°C o superior a 30°C.

DEL CONTRATISTA.

La puesta en obra del sistema sólo podrá ser realizada por empresas especializadas y cualificadas, reconocidas por el fabricante y bajo su control técnico, siguiendo en todo momento las especificaciones del fabricante.

PROCESO DE EJECUCIÓN**FASES DE EJECUCIÓN.**

Replanteo de la posición de los refuerzos. Lijado de la superficie de hormigón. Aspirado del polvo. Aplicación de la imprimación. Colocación de las hojas de refuerzo, impregnadas por ambas caras con la resina. Limpieza de los restos de obra.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

El conjunto no tendrá zonas huecas ni fallos de adherencia.

6.2. Acero Estructural

Para proteger el acero contra la corrosión habrá que recubrirlo con una nueva capa protectora. Para garantizar la durabilidad de la intervención, incluso en las zonas donde la pintura actual se encuentra en mejor estado, antes de la aplicación de la nueva protección se deberán limpiar los perfiles hasta alcanzar un grado de preparación Sa 2 según UNE-EN ISO 8501-1

Sa 2 Limpieza por chorreado abrasivo intenso

Examinada sin aumentos, la superficie debe estar exenta de aceite, grasa y suciedad visibles, sí como de la mayor parte de la cascarilla de laminación, óxido, recubrimientos de pintura y materias extrañas. Cualquier contaminación residual debe estar firmemente adherida.

Como materias extrañas se entienden sales hidrosolubles y residuos de soldadura. La cascarilla de laminación, el óxido o el recubrimiento de pintura se consideran poco adheridos si pueden eliminarse por desprendimiento mediante una espátula roma.

Los pasos a seguir serán los siguientes:

- a. Se eliminará la cascarilla y óxido por medios manuales, mecánicos, neumáticos o térmicos de manera que se asegure la limpieza sin daño de los elementos estructurales.
- b. Eliminar, mediante cepillado, los restos de la operación anterior.
- c. Aplicación de dos manos de imprimación selladora de dos componentes, a base de resinas epoxi y fosfato de zinc, con un espesor mínimo de película seca de 40 micras por mano (rendimiento: 0,1 l/m²)
- d. Aplicación de y dos manos de acabado con esmalte de dos componentes, color a elegir, a base de resinas acrílicas hidroxiladas en combinación con pigmentos inertes y endurecedor isocianato alifático polifuncional, con un espesor mínimo de película seca de 30 micras por mano (rendimiento: 0,058 l/m²).

El recubrimiento se debe realizar en tiempo seco, con temperaturas superiores a 5°C e inferiores a 50°C y con condiciones ambientales exentas de polvo o gases corrosivos. Con la aparición de condiciones meteorológicas (lluvia, niebla, rocío, temperaturas fuera del intervalo anterior) o artificiales (polvo de obra, gases de fábrica, etc.) diferentes a las indicadas se deben suspender los trabajos de pintura hasta el retorno de las condiciones favorables.

Esta actuación de limpieza y regeneración de la protección deberá realizarse sobre la totalidad de la estructura de la marquesina y tirantes, torretas de iluminación, perfiles de refuerzo en pórticos de hormigón armado y soportes de cerramientos de fachada.

6.2.1. LIMPIEZA Y REGENERACIÓN DE LA PROTECCIÓN EN ESTRUCTURAS METÁLICAS

MEDICIÓN: 4.500 m² (marquesinas, torres de iluminación y otros)

PRESUPUESTO ESTIMADO: 130.000 €

m² Limpieza superficial de perfiles metálicos en estructuras de acero.

Proyección en seco de chorro de partículas de material abrasivo (silicato de aluminio) sobre perfiles metálicos hasta alcanzar un grado de preparación Sa 2 según UNE-EN ISO 8501-1, eliminando los restos deteriorados de pintura y óxido, para proceder posteriormente a la aplicación de una protección antioxidante (no incluida en este precio).

Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1- Materiales				
kg	Abrasivo para limpieza mediante chorro a presión, formado por partículas de silicato de aluminio.	2,625	0,25	0,66
Subtotal materiales:				0,66
2- Equipo y maquinaria				
h	Equipo de chorro de arena a presión.	0,171	2,86	0,49
h	Grupo electrógeno insonorizado, trifásico, de 45 kVA de potencia.	0,171	4,81	0,82
Subtotal equipo y maquinaria:				1,31
3- Mano de obra				
h	Peón especializado construcción.	0,179	16,25	2,91
h	Peón ordinario construcción.	0,179	15,92	2,85
Subtotal mano de obra:				5,76
%	4- Costes directos complementarios	2,000	7,73	0,15
Costes directos (1+2+3+4):				7,88

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Limpieza superficial de perfiles metálicos, quitando los restos deteriorados de pintura, protección ignífuga y otros revestimientos, mediante la proyección en seco de material abrasivo formado por partículas de silicato de aluminio, hasta alcanzar un grado de preparación **Sa 2** según **UNE-EN ISO 8501-1**, eliminando casi toda la capa de laminación, el óxido visible y las partículas extrañas del soporte, hasta quedar un **66% de la superficie limpia y de color gris**, para proceder posteriormente a la aplicación de una protección antioxidante (no incluida en este precio). Incluso p/p de transporte, montaje y desmontaje de equipo, **limpieza con aspirador de polvo, aire comprimido limpio y seco o cepillo limpio**, acopio, retirada y carga del material proyectado y de los restos generados sobre camión o contenedor.

FASES DE EJECUCIÓN.

Montaje y preparación del equipo. Aplicación mecánica del chorro de abrasivo. Desmontaje del equipo. Limpieza de la superficie soporte. Retirada y acopio del material proyectado y los restos generados. Carga del material proyectado y los restos generados sobre camión o contenedor.

m² Esmalte de dos componentes.

Esmalte de dos componentes, color a elegir, sobre superficie de acero laminado en estructuras metálicas, dos manos de imprimación, con un espesor mínimo de película seca de 40 micras por mano (rendimiento: 0,1 l/m²) y tres manos de acabado con esmalte de dos componentes con un espesor mínimo de película seca de 30 micras por mano (rendimiento: 0,058 l/m²).

Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1- Materiales				
I	Imprimación selladora de dos componentes para exterior, a base de resinas epoxi y fosfato de zinc, color gris, aplicada con brocha, rodillo o pistola.	0,200	15,57	3,11
I	Esmalte de dos componentes para exterior, a base de resinas acrílicas hidroxiladas en combinación con pigmentos inertes y endurecedor isocianato alifático polifuncional, color a elegir, aplicado con brocha, rodillo o pistola.	0,173	27,86	4,82
Subtotal materiales:				7,93
2- Mano de obra				
h	Oficial 1ª pintor.	0,336	17,24	5,79
h	Ayudante pintor.	0,336	16,13	5,42
Subtotal mano de obra:				11,21
%	3- Costes directos complementarios	2,000	19,14	0,38
Costes directos (1+2+3):				19,52

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Formación de capa de esmalte de dos componentes, **color a elegir**, sobre superficie de **acero laminado en estructuras metálicas**, mediante aplicación de **dos manos de imprimación selladora de dos componentes, a base de resinas epoxi y fosfato de zinc**, con un espesor mínimo de película seca de **40 micras** por mano (rendimiento: **0,1 l/m²**) y dos manos de acabado con **esmalte de dos componentes, a base de resinas acrílicas hidroxiladas en combinación con pigmentos inertes y endurecedor isocianato alifático polifuncional**, con un espesor mínimo de película seca de **30 micras** por mano (rendimiento: **0,058 l/m²**).

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE.

Se comprobará que la superficie a revestir está limpia de óxidos.

AMBIENTALES.

Se suspenderán los trabajos cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5°C, llueva o nieve.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN.

Preparación y limpieza de la superficie soporte. Aplicación de dos manos de imprimación. Aplicación de dos manos de acabado.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Tendrá buen aspecto.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá frente al polvo durante el tiempo de secado y, posteriormente, frente a acciones químicas y mecánicas.

7. CONCLUSIONES

Analizado el anterior estudio y la evolución de las patologías ya descritas en él durante los últimos siete años, tras realizar una nueva y exhaustiva inspección visual de los elementos estructurales del estadio, se alcanzan las siguientes conclusiones:

7.1. Se ha detectado una progresión desfavorable en las fisuras de los pórticos de la tribuna norte en su forjado superior. La comparación se ha realizado con la inspección de 2009. La corrosión provocada por las continuas filtraciones de agua agrava la degradación del conjunto. Dichas fisuras se deben a esfuerzos cortantes combinado con momentos flectores de gran magnitud, generados por la presión del viento sobre la marquesina. Por lo que **consideramos que la estructura de la tribuna norte no es segura ante situaciones extraordinarias de viento**, existiendo un riesgo para la seguridad de los usuarios en dichas situaciones que, aunque extremas, son posibles.

7.2. En cuanto al **hormigón amado en general**, la carbonatación media del hormigón ha alcanzado la línea de armados prácticamente sin excepción, provocando la corrosión en especial donde el agua tiende a acumularse. Se deberá sanear todos los puntos donde se advierta el hormigón fisurado y eliminar la corrosión, según intervenciones descritas en las propuestas de actuación adjuntas. Y finalmente se deberán aplicar inhibidores de corrosión en la totalidad de la estructura.

Se deberá solucionar, en la medida de lo posible, las entradas de agua y zonas de acumulación en el interior, preferentemente con medidas constructivas pasivas que permitan la circulación del agua.

7.3. Un gran número de puntos detectados con corrosión en las armaduras se encuentran a gran altura y en la misma vertical de espacios públicos de gran afluencia, suponiendo un grave riesgo para los usuarios por el **desprendimiento de fragmentos de hormigón** y por lo que requieren una actuación urgente.

7.4. Respecto a la **estructura metálica en general**, marquesinas, perfiles de fachada en la tribuna norte y otros perfiles de acero, no se detectado daños en ellos que impliquen un riesgo para la seguridad de ningún elementos estructurales ni para la seguridad de los usuarios.

En todos estos elementos se considera necesaria una restauración de la protección anticorrosiva tras la completa limpieza de los perfiles, según descripción dada en las propuestas de actuación.

7.5. Se observan ligeras deformaciones en las **dos torres de iluminación** del fondo sur por lo que no pueden pasar por desapercibidos defectos o imperfecciones en las soldaduras de las uniones entre el módulo inferior de la torre y el módulo superior de soporte de luminarias. Todo ello agravado por la lenta pero progresiva pérdida de sección de los perfiles de acero por la corrosión atmosférica, que aunque no se estima superior al 7-10% en los puntos más desfavorables (en el límite de lo admisible), habría que sumar todos los factores desfavorables descritos, y considerar **urgente una actuación que interrumpa la degradación por corrosión** y evitar que se agrave pudiendo colapsar por situaciones climáticas extraordinarias.

No se consideran necesarios refuerzos estructurales en las torres de iluminación, sin perjuicio de nuevas valoraciones una vez realizadas las tareas de limpieza de los perfiles y uniones soldadas.

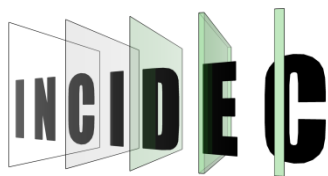
7.6. En cuanto a los paneles prefabricados de la fachada principal, a fecha de redacción del presente informe se han eliminado los elementos desprendibles y está prevista de forma inmediata una actuación de instalación de paneles que eviten el riesgo de caída de nuevos fragmentos.

Se adjunta un anexo con el levantamiento gráfico de lesiones, incluso fotografías, incluyendo las mediciones en relación a la propuesta de intervención detallada en el apartado 6 del presente informe.

El coste de las reparaciones propuestas oscila la siguiente estimación:

- REVESTIMIENTO PROTECTOR DEL HORMIGÓN ARMADO FRENTE A LA CORROSIÓN	1.000.000
- PROTECCIÓN DE HORMIGÓN FRENTE A LA CARBONATACIÓN	240.000
- REPARACIÓN DE ELEMENTOS DE HORMIGÓN CON DAÑOS POR CORROSIÓN EN ARMADOS	85.000
- REFUERZO A CORTANTE DE VIGAS, CON HOJA DE FIBRA DE CARBONO	20.000
- LIMPIEZA Y REGENERACIÓN DE LA PROTECCIÓN EN ESTRUCTURAS METÁLICAS	130.000

TOTAL: 1.475.000 €



INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN Y OBRA CIVIL

Nº DE TRABAJO: C16-A.076.01

Fecha: 2016-12-09

PRESUPUESTO: P16-042.01

PETICIONARIO: AYUNTAMIENTO DE VALLADOLID

OBRA O ESTUDIO:

ESTUDIO DE PATOLOGÍAS

ESTADO JOSÉ ZORRILLA, VALLADOLID

CONTENIDO:

ANEXO 1: TRIBUNA LATERAL

- LEVANTAMIENTO DE DAÑOS
- MEDICIONES

REALIZACIÓN:

Jaime Llabrés Moreno, Arquitecto

Juan Carlos Montero Piedrahita, Analista de Laboratorio

SUPERVISIÓN:

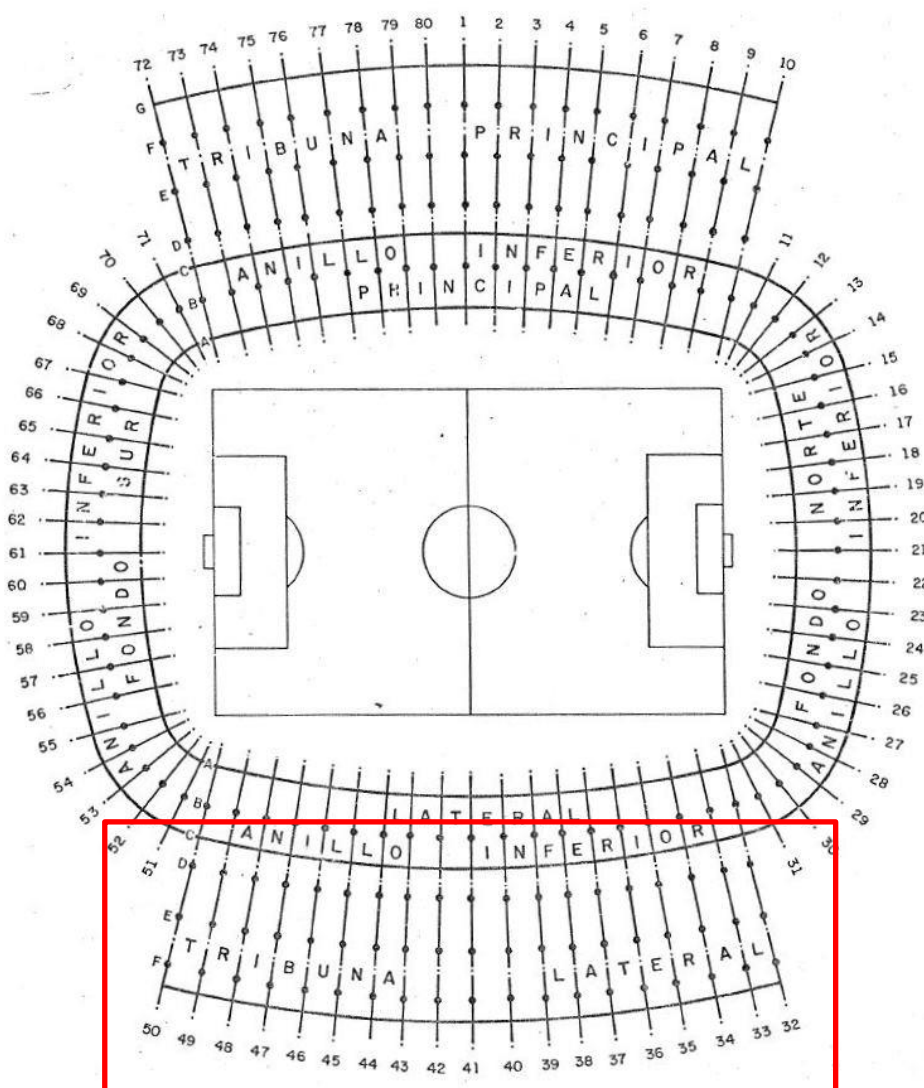
Jaime Llabrés Moreno, Arquitecto

Director técnico

ANEXO 1 LEVANTAMIENTO DE DAÑOS TRIBUNA LATERAL

1. LEVANTAMIENTO DE DAÑOS

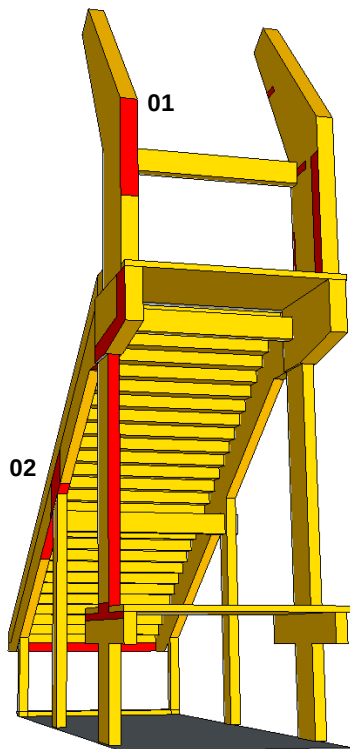
Se representa a continuación los daños correspondientes a los pórticos de la tribuna lateral de sur a norte con la numeración según el siguiente esquema:



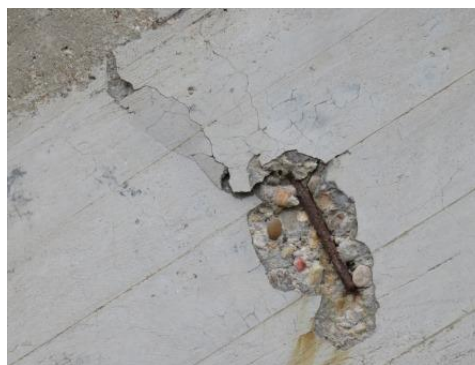
ANEXO 1 LEVANTAMIENTO DE DAÑOS TRIBUNA LATERAL

TRIBUNA LATERAL

L.50-L.49



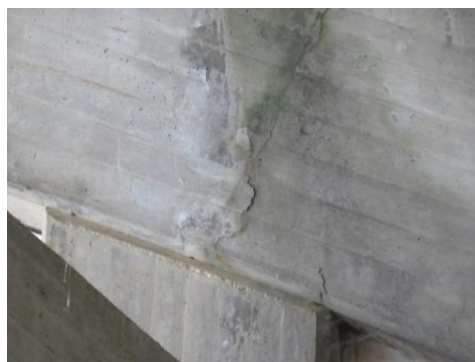
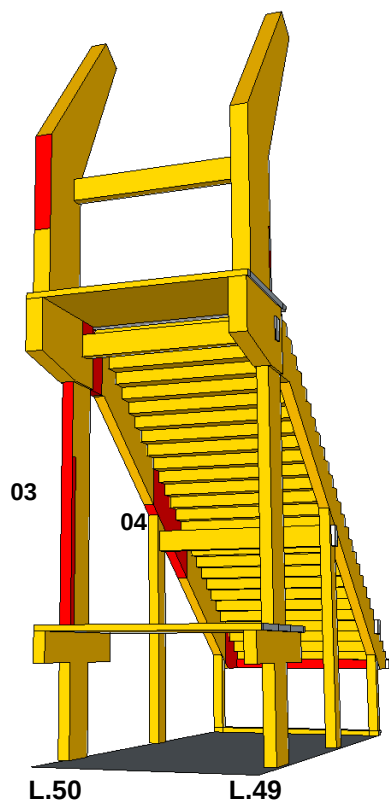
01



02



03



04

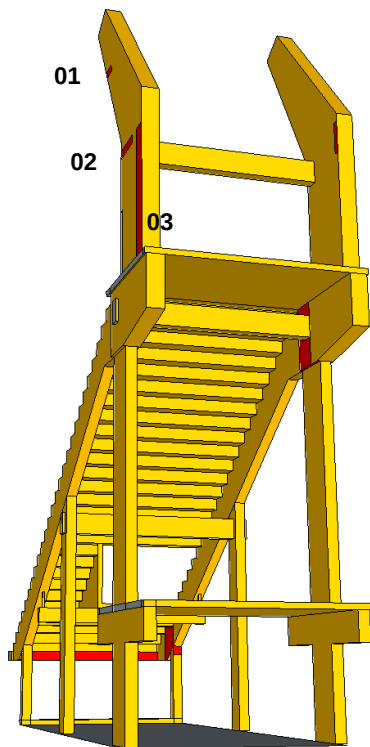
L.50

L.49

ANEXO 1 LEVANTAMIENTO DE DAÑOS TRIBUNA LATERAL

TRIBUNA LATERAL

L.49-L.48



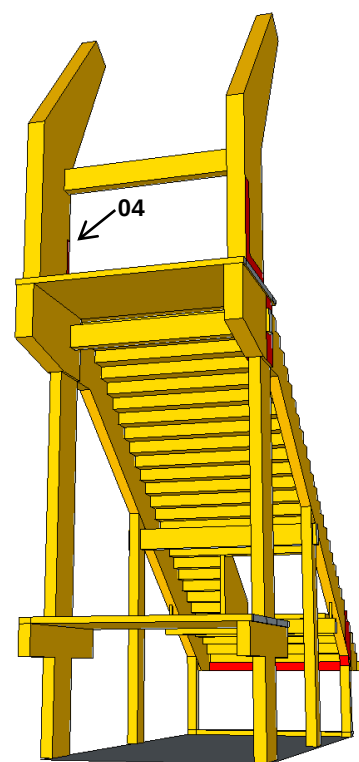
01



02



03



04

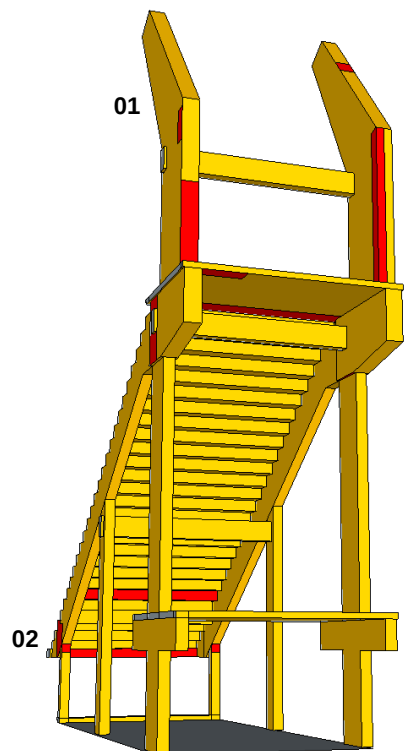
L.49

L.48

ANEXO 1 LEVANTAMIENTO DE DAÑOS TRIBUNA LATERAL

TRIBUNA LATERAL

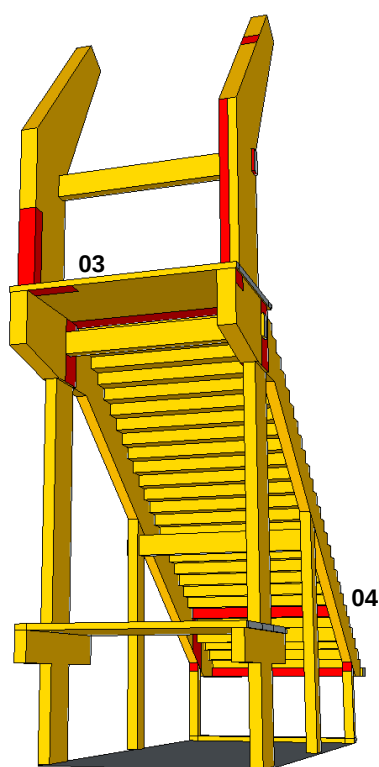
L.48-L.47



01



02



03



04

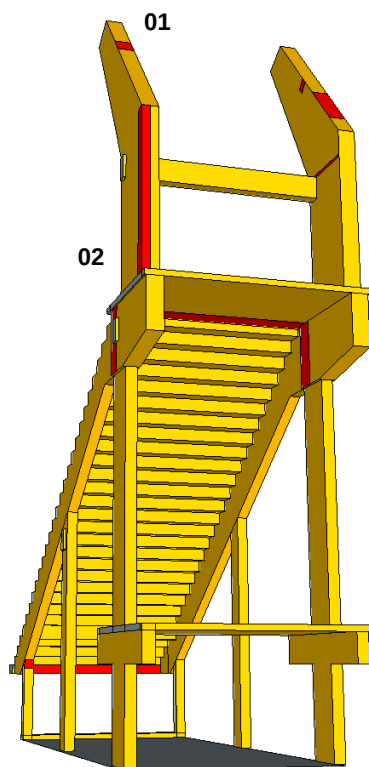
L.48

L.47

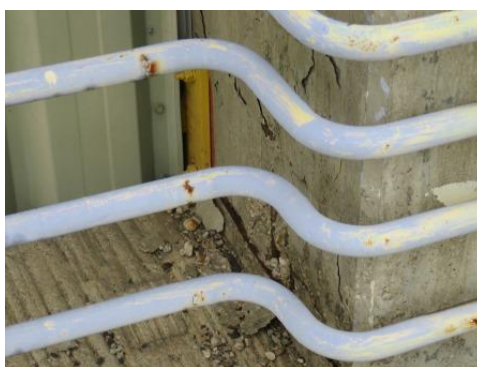
ANEXO 1 LEVANTAMIENTO DE DAÑOS TRIBUNA LATERAL

TRIBUNA LATERAL

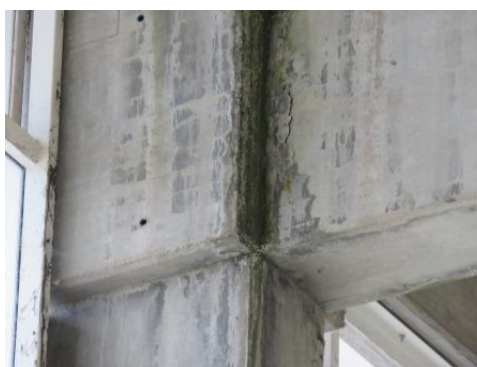
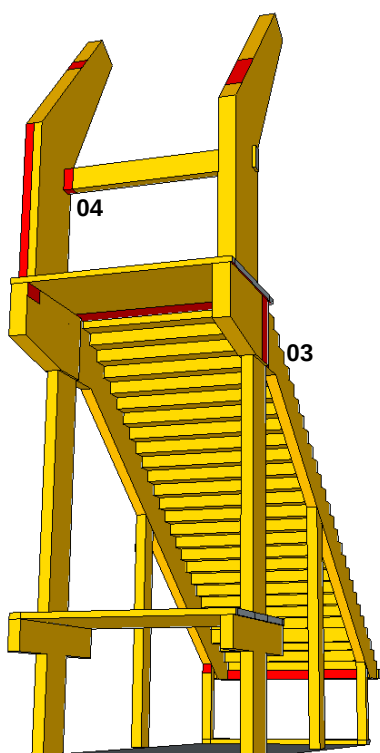
L.47-L.46



01



02



03



04

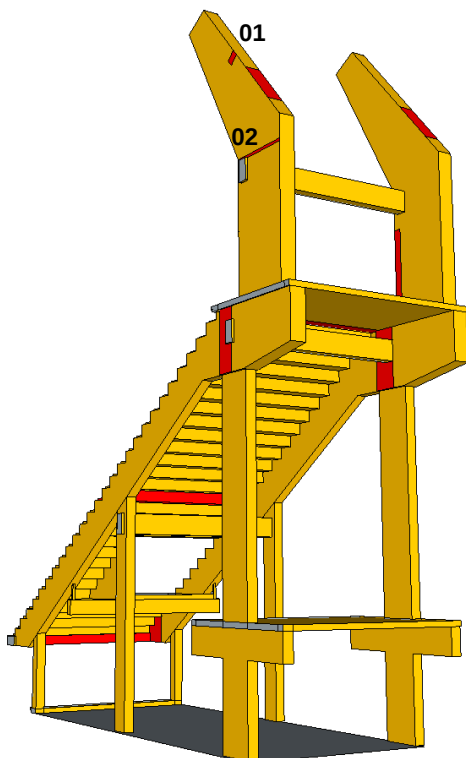
L.47

L.46

ANEXO 1 LEVANTAMIENTO DE DAÑOS TRIBUNA LATERAL

TRIBUNA LATERAL

L.46-L.45



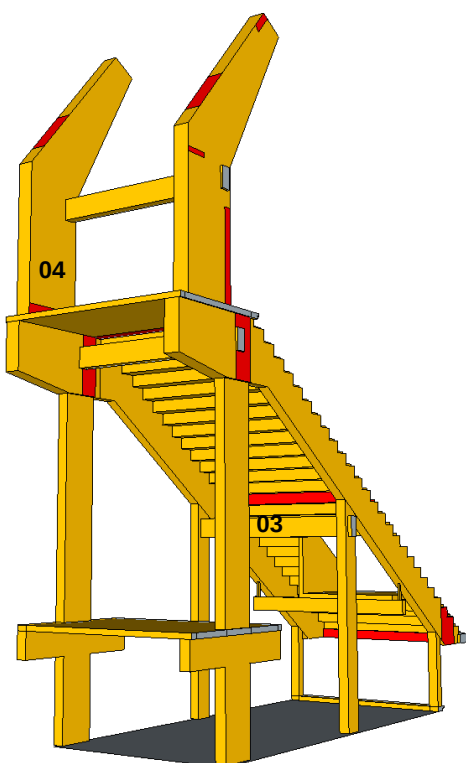
01



02



03



04

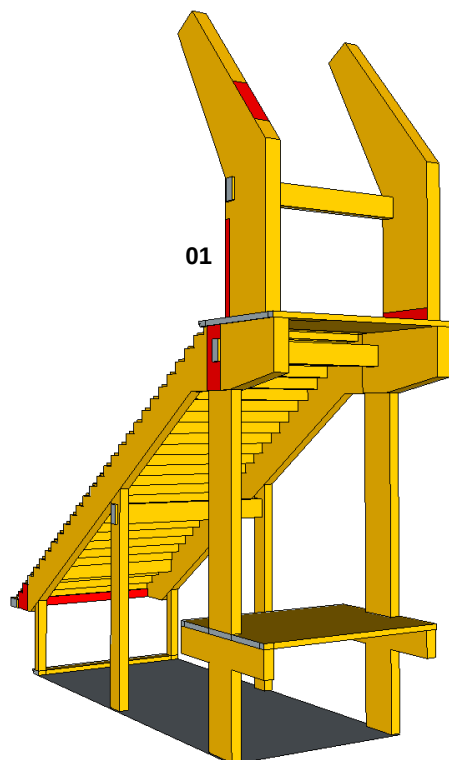
L.46

L.45

ANEXO 1 LEVANTAMIENTO DE DAÑOS TRIBUNA LATERAL

TRIBUNA LATERAL

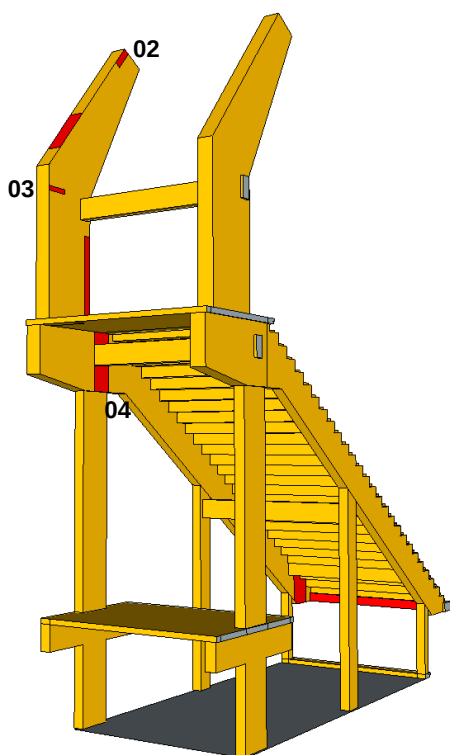
L.45-L.44



01



02



03



04

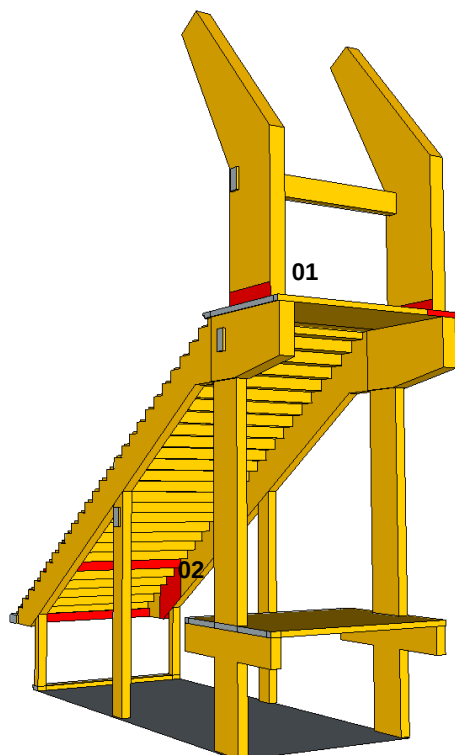
L.45

L.44

ANEXO 1 LEVANTAMIENTO DE DAÑOS TRIBUNA LATERAL

TRIBUNA LATERAL

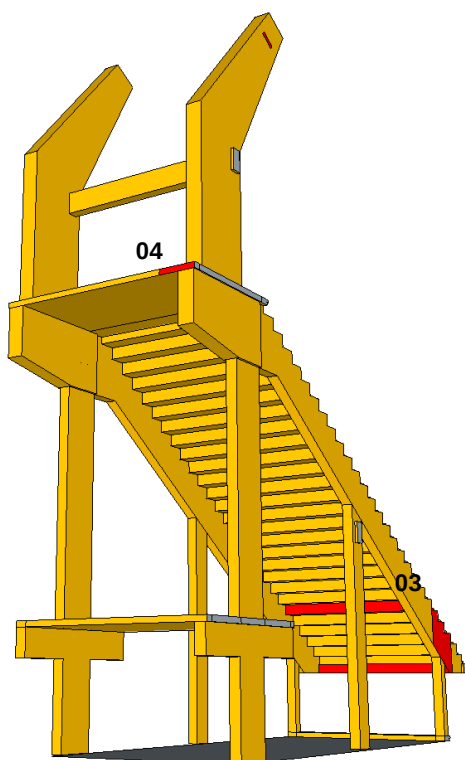
L.44-L.43



01



02



03



04

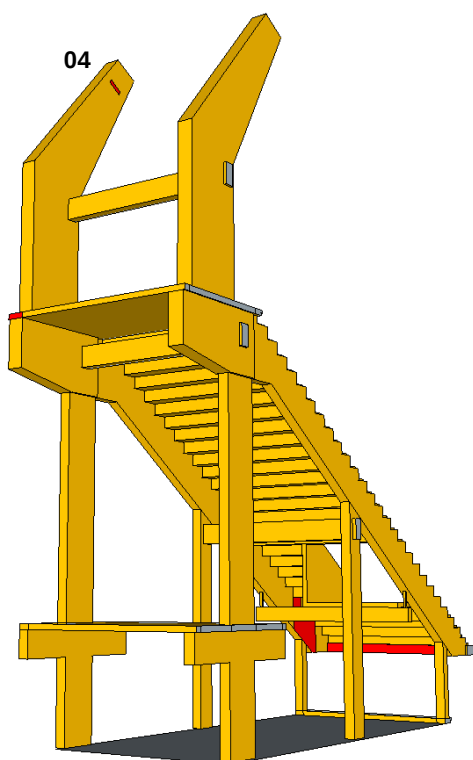
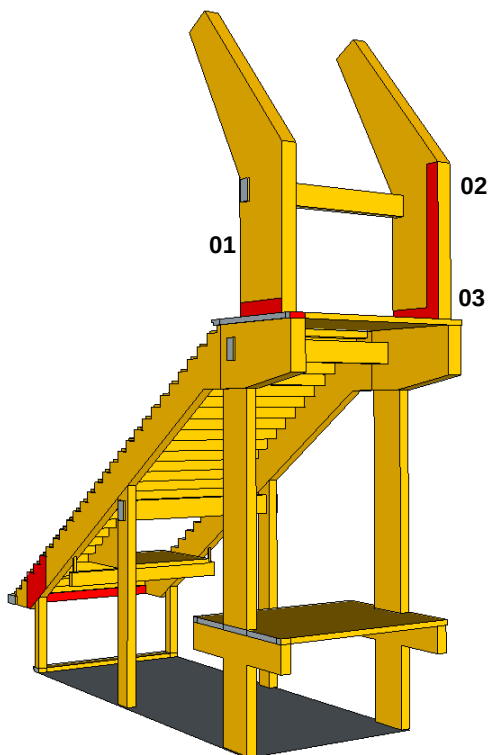
L.44

L.43

ANEXO 1 LEVANTAMIENTO DE DAÑOS TRIBUNA LATERAL

TRIBUNA LATERAL

L.43-L.42



L.43

L.42

03

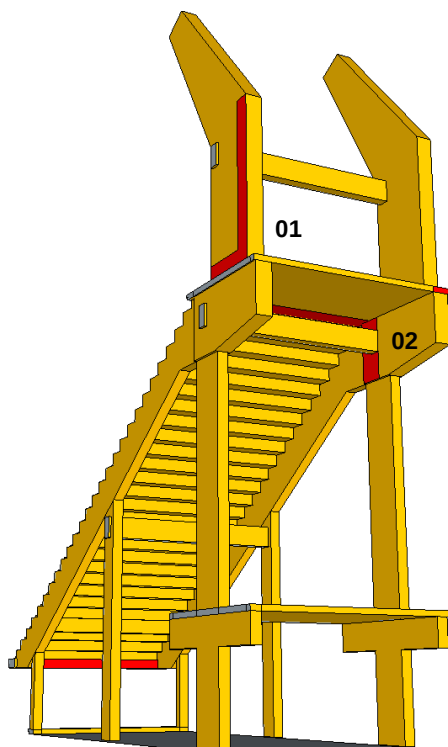


04

ANEXO 1 LEVANTAMIENTO DE DAÑOS TRIBUNA LATERAL

TRIBUNA LATERAL

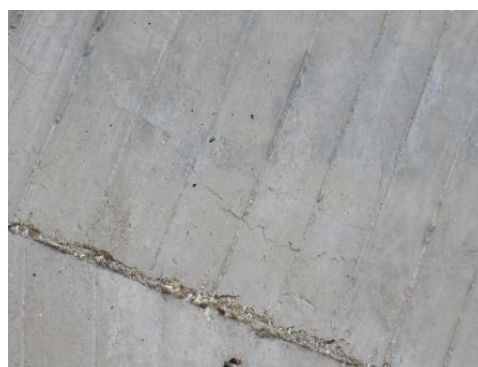
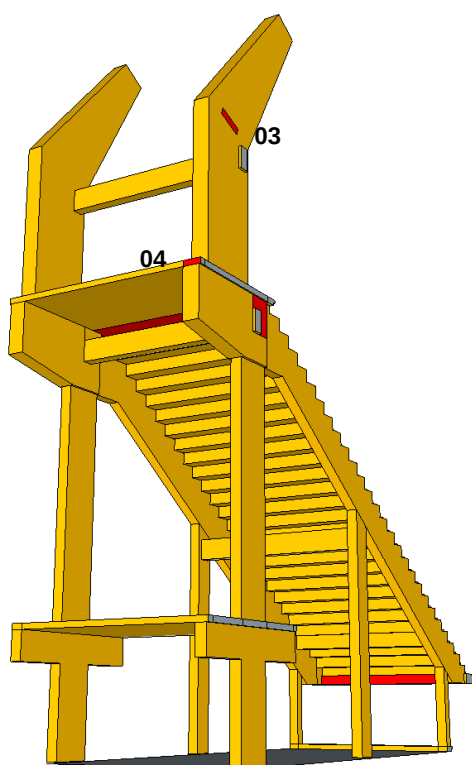
L.42-L.41



01



02



03



04

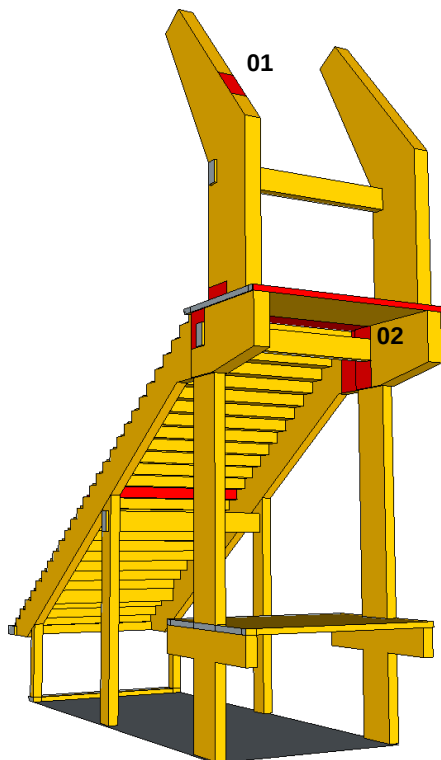
L.42

L.41

ANEXO 1 LEVANTAMIENTO DE DAÑOS TRIBUNA LATERAL

TRIBUNA LATERAL

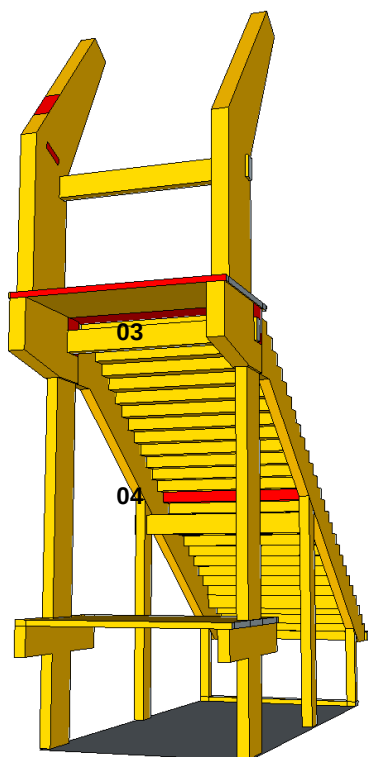
L.41-L.40



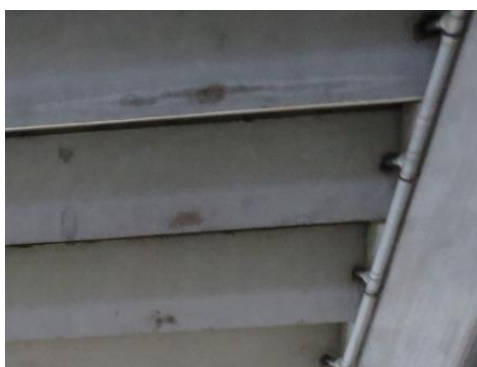
01



02



03



04

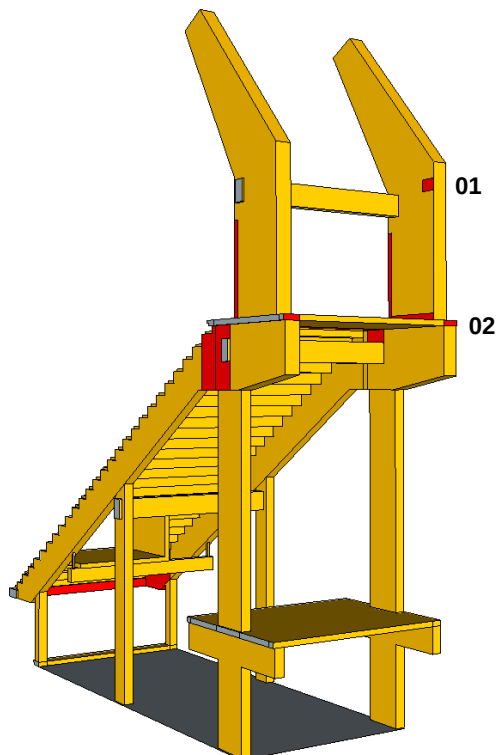
L.41

L.40

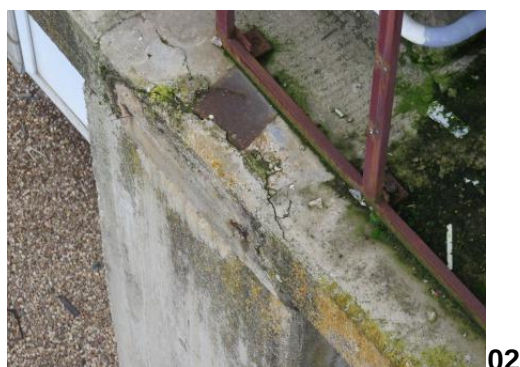
ANEXO 1 LEVANTAMIENTO DE DAÑOS TRIBUNA LATERAL

TRIBUNA LATERAL

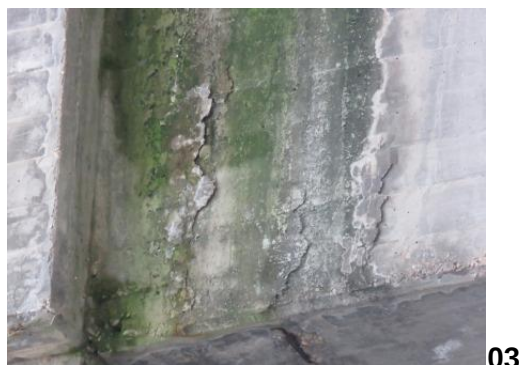
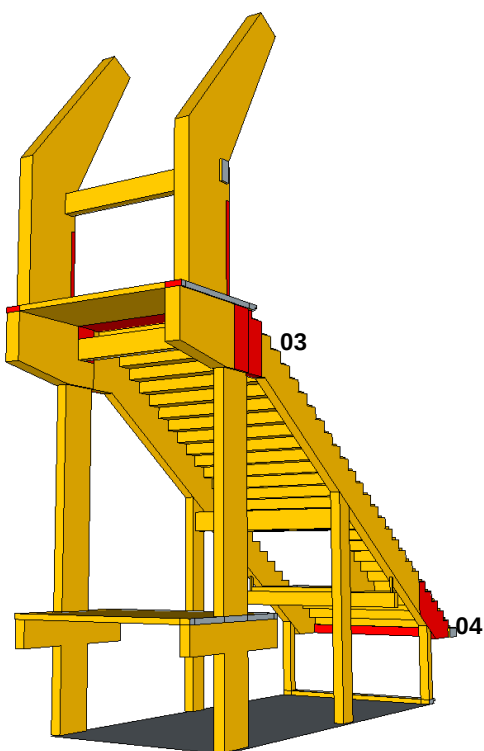
L.40-L.39



01



02



03



04

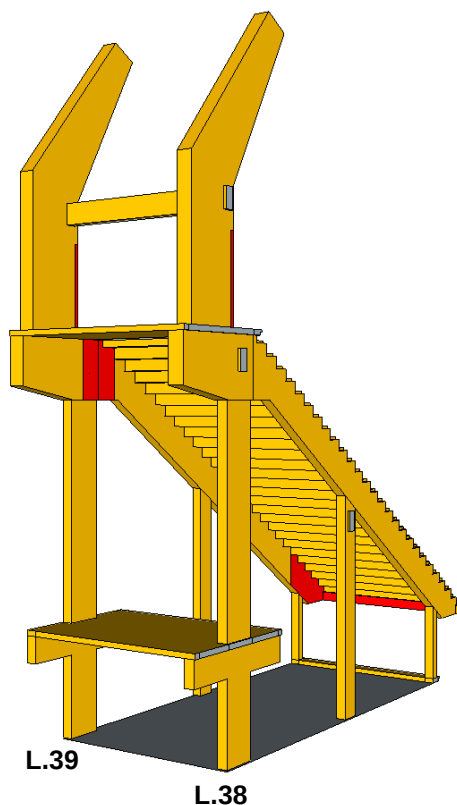
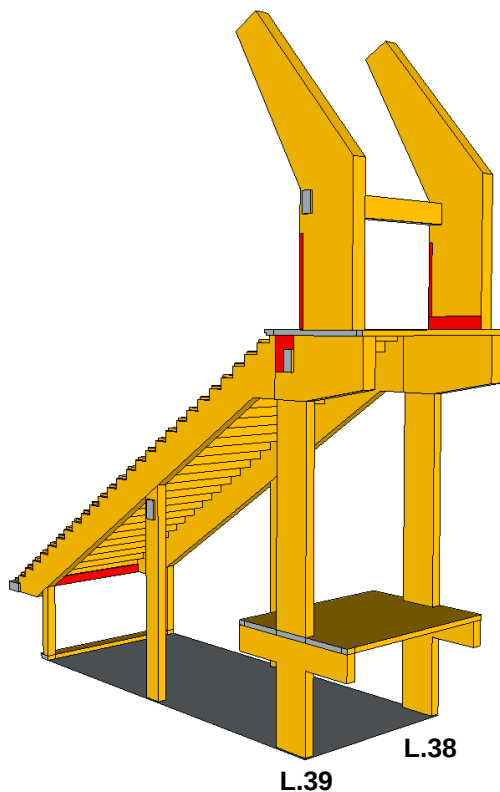
L.40

L.39

ANEXO 1 LEVANTAMIENTO DE DAÑOS TRIBUNA LATERAL

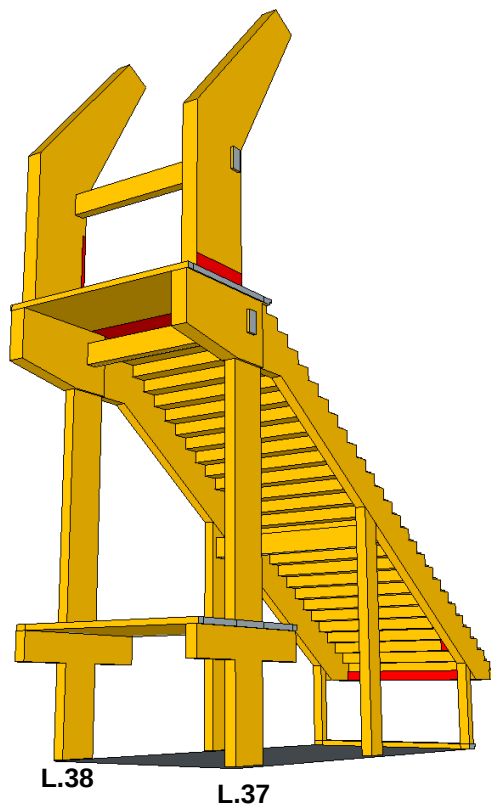
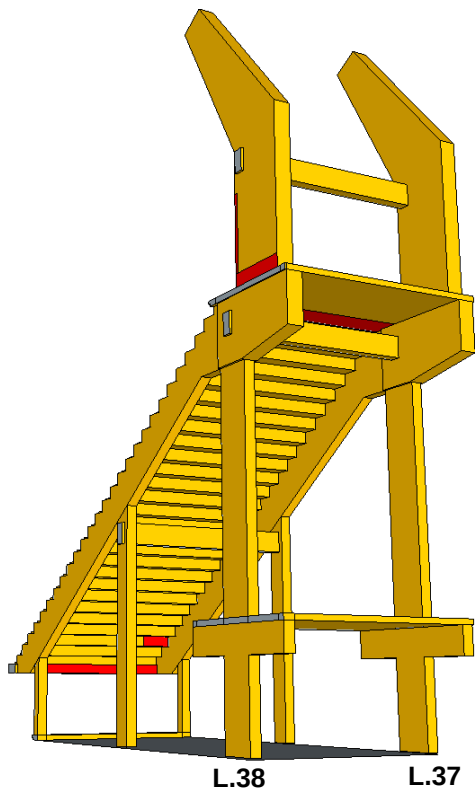
TRIBUNA LATERAL

L.39-L.38



TRIBUNA LATERAL

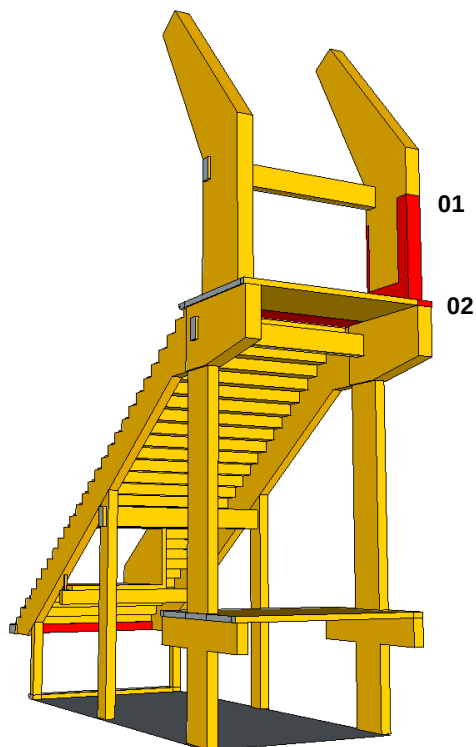
L.38-L.37



ANEXO 1 LEVANTAMIENTO DE DAÑOS TRIBUNA LATERAL

TRIBUNA LATERAL

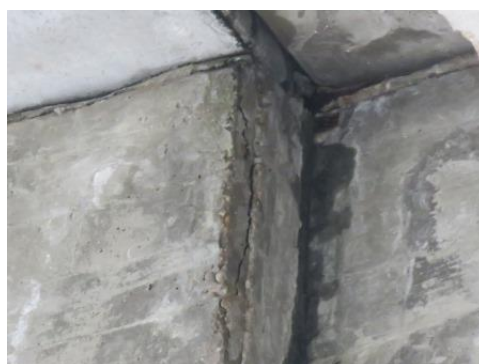
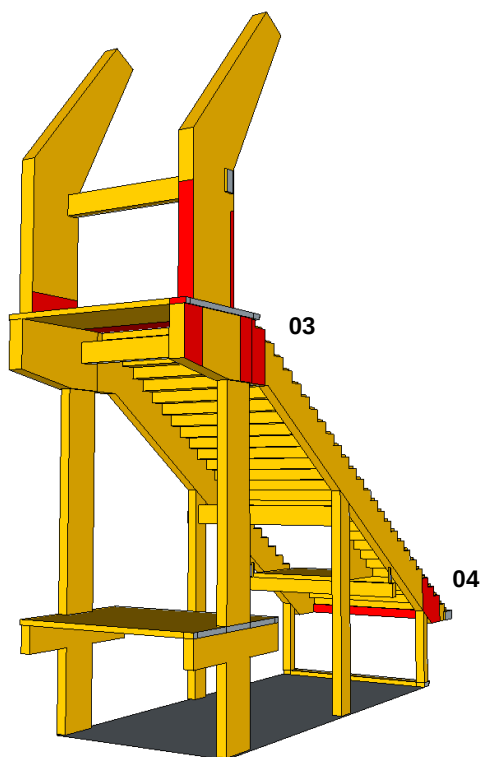
L.37-L.36



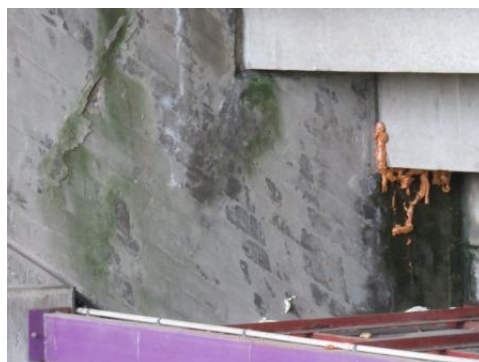
01



02



03



04

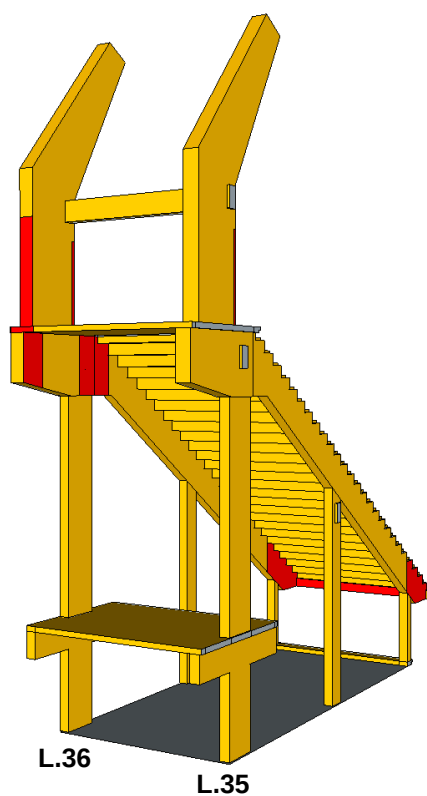
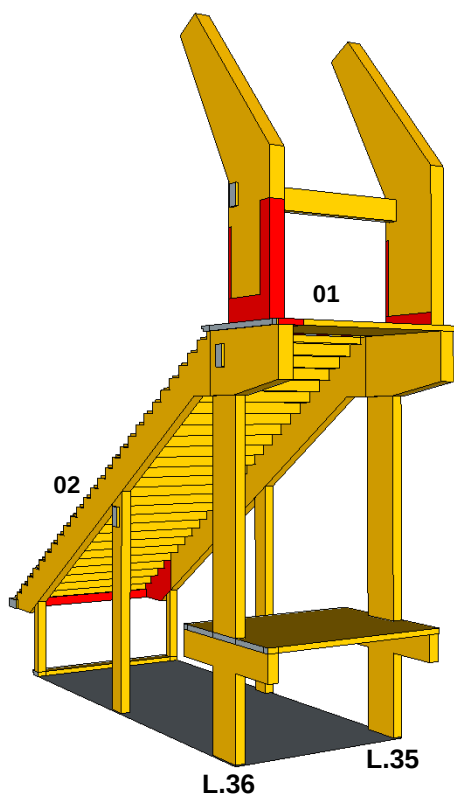
L.37

L.36

ANEXO 1 LEVANTAMIENTO DE DAÑOS TRIBUNA LATERAL

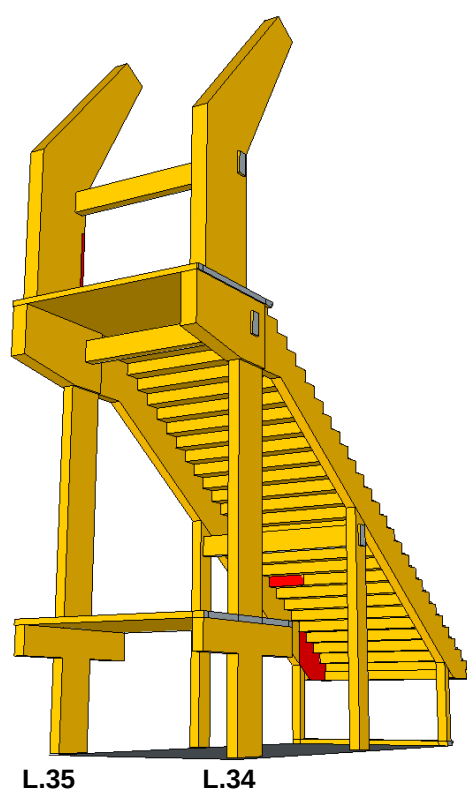
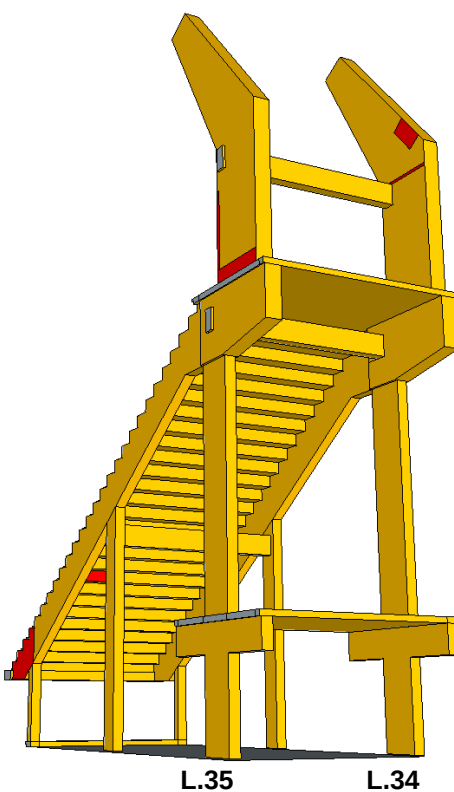
TRIBUNA LATERAL

L.36-L.35



TRIBUNA LATERAL

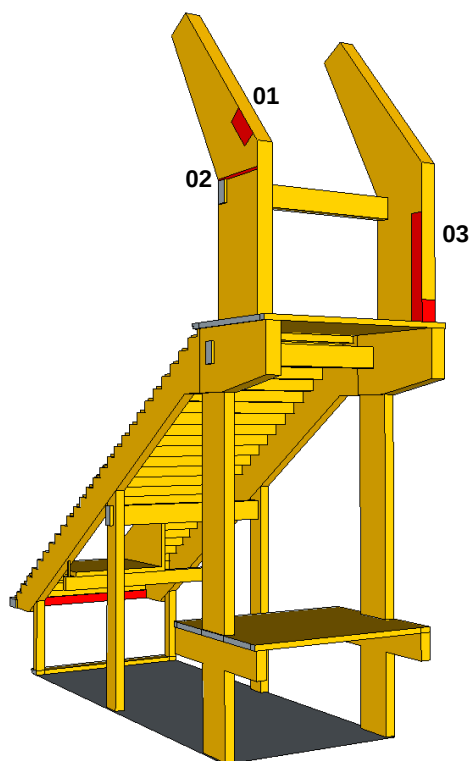
L.35-L.34



ANEXO 1 LEVANTAMIENTO DE DAÑOS TRIBUNA LATERAL

TRIBUNA LATERAL

L.34-L.33



01



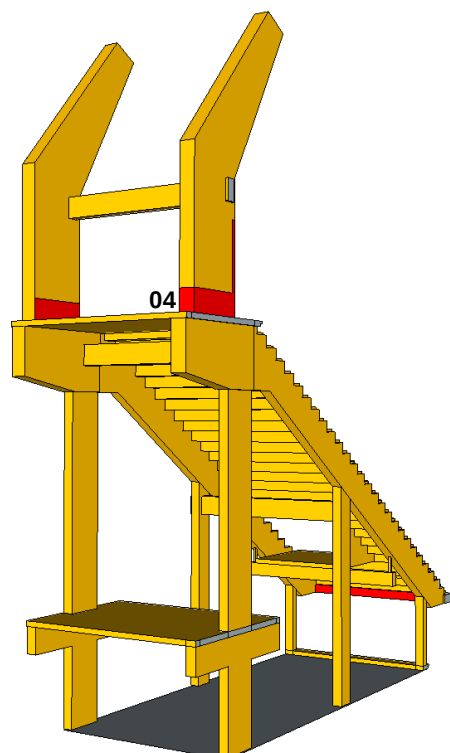
02



03



04



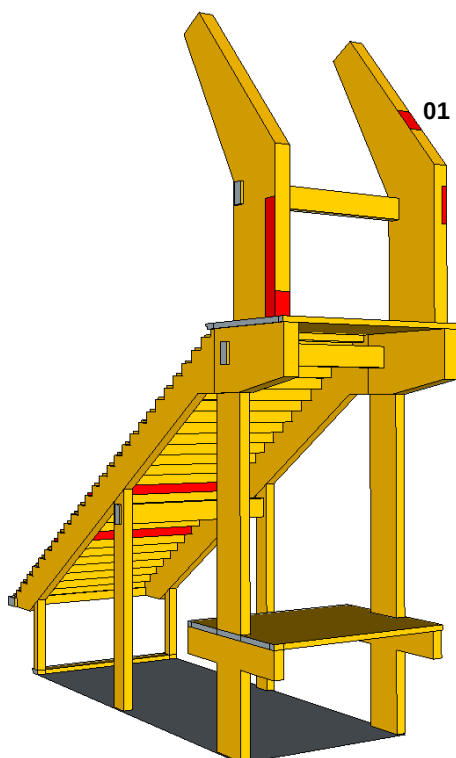
L.34

L.33

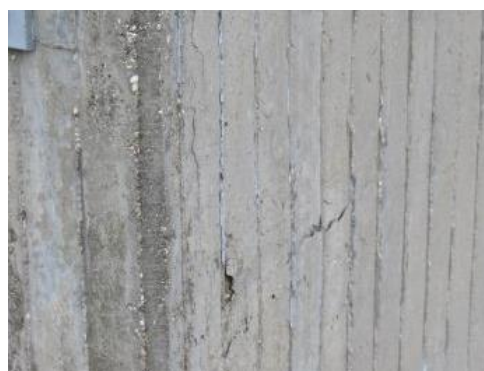
ANEXO 1 LEVANTAMIENTO DE DAÑOS TRIBUNA LATERAL

TRIBUNA LATERAL

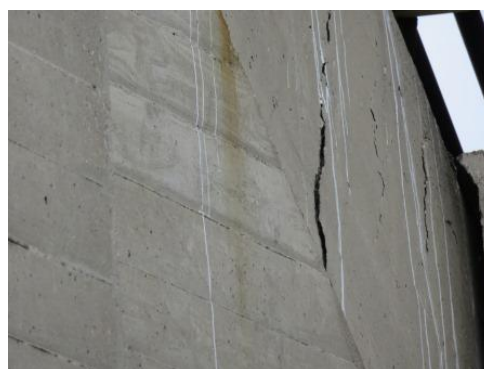
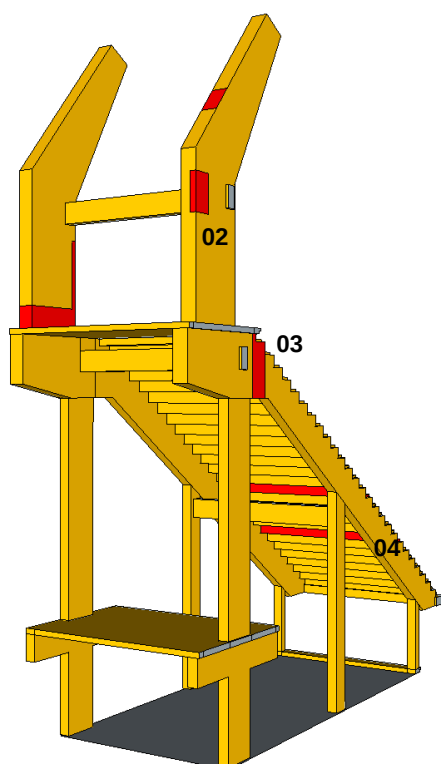
L.33-L.32



01



02



03



04

L.33

L.32

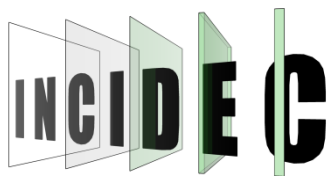
ANEXO 1 LEVANTAMIENTO DE DAÑOS TRIBUNA LATERAL

2. MEDICIONES

TRIBUNA LATERAL	TIPO DE TRATAMIENTO	
	SUPERFICIAL	LINEAL
PORTICO L.01	236	32
VIGAS, FORJADOS, LOSAS	183	8
GRADAS Y MURETES	465	
PORTICO L.02	235	10
VIGAS, FORJADOS, LOSAS	263	6
GRADAS Y MURETES	365	
PORTICO L.03	235	19
VIGAS, FORJADOS, LOSAS	175	14
GRADAS Y MURETES	435	
PORTICO L.04	236	10
VIGAS, FORJADOS, LOSAS	151	9
GRADAS Y MURETES	435	
PORTICO L.05	236	9
VIGAS, FORJADOS, LOSAS	263	11
GRADAS Y MURETES	365	
PORTICO L.06	235	13
VIGAS, FORJADOS, LOSAS	175	9
GRADAS Y MURETES	435	
PORTICO L.07	236	4
VIGAS, FORJADOS, LOSAS	151	6
GRADAS Y MURETES	435	
PORTICO L.08	236	7
VIGAS, FORJADOS, LOSAS	263	6
GRADAS Y MURETES	365	
PORTICO L.09	235	9
VIGAS, FORJADOS, LOSAS	175	6
GRADAS Y MURETES	435	
PORTICO L.10	235	4
VIGAS, FORJADOS, LOSAS	175	9
GRADAS Y MURETES	435	

TRIBUNA LATERAL	TIPO DE TRATAMIENTO	
	SUPERFICIAL	LINEAL
PORTICO L.11	235	8
VIGAS, FORJADOS, LOSAS	263	8
GRADAS Y MURETES	365	
PORTICO L.12	236	6
VIGAS, FORJADOS, LOSAS	151	10
GRADAS Y MURETES	435	
PORTICO L.13	235	6
VIGAS, FORJADOS, LOSAS	175	8
GRADAS Y MURETES	435	
PORTICO L.14	235	2
VIGAS, FORJADOS, LOSAS	263	8
GRADAS Y MURETES	365	
PORTICO L.15	236	14
VIGAS, FORJADOS, LOSAS	151	10
GRADAS Y MURETES	435	
PORTICO L.16	235	8
VIGAS, FORJADOS, LOSAS	175	2
GRADAS Y MURETES	435	
PORTICO L.17	235	5
VIGAS, FORJADOS, LOSAS	263	8
GRADAS Y MURETES	365	
PORTICO L.18	235	11
VIGAS, FORJADOS, LOSAS	151	8
GRADAS	435	
PORTICO L.19	236	7

TRIBUNA LATERAL	TIPO DE TRATAMIENTO	
	SUPERFICIAL	LINEAL
PORTICOS	4.238	173
VIGAS Y FORJADOS	3.415	138
GRADAS	7.005	
TOTAL:	14.658	311



INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN Y OBRA CIVIL

Nº DE TRABAJO: C16-042.01

Fecha: 2016-12-09

PRESUPUESTO: P16-A.076.01

PETICIONARIO: AYUNTAMIENTO DE VALLADOLID

OBRA O ESTUDIO:

ESTUDIO DE PATOLOGÍAS

ESTADO JOSÉ ZORRILLA, VALLADOLID

CONTENIDO:

ANEXO 2: TRIBUNA NORTE

ANEXO 3: TRIBUNA PRINCIPAL

ANEXO 4: FONDO SUR

REALIZACIÓN:

Jaime Llabrés Moreno, Arquitecto

Juan Carlos Montero Piedrahita, Analista de Laboratorio

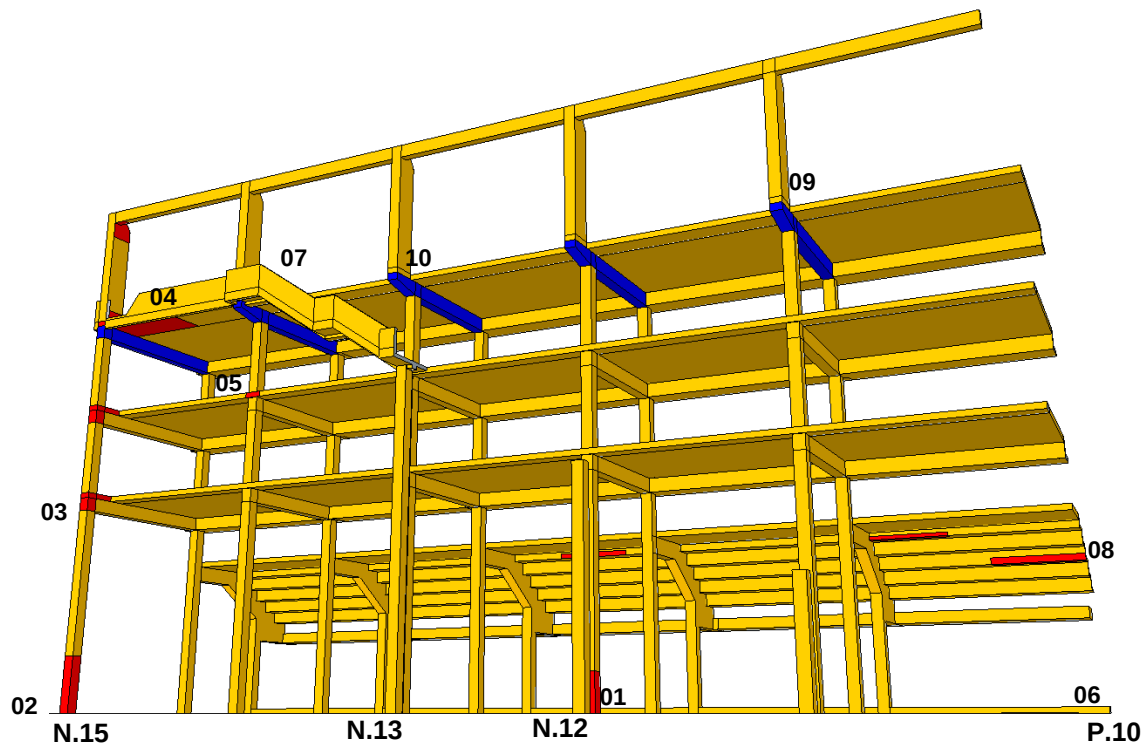
SUPERVISIÓN:

Jaime Llabrés Moreno, Arquitecto

Director técnico

ANEXO 2 TRIBUNA NORTE

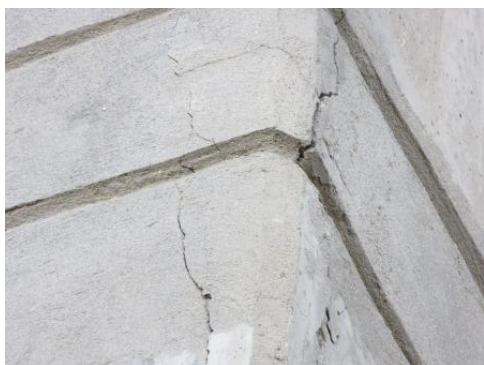
TRIBUNA NORTE P.10-N.11-N.12-N.13-N.14-N.15



01



02



03



04

ANEXO 2 TRIBUNA NORTE



05



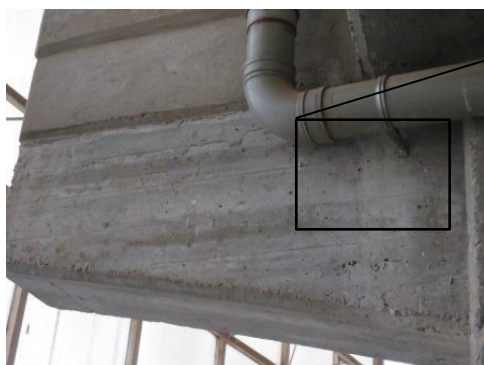
06



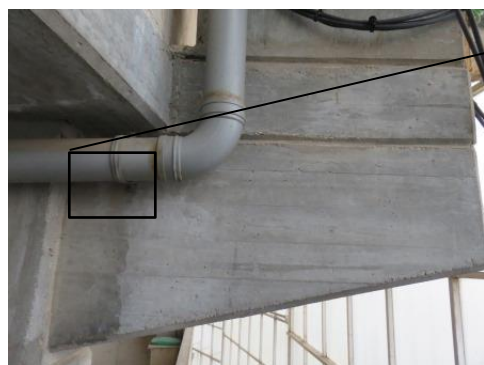
07



08



09

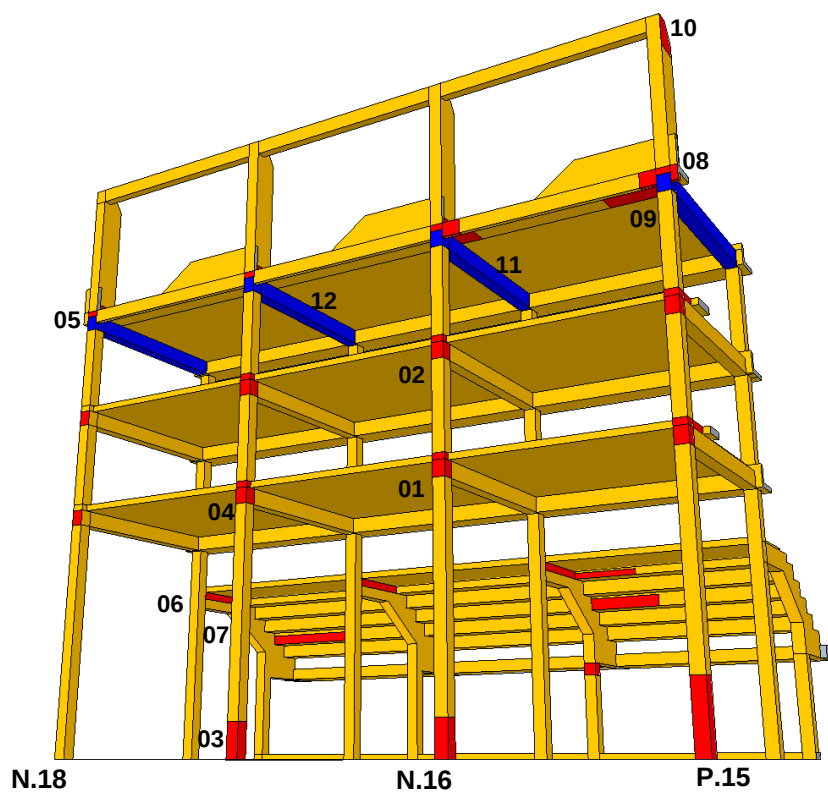


10

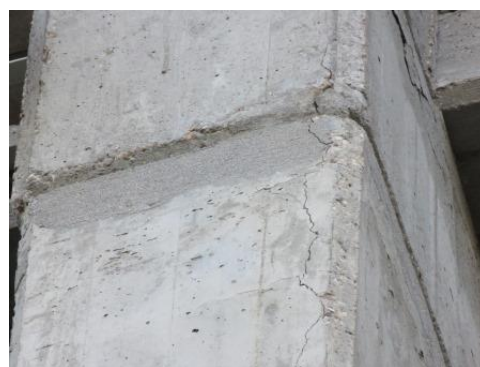


ANEXO 2 TRIBUNA NORTE

TRIBUNA NORTE N.15-N.16-N.17-N.18



01



02



03



04

ANEXO 2 TRIBUNA NORTE



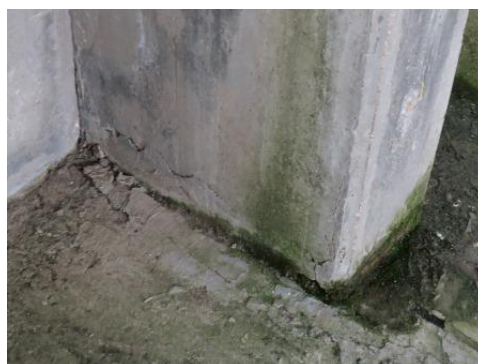
05



06



07



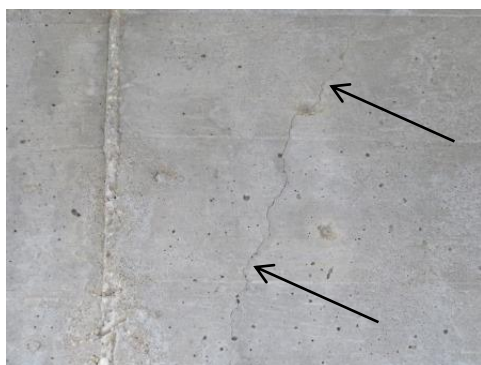
08



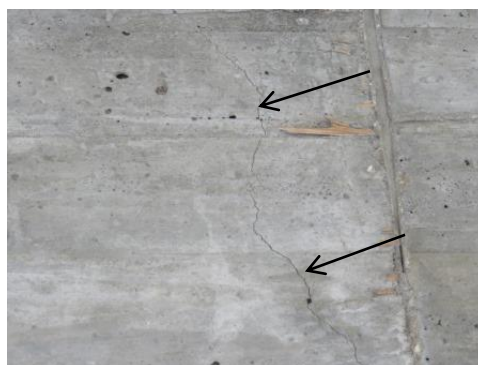
09



10



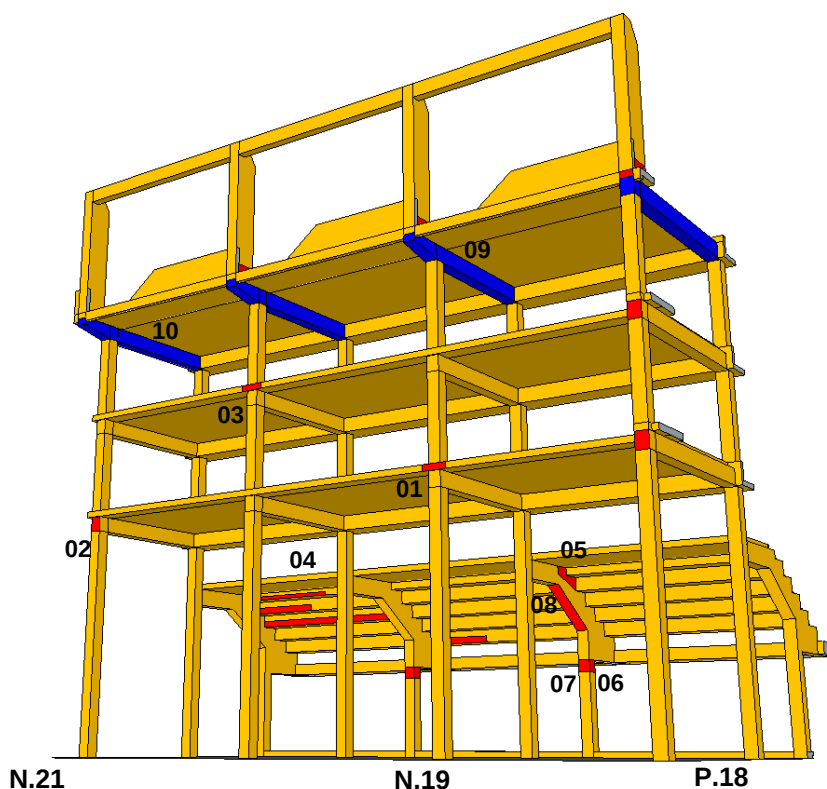
11



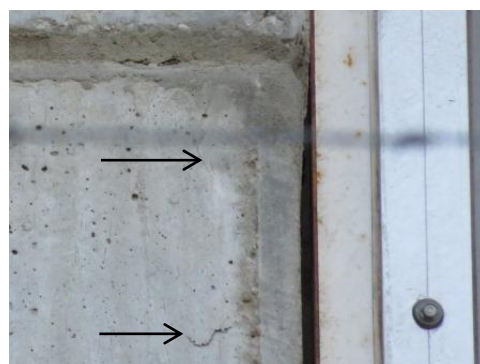
12

ANEXO 2 TRIBUNA NORTE

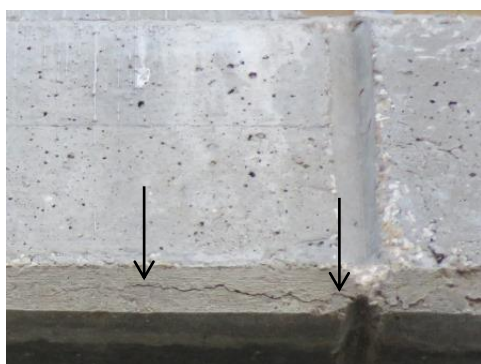
TRIBUNA NORTE N.18-N.19-N.20-N.21



01



02



03

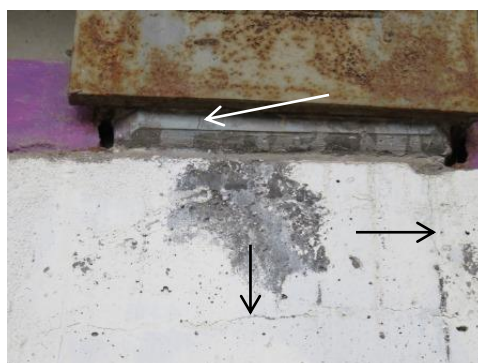


04

ANEXO 2 TRIBUNA NORTE



05



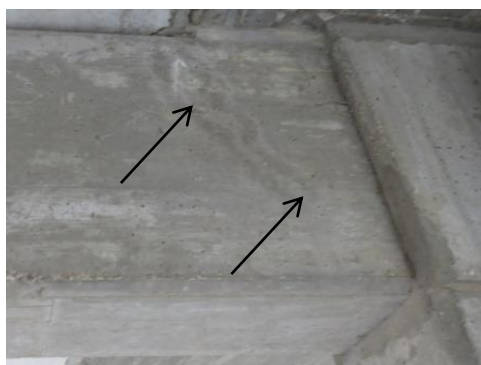
06



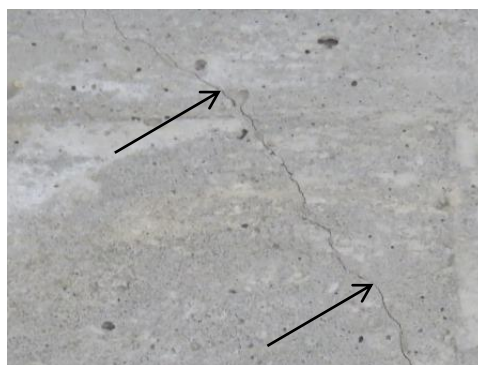
07



08



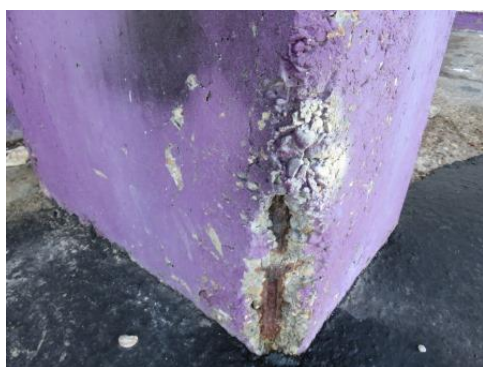
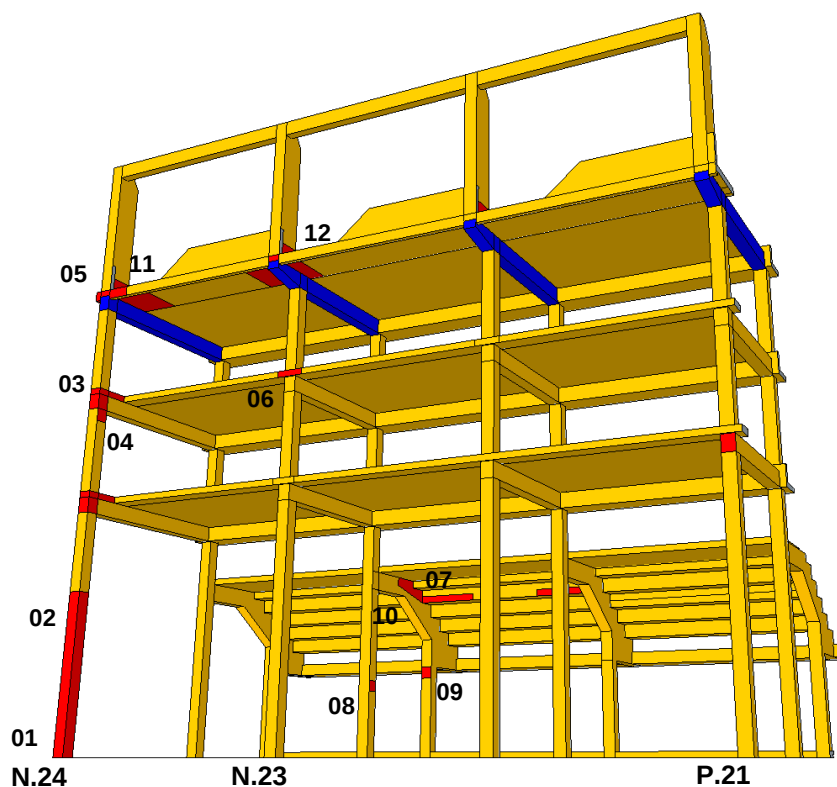
09



10

ANEXO 2 TRIBUNA NORTE

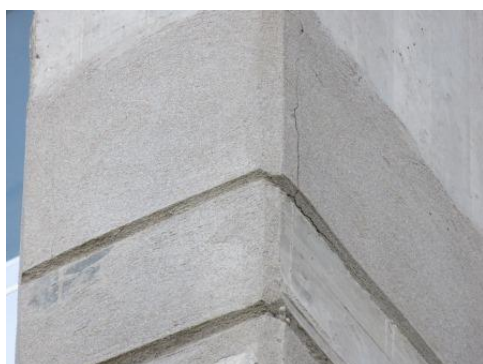
TRIBUNA NORTE N.21-N.22-N.23-N.24



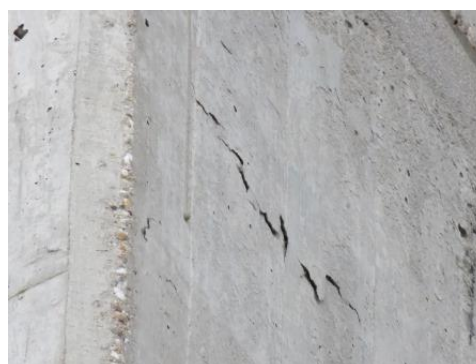
01



02

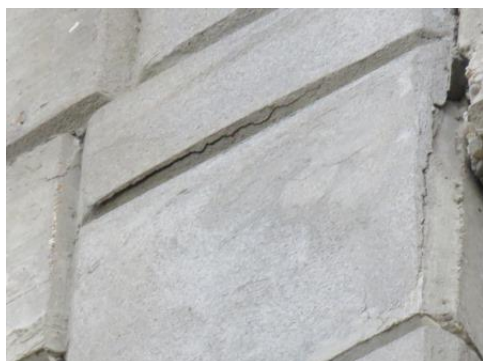


03



04

ANEXO 2 TRIBUNA NORTE



05



06



07



08



09



10



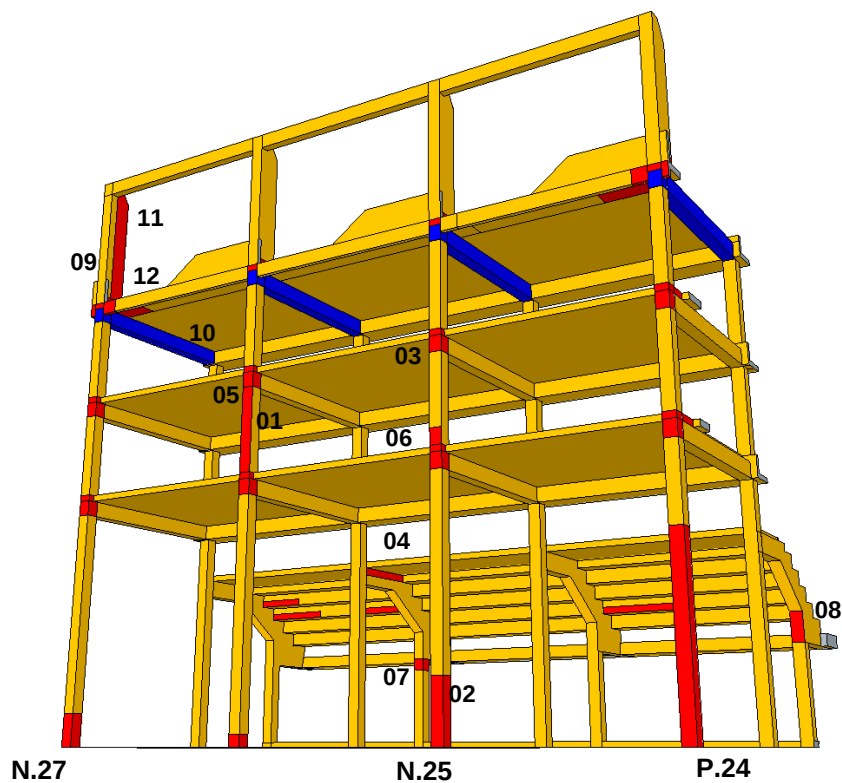
11



12

ANEXO 2 TRIBUNA NORTE

TRIBUNA NORTE N.24-N.25-N.26-N.27



01



02

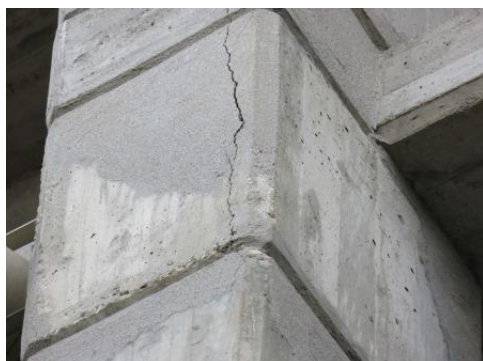


03

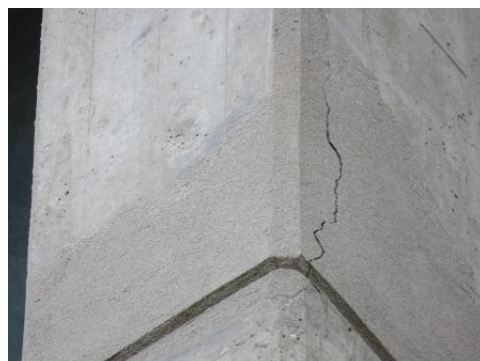


04

ANEXO 2 TRIBUNA NORTE



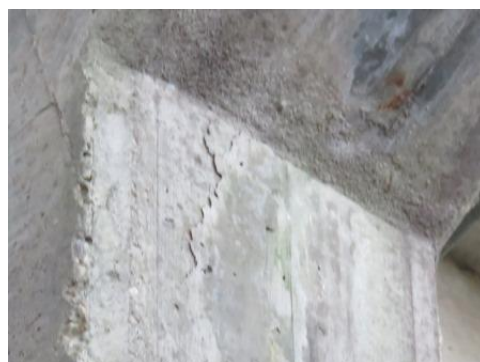
05



06



07



08



09



10



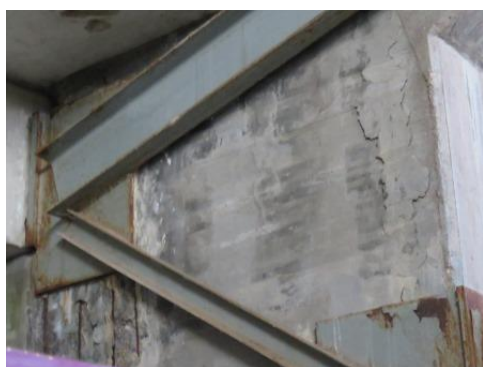
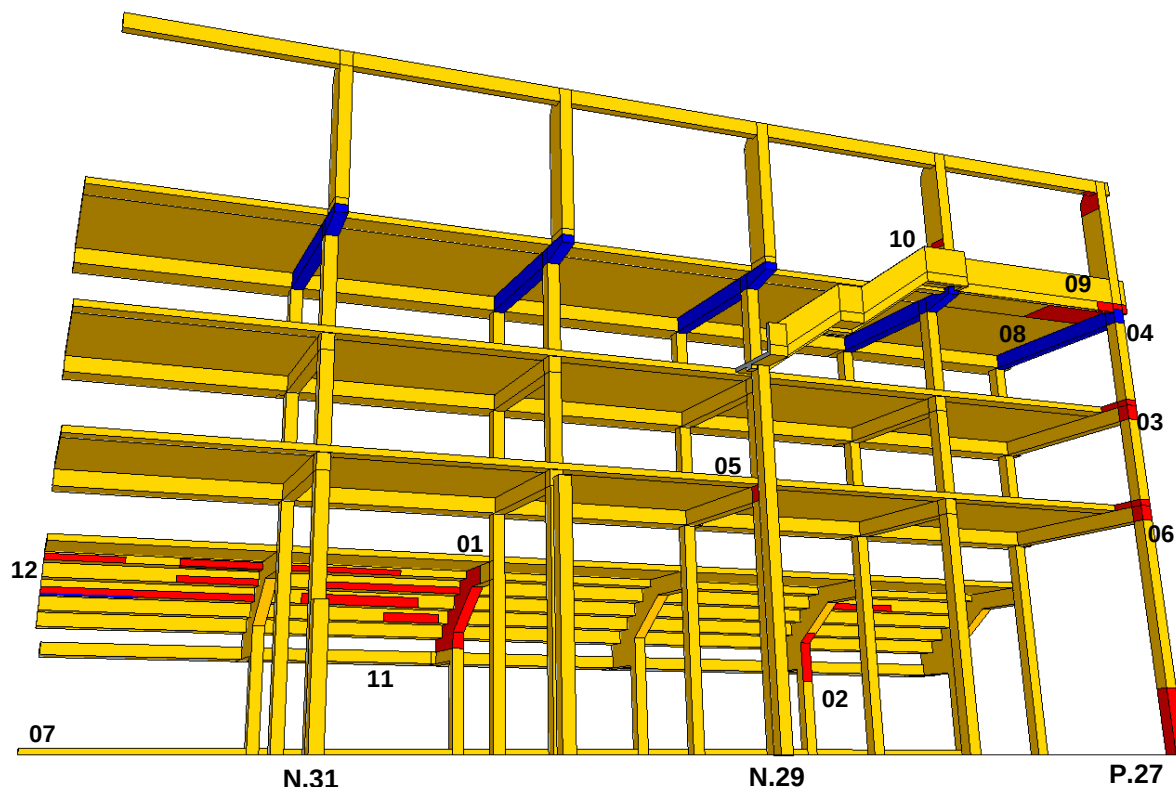
11



12

ANEXO 2 TRIBUNA NORTE

TRIBUNA NORTE N.27-N.28-N.29-N.30-N.31-L32



01



02



03



04

ANEXO 2 TRIBUNA NORTE



05



06



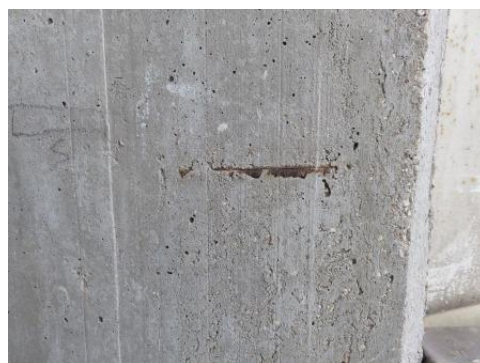
07



08



09



10



11



12

ANEXO 2 TRIBUNA NORTE

2. MEDICIONES

TRIBUNA NORTE	TRATAMIENTO	
	SUPERFICIAL	LINEAL
P.10-N.11 GRADAS		
FORJADOS, LOSAS, ETC	225	
PORTICO N.11	115	4
FORJADOS, LOSAS, ETC	225	
GRADAS	80	
PORTICO N.12	125	8
FORJADOS, LOSAS, ETC	225	
GRADAS	80	
PORTICO N.13	135	4
FORJADOS, LOSAS, ETC	225	
GRADAS	80	
PORTICO N.14	105	6
FORJADOS, LOSAS, ETC	225	
GRADAS	80	
PORTICO N.15	120	28
FORJADOS, LOSAS, ETC	250	16
GRADAS	80	
PORTICO N.16	120	16
FORJADOS, LOSAS, ETC	250	4
GRADAS	80	
PORTICO N.17	120	12
FORJADOS, LOSAS, ETC	250	
GRADAS	80	
PORTICO N.18	120	6
FORJADOS, LOSAS, ETC	250	
GRADAS	80	
PORTICO N.19	105	6
FORJADOS, LOSAS, ETC	225	
GRADAS	80	
PORTICO N.20	105	6
FORJADOS, LOSAS, ETC	225	
GRADAS	80	
PORTICO N.21	105	4
FORJADOS, LOSAS, ETC	225	
GRADAS	80	

TRIBUNA NORTE	TRATAMIENTO	
	SUPERFICIAL	LINEAL
PORTICO N.22	105	2
FORJADOS, LOSAS, ETC	225	
GRADAS	80	
PORTICO N.23	105	12
FORJADOS, LOSAS, ETC	225	12
GRADAS	80	
PORTICO N.24	120	24
FORJADOS, LOSAS, ETC	250	8
GRADAS	80	
PORTICO N.25	120	14
FORJADOS, LOSAS, ETC	250	
GRADAS	80	
PORTICO N.26	120	10
FORJADOS, LOSAS, ETC	250	
GRADAS	80	
PORTICO N.27	120	20
FORJADOS, LOSAS, ETC	250	
GRADAS	80	
PORTICO N.28	105	6
FORJADOS, LOSAS, ETC	225	
GRADAS	80	
PORTICO N.29	135	4
FORJADOS, LOSAS, ETC	225	
GRADAS	80	
PORTICO N.30	125	10
FORJADOS, LOSAS, ETC	225	
GRADAS	80	
PORTICO N.31	115	2
FORJADOS, LOSAS, ETC	225	
GRADAS	80	
FORJADOS, LOSAS, ETC	225	
N.31-L.32 GRADAS	80	

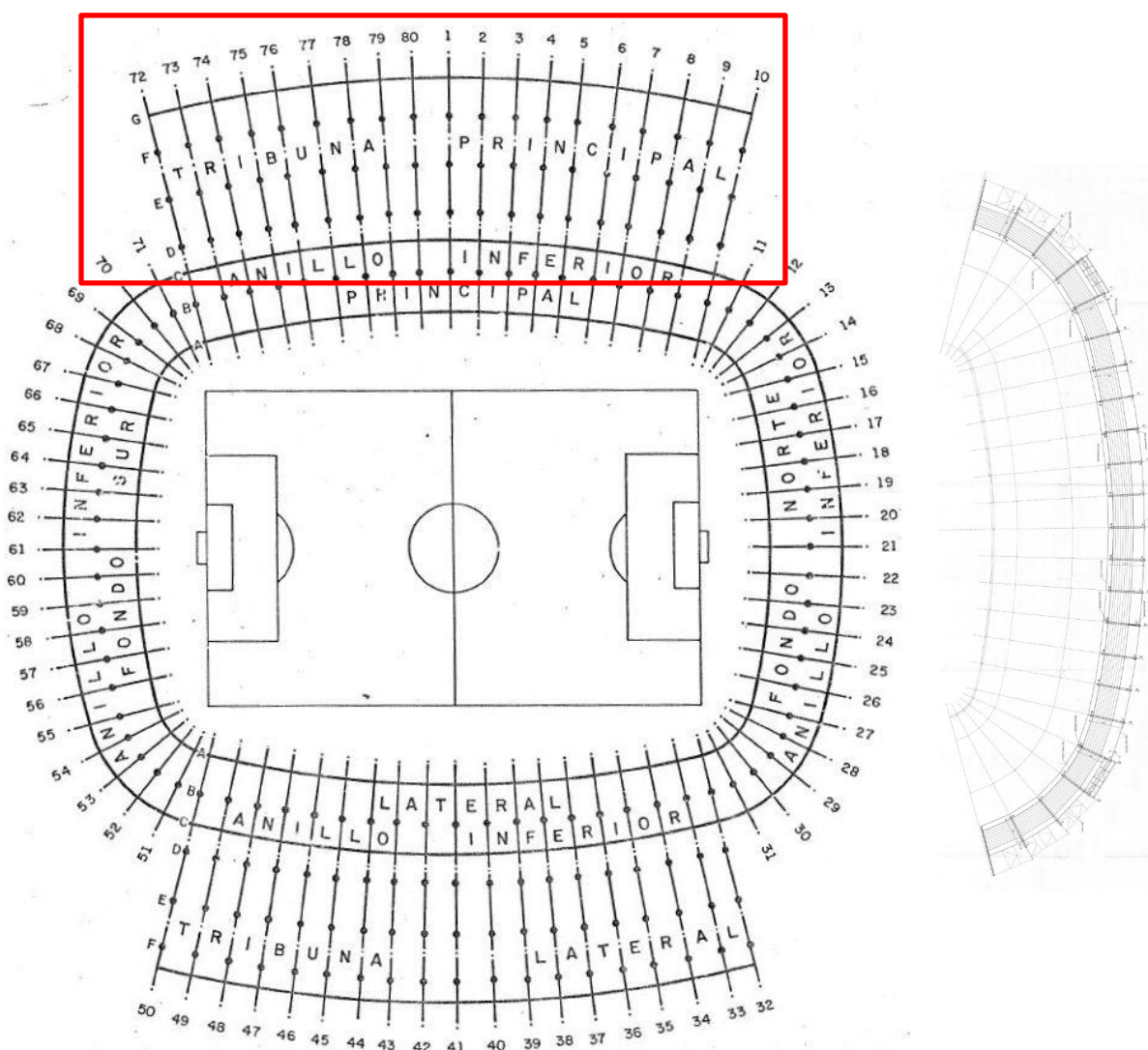
TRIBUNA NORTE	TRATAMIENTO	
	SUPERFICIAL	LINEAL
PORTICOS	2445	204
VIGAS Y FORJADOS	5375	40
GRADAS	1440	0
TOTAL:	9260	244

ANEXO 3 TRIBUNA PRINCIPAL

ANEXO 3 TRIBUNA PRINCIPAL

1. LEVANTAMIENTO DE DAÑOS

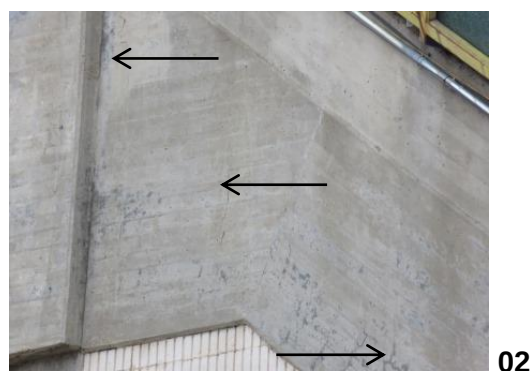
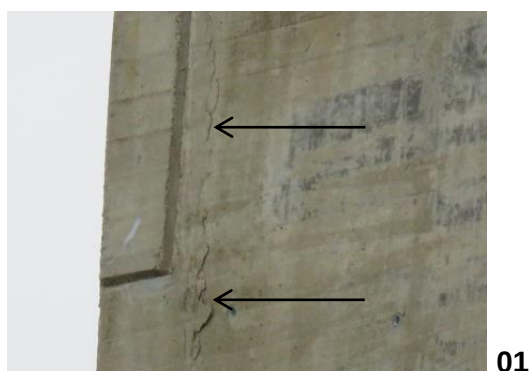
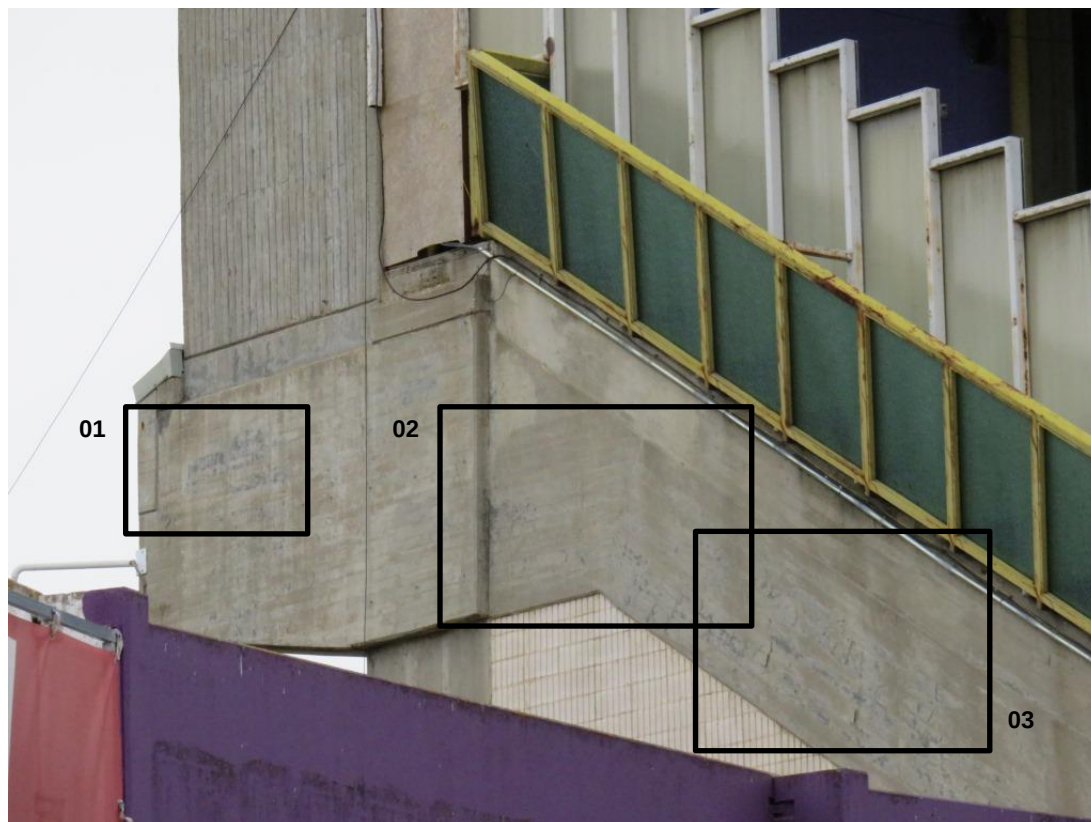
Se representa a continuación los daños correspondientes a los pórticos de la tribuna principal, de sur a norte y con la numeración según el siguiente esquema:



Los desprendimientos de hormigón en la tribuna se concentran en los pórticos extremos P.72 y P10, mientras que en el interior, al no haber penetrado el agua no observan daños de este tipo. Excepcionalmente se localizan fisuraciones de menor importancia en los mástiles superiores y otros elementos de hormigón armado expuestos directamente a la intemperie.

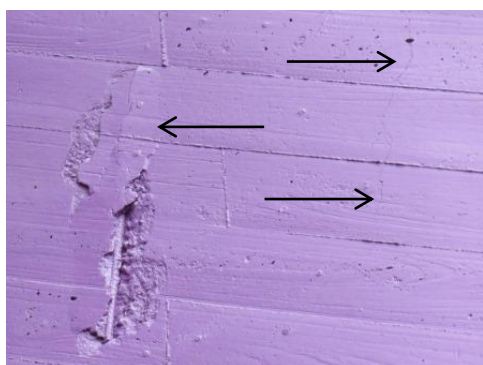
ANEXO 3 TRIBUNA PRINCIPAL

PORTICO 72

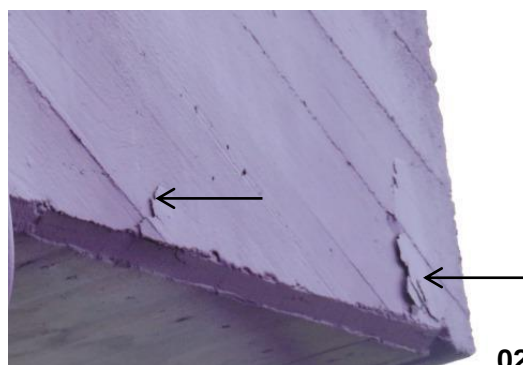


ANEXO 3 TRIBUNA PRINCIPAL

PORTICO 72



01



02



03



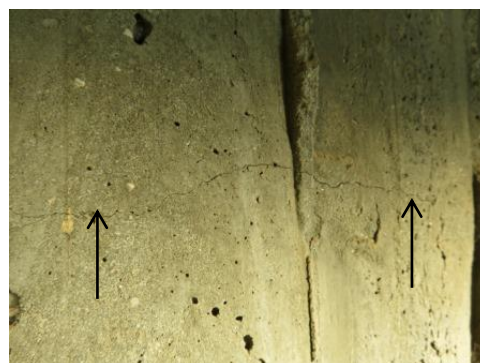
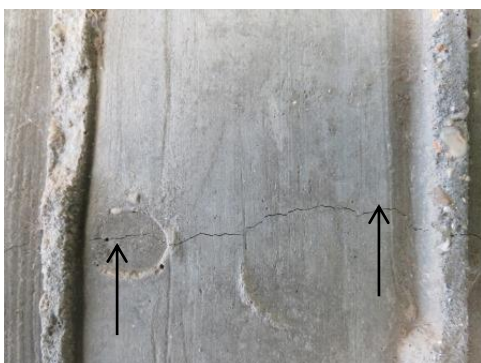
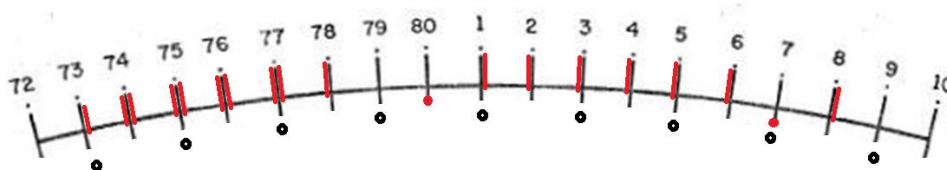
04

Lado opuesto de 01 en el interior

ANEXO 3 TRIBUNA PRINCIPAL

PANTALLAS PARA SOPORTE DE MARQUESINA EN PLANTA SUPERIOR

En las pantallas señaladas en el siguiente esquema se observan algunas fisuras horizontales de poca entidad (0,1-0,2mm), coincidentes con los estribos más superficiales donde es de esperar que se haya iniciado la corrosión. No se considera el picado de dichos hormigones pero sí la aplicación de inhibidores de corrosión.



Puntualmente en zonas donde se anclan herrajes, se detectan corrosiones cuyos hormigones sí deberán ser reparados.



P.09



P.80

ANEXO 3 TRIBUNA PRINCIPAL

2. MEDICIONES

TRIBUNA LATERAL	TRATAMIENTO	
	SUPERFICIAL	LINEAL
PORTICO P.72	236	12
VIGAS, FORJADOS, LOSAS	35	
GRADAS Y MURETES	465	
PORTICO P.73	235	2
VIGAS, FORJADOS, LOSAS	35	
GRADAS Y MURETES	365	
PORTICO P.74	235	2
VIGAS, FORJADOS, LOSAS	35	
GRADAS Y MURETES	435	
PORTICO P.75	236	2
VIGAS, FORJADOS, LOSAS	35	
GRADAS Y MURETES	435	
PORTICO P.76	236	2
VIGAS, FORJADOS, LOSAS	35	
GRADAS Y MURETES	365	
PORTICO P.77	235	2
VIGAS, FORJADOS, LOSAS	35	
GRADAS Y MURETES	435	
PORTICO P.78	236	2
VIGAS, FORJADOS, LOSAS	35	
GRADAS Y MURETES	435	
PORTICO P.79	236	2
VIGAS, FORJADOS, LOSAS	35	
GRADAS Y MURETES	365	
PORTICO P.80	235	2
VIGAS, FORJADOS, LOSAS	35	
GRADAS Y MURETES	435	
PORTICO P.1	235	2
VIGAS, FORJADOS, LOSAS	35	
GRADAS Y MURETES	435	

TRIBUNA LATERAL	TRATAMIENTO	
	SUPERFICIAL	LINEAL
PORTICO P.2	235	2
VIGAS, FORJADOS, LOSAS	35	
GRADAS Y MURETES	365	
PORTICO P.3	236	2
VIGAS, FORJADOS, LOSAS	35	
GRADAS Y MURETES	435	
PORTICO P.4	235	2
VIGAS, FORJADOS, LOSAS	35	
GRADAS Y MURETES	435	
PORTICO P.5	235	2
VIGAS, FORJADOS, LOSAS	35	
GRADAS Y MURETES	365	
PORTICO P.6	236	2
VIGAS, FORJADOS, LOSAS	35	
GRADAS Y MURETES	435	
PORTICO P.7	235	2
VIGAS, FORJADOS, LOSAS	35	
GRADAS Y MURETES	435	
PORTICO P.8	235	2
VIGAS, FORJADOS, LOSAS	35	
GRADAS Y MURETES	365	
PORTICO P.9	235	2
VIGAS, FORJADOS, LOSAS	35	
GRADAS	435	
PORTICO P.10	236	4

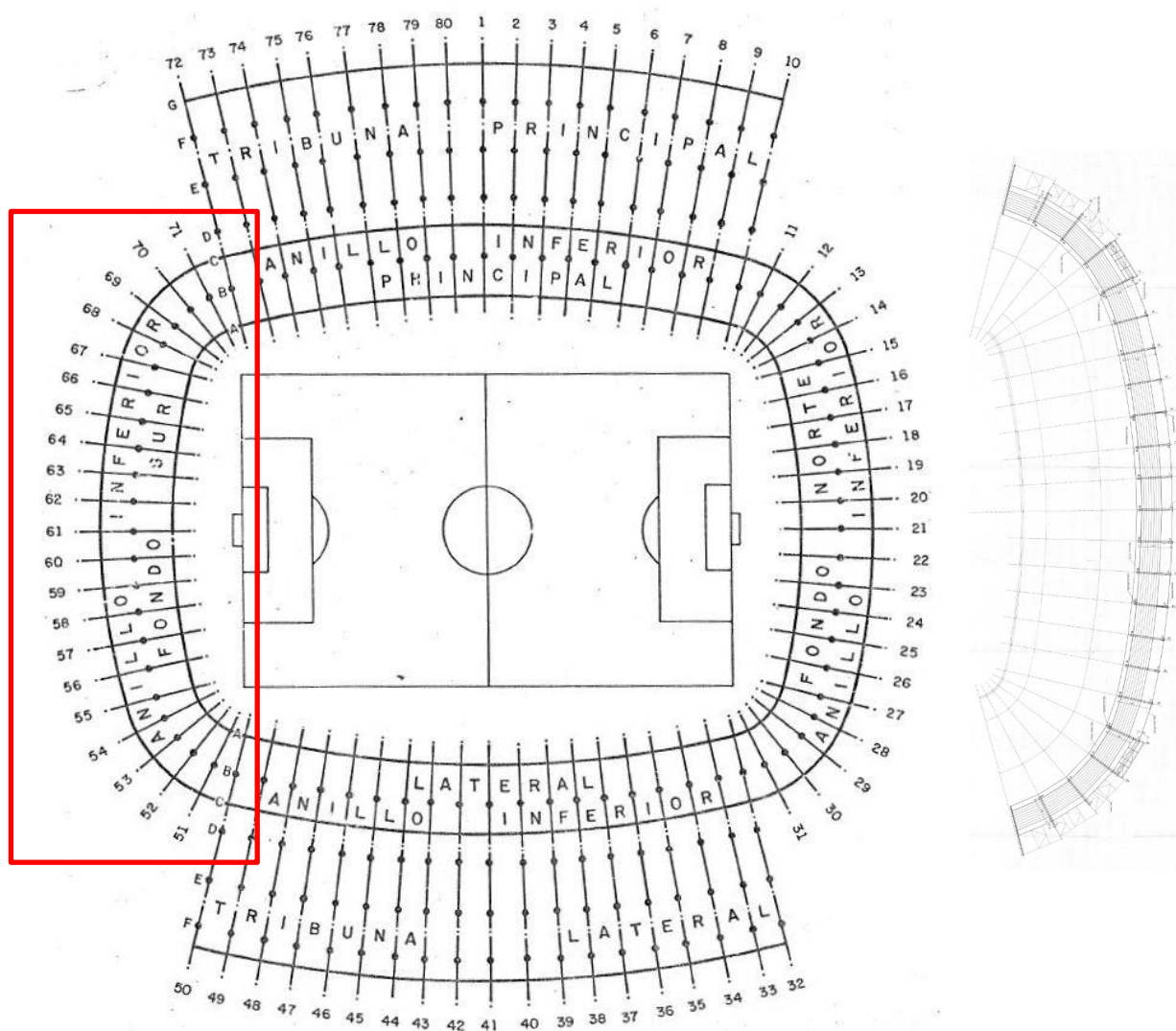
TRIBUNA LATERAL	TRATAMIENTO	
	SUPERFICIAL	LINEAL
PORTICOS	4238	58
VIGAS Y FORJADOS	595	0
GRADAS	7005	0
TOTAL:	11838	58

ANEXO 4 FONDO SUR

ANEXO 4 FONDO SUR

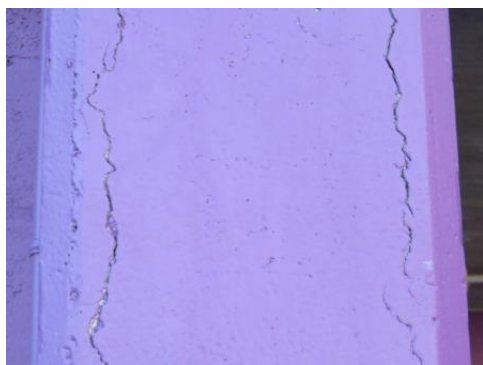
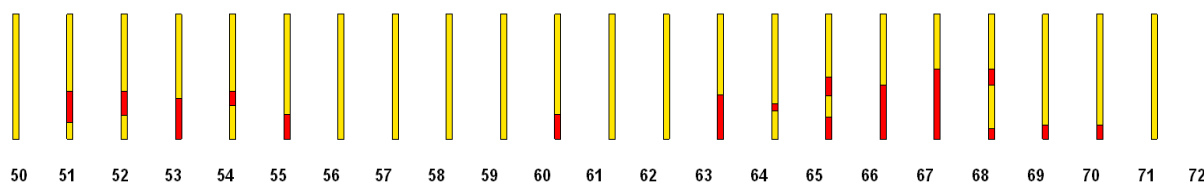
1. LEVANTAMIENTO DE DAÑOS

Se representa a continuación los daños correspondientes a las estructuras del fondo sur, de este a oeste y con la numeración según el siguiente esquema:



ANEXO 4 FONDO SUR

Los pilares prefabricados del fondo sur, presentan fisuras por la corrosión del armado principal en la mayoría de elementos (15 de 23). Dada la única función de soporte del vallado perimetral, se recomienda su completa sustitución por lo costoso de su reparación y mantenimiento.



En el interior de la zona de servicios (pórtico 60) se advierte la rotura intencionada de una placa alveolar donde se ha dejado el acero al descubierto presentando signos de corrosión.

