

PROCEDIMIENTO DE MONTAJE

ESTRUCTURA METÁLICA TEATRO – COLEGIO EL ENSUEÑO

INTRODUCCION

Como parte del proceso de montaje de la estructura metálica del Colegio El Ensueño; debe realizarse la recepción, descargue, acopio, armado y montaje de la estructura metálica del Teatro. El ingreso de la estructura para el proyecto se realizará por la calle 67B sur, paralela al eje 1L entre ejes (L8-L9), sin descartar los accesos existentes por la transversal 70D. El descargue se llevará a cabo con montacargas; el trasiego hasta su el lugar de armado se ejecutará sobre madera y tubería, con ayudas mecánicas, en algunos casos con winches eléctricos.

El montaje de la estructura principal del proyecto, se llevará a cabo con la ayuda de winches eléctricos de capacidad de 3,0 toneladas; los cuales se pueden configurar en arreglos simples o múltiples según los pesos de los elementos metálicos. Para los elementos secundarios, considerando las cargas, radios de trabajo y la capacidad de carga del equipo; se implementará el uso de la torre grúa CM 5008 dispuesta en el lugar del proyecto. De igual manera, los elementos secundarios pueden ser montados con la ayuda de winches eléctricos.

OBJETIVO

El objetivo de este procedimiento es establecer los estándares a seguir durante el proceso de descargue, trasiego, armado y montaje de la estructura metálica correspondiente al Teatro del Colegio El Ensueño de Bogotá; de manera que se cumplan las especificaciones técnicas y protocolos de seguridad señalados para este tipo de actividades.

ALCANCE

Este procedimiento es aplicable desde la recepción en obra de la estructura metálica, hasta la ubicación de los elementos en el lugar final requerido para realizar su montaje de acuerdo con los planos y las especificaciones técnicas suministradas.

RESPONSABLES

- Es responsabilidad del ingeniero residente del proyecto, el supervisor u oficial de obra, hacer cumplir este procedimiento.
- Es responsable del seguimiento desde HSEQ el supervisor SISO dando cumplimiento a las normas de seguridad industrial en cada etapa del proceso.
- Es responsabilidad de los operadores, aparejadores, oficiales, ayudantes de montaje y demás personal involucrado; llevar a cabo todas las actividades descritas en este documento, utilizando de manera adecuada los equipos, la herramienta y en general los recursos disponibles.

DEFINICIONES

Viga: Elemento estructural rígido, generalmente horizontal, proyectado para soportar y transmitir las cargas transversales a los puntos de apoyo.

Izaje de cargas: Procedimiento que permite elevar ó bajar una carga, con un peso definido, en forma segura y controlada.

Torre Grúa: Equipo certificado de elevación de cargas, con capacidades y características definidas en su ficha técnica de acuerdo con su modelo y año de fabricación.

Trabajo seguro en alturas: El trabajo en altura se define como cualquier actividad o desplazamiento que realice un trabajador mientras este expuesto a un riesgo de caída a distinto nivel, cuya diferencia de cota sea aproximadamente igual o mayor a 1.5 metros con respecto del plano horizontal inferior más próximo.

Absorbente de choque: Equipo cuya función es disminuir las fuerzas de impacto en el cuerpo del trabajador o en los puntos de anclaje en el momento de una caída.

Anclaje: Punto seguro al que se puede conectar un equipo personal de protección contra caídas con resistencia mínima de 5.000 Libras (2.272 kg) por persona conectada.

Arnés: Sistema de correas cosidas y debidamente aseguradas, incluye elementos para conectar equipos y asegurarse a un punto de anclaje; su diseño permite distribuir en varias partes del cuerpo el impacto generado durante una caída.

Certificación: Constancia que se entrega al final de un proceso, que acredita que un determinado elemento cumple con las exigencias de calidad de la norma que lo regula, o que una persona posee los conocimientos y habilidades necesarias para desempeñar ciertas actividades o tareas.

Conector: Equipo que permita conectar el arnés del trabajador al punto de anclaje. Este debe estar certificado.

Eslinga: Conector con una longitud máxima de 1.80 m fabricado en materiales como cuerda, reata, cable de acero o cadena. Las eslingas cuentan con ganchos para facilitar su conexión al arnés y a los puntos de anclaje; algunas eslingas se le incorporan absorbentes de choque.

Ganchos: Equipo metálico que es parte integral de los conectores y permite realizar conexiones entre el arnés a los puntos de anclaje.

Líneas de vida horizontales: Sistemas de cables de acero, cuerdas o rieles que debidamente ancladas a la estructura donde se realizara el trabajo en alturas, permitan la conexión de los equipos personales de protección contra caídas y el desplazamiento horizontal del trabajador sobre una determinada superficie.

Líneas de vida verticales: Sistemas de cables de acero o cuerdas que debidamente ancladas a un punto superior a la zona de labor, protegen al trabajador en su desplazamiento vertical.

Mosquetón: Equipo metálico en forma de argolla que permite realizar conexiones directas del arnés a los puntos de anclaje. Otro uso es servir de conexión entre equipos de protección contra caídas o rescate a su punto de anclaje.

Persona autorizada: Persona que después de recibir una capacitación, aprobarla y tener todos los requisitos que establece la presente resolución, puede desarrollar trabajos en alturas.

Persona competente: persona capaz de identificar peligros, en el sitio en donde se realizan trabajos en alturas, relacionados con el ambiente o condiciones de trabajo y que tiene la autorización para aplicar medidas correctivas, lo más pronto posible, para controlar los riesgos asociados a dicho peligro.

Posicionamiento de trabajo: Conjunto de procedimientos mediante los cuales se mantendrá o sostendrá el trabajador a un lugar específico de trabajo, limitando la caída libre de este a 2 pies (0.60 m) o menos.

Delimitación del área: medida de prevención que tiene por objeto limitar el área o zona de peligro de caída de personas y prevenir el acercamiento de personas a esta. (**Nota:** La delimitación de la zona de peligro de caída de personas se hará mediante cuerdas, cables, vallas, cadenas, cintas, reatas, conos, balizas, barandas, de cualquier tipo de material, de color amarillo y negro, combinados, si son permanentes y naranja y blanco, combinados, si son temporales).

Señalización del área: Medida de prevención que incluye, entre otros, avisos informativos que indican con letras o símbolos gráficos el peligro de caída de personas y objetos.

Inspección Evaluación de la conformidad por medio de observación y dictamen, acompañado cuando sea apropiado por medición, ensayos/prueba o comparación con patrones.

Permiso Autorización para utilizar o liberar un producto que no es conforme con los requisitos especificados. (**Nota:** Un permiso está generalmente limitado a la entrega de un producto que tiene características no conformes, dentro de límites definidos por un tiempo o una cantidad acordados).

DESARROLLO

A continuación, se describe el procedimiento general para para la recepción, descargue, acopio y montaje de estructura metálica para el teatro del colegio el Ensueño en Bogotá.

Los vehículos cargados con estructura metálica, materiales y equipo necesarios durante el proceso constructivo; deben ingresar por los accesos establecidos por la dirección del proyecto para este tipo de elementos; los cuales se encuentran ubicados por la transversal 70 D o por la calle 67B sur para el caso de los elementos cuyo peso supera la capacidad de carga de la torre-grúa.

De manera previa al ingreso de los vehículos, debe gestionarse su autorización de ingreso ante el área HSE del proyecto; para lo cual, es necesario entregar la documentación establecida.



Imagen N° 1. Acceso al proyecto.

a) EQUIPOS

- **Torre Grúa CM 5008:** Equipo dispuesto en el lugar del proyecto, cuenta con una capacidad máxima de carga de 4,0 ton a 13 metros de radio y 1,084 ton a 40 metros de radio. Uso del equipo



Imagen N° 2. Torre grúa CM 5008.

- **Monta Cargas:** Equipo de elevación y transporte horizontal de cargas. Cuenta con una plataforma deslizante a lo largo de dos guías rígidas paralelas, y dos uñas ajustables de acuerdo con las dimensiones de la carga. Debido a su versatilidad, este equipo tiene diversos tipos y aplicaciones, tanto en la industria de carga y almacenamiento, como en el sector construcción.



Imagen N° 3. Montacargas.

- **Andamios Certificado:** Andamio multidireccional certificado para acceso de personal y para montaje de elementos metálicos.

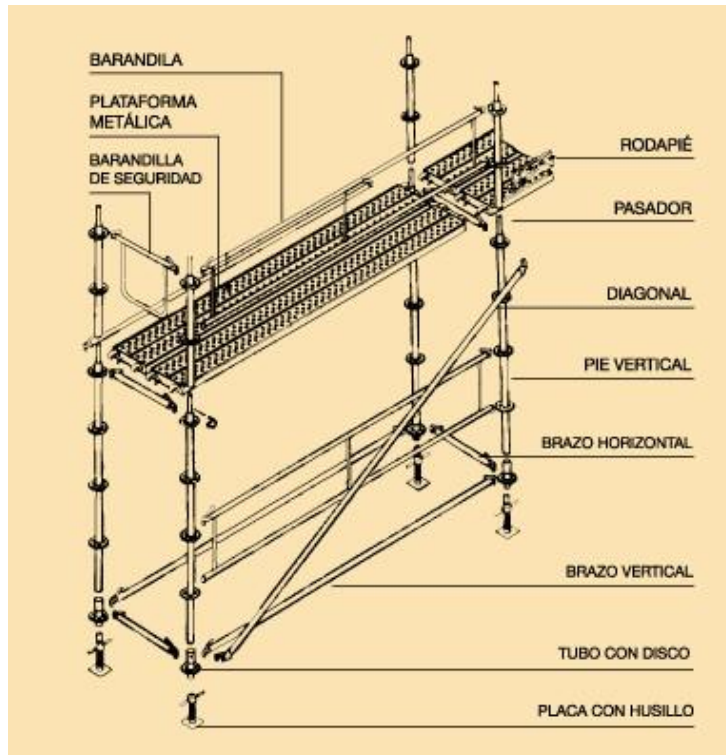


Imagen N° 4. Andamio Multidireccional Certificado.

- **Winche Eléctrico:** Dispositivo mecánico, impulsado por un motor eléctrico, destinado a levantar y desplazar grandes cargas. Para el proyecto, se van a destinar dos unidades con capacidad de 3 toneladas en configuración simple y un adicional con capacidad de 1,5 ton en la misma configuración.



Imagen N° 5. Winche Eléctrico.

b) PERSONAL DE MONTAJE

El personal de montaje involucrado en el desarrollo de actividades de alcance de este procedimiento es el siguiente:

- Supervisor de Montaje
- Oficial de Montaje
- Soldadores
- Prácticos de Montaje
- Ayudantes

DESCARGUE DE ESTRUCTURA EN SITIO.



Imagen N° 6. Vehículo típico cargado con estructura metálica.

La estructura será despachada en cama baja o tracto camión desde la planta de fabricación de SAC Estructuras Metálicas SA, en orden lógico de acuerdo a la secuencia de montaje registrada en la programación de obra. En las instalaciones de proyecto, se dispondrá de la torre grúa descrita anteriormente, para el descargue y movimiento de la estructura con pesos de elementos individuales inferiores a la capacidad del equipo, asociada al radio de trabajo.



Imagen N° 7. Descarga de estructura metálica con torre grúa.

Las cargas serán recibidas y dirigidas por un grupo de trabajo conformado por un oficial de montaje y dos ayudantes, aptos para ejecutar trabajos a borde de placas; es decir, cuentan con certificados para trabajo seguro en alturas.

Los vehículos cargados con elementos individuales de estructura metálica, con un peso superior a la capacidad de carga de la torre-grúa (Vigas Warren), serán descargados con montacargas por el acceso generado por la calle 67B sur, paralelo al eje 1L entre ejes (L8-L9).

MONTAJE DE ESTRUCTURA METÁLICA

La estructura metálica que hace parte del Teatro del colegio el Ensueño, fue dividida por el área técnica en seis fases o series, considerando la tipología de sus elementos; lo anterior con el propósito de facilitar la etapa de coordinación y aprobación de planos generales y de taller. De

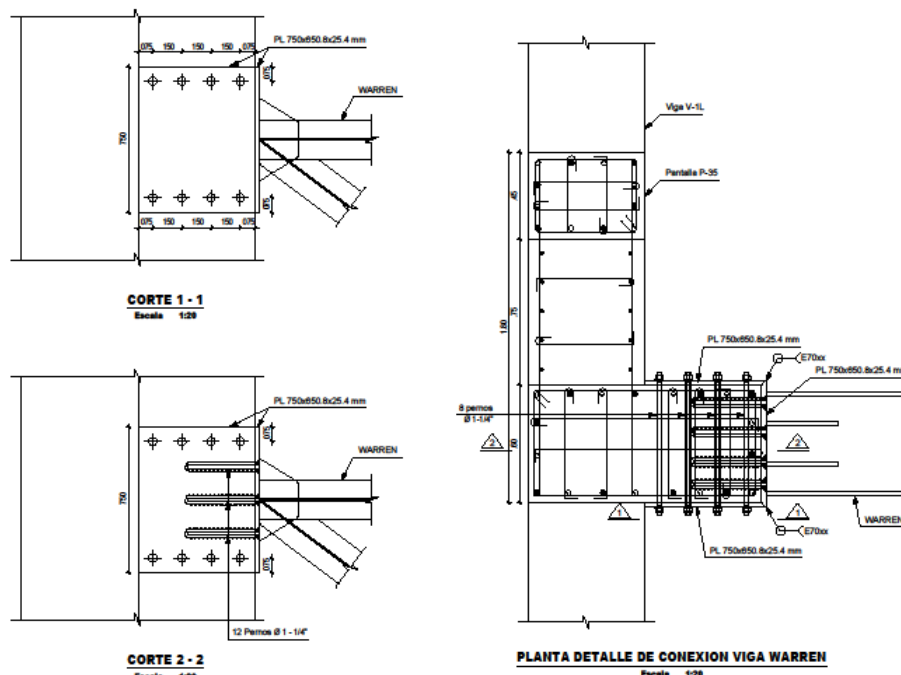
igual manera, el área de montaje, estableció la secuencia de fabricación y despacho a obra, de cada una de las series mencionadas y de los elementos que las conforman, teniendo en cuenta el orden lógico de montaje establecido considerando los equipos de izaje disponibles y las condiciones generales del proyecto.

A continuación, se cita la secuencia de montaje establecida en el cronograma de obra suministrado al inicio del proyecto.

- **Serie 500:** Elevación eje L9. Estructura metálica comprendida entre los ejes (L9-L10) (II-5L) Nivel N+10.55 y N+ 18,54. Planos de Montaje M500 – M503.
- **Serie 600:** Cubierta de Teatro. Estructura metálica comprendida entre los ejes (L8-L9) (II-5L) Nivel N+18.54 / N+ 21,27. Planos de Montaje M600 – M602.
- **Serie 400:** Cubierta graderías Teatro. Estructura metálica comprendida entre los ejes (L4-L4) (II-5L) Nivel N+11.65 / N+ 14,85. Planos de Montaje M400 – M404.
- **Serie 100:** Pasarela Nivel N+ 8,54 y N+ 11,65; comprendida entre los ejes (L8-L9) (II-5L). Planos de Montaje M100 – M103.
- **Serie 200:** Plataforma primer piso, comprendida entre los ejes (L8-L9) (II-5L).
- **Serie 300:** Pasarela Nivel N+ 11,09, ejes (L4-L4) (II-5L). Planos de Montaje M401-M404.

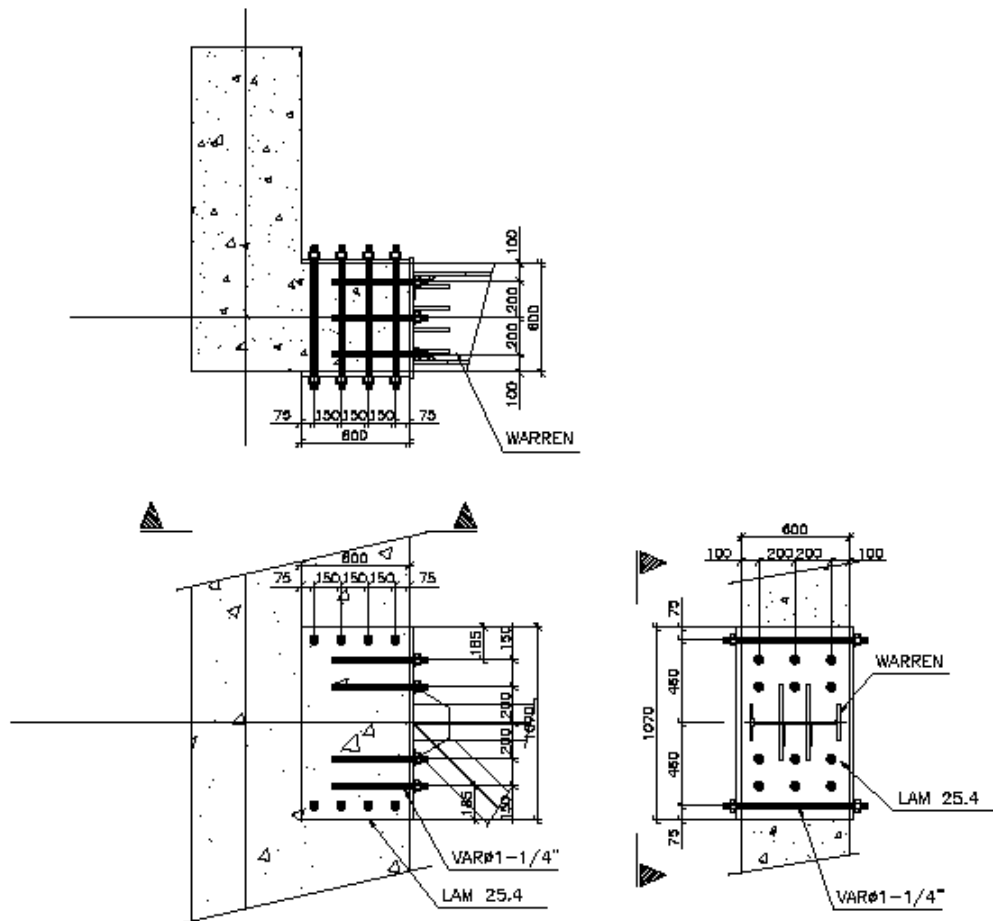
INSTALACIÓN ANCLAJES EPOXICOS SERIE 500

Los anclajes especificados y requeridos para la conexión de la viga Warren de la serie 500, la cual se debe instalar sobre el eje L9 nivel N+ 10,655m / 12,055m; se describen en el Detalle N° I presentado a continuación. Sin embargo, considerando la distribución de aceros de refuerzo de



Detalle N° I. Anclajes epóxicos viga Warren serie 500.

la columna de concreto, pueden presentar interferencia entre la localización de los anclajes epóxicos y los refuerzos antes mencionados. Con el propósito de dar solución a esta situación, se coordinó y aprobó el ajuste de la distribución de los anclajes epóxicos (Ver esquema N° 2) y se definió la necesidad de escarificar las caras de la columna de concreto y de esta manera minimizar la afectación que puede presentar la columna con perforaciones fallidas.

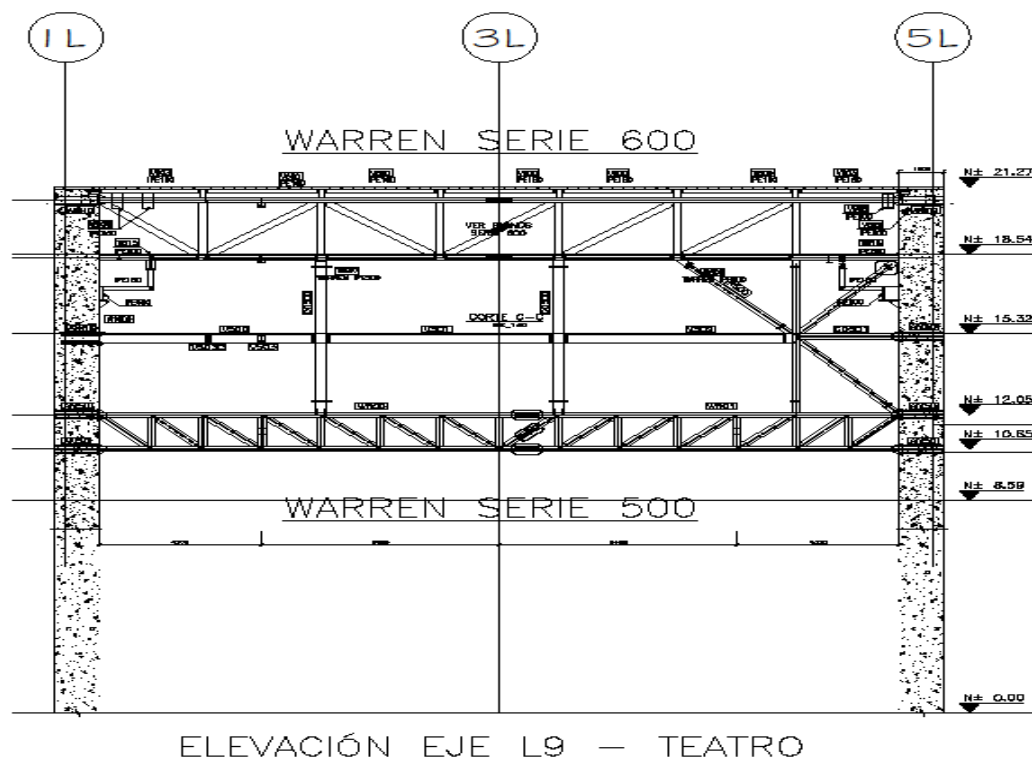


DETALLE ANCLAJES AN50

ESC: 1:50

Detalle N° 2. Anclajes epóxicos viga Warren serie 500.
Ajustados considerando la ubicación de aceros de refuerzo columna.

Estos anclajes deben ser instalados de manera previa al montaje de la estructura metálica, sin embargo, pueden ser ejecutados durante el proceso de ensamble y posicionamiento de la viga Warren en el lugar requerido para su izaje.



Esquema N° 1. Elevación sobre el eje L9. Serie 500 y 600.

Siguiendo el orden lógico de montaje establecido, el primer elemento estructural que debe ser ensamblado y montado en el teatro, corresponde a la viga Warren de la **serie 500**, la cual está constituida por 4 tramos de viga unidos entre sí mediante conexiones pernada. Estos elementos ingresarán al proyecto por el acceso establecido por la calle 67B sur, serán descargados haciendo uso de un montacargas y posteriormente se procede a su ensamble sobre la losa de concreto del primer piso del teatro.

Haciendo uso de los winches eléctricos, diferenciales y elementos de rodadura, se debe ensamblar, y posicionar la viga Warren de la serie 500 (cuatro tramos, peso total 8,9 ton), paralela al eje L9 entre ejes 1L – 5L como se indica en el Esquema N° 2.

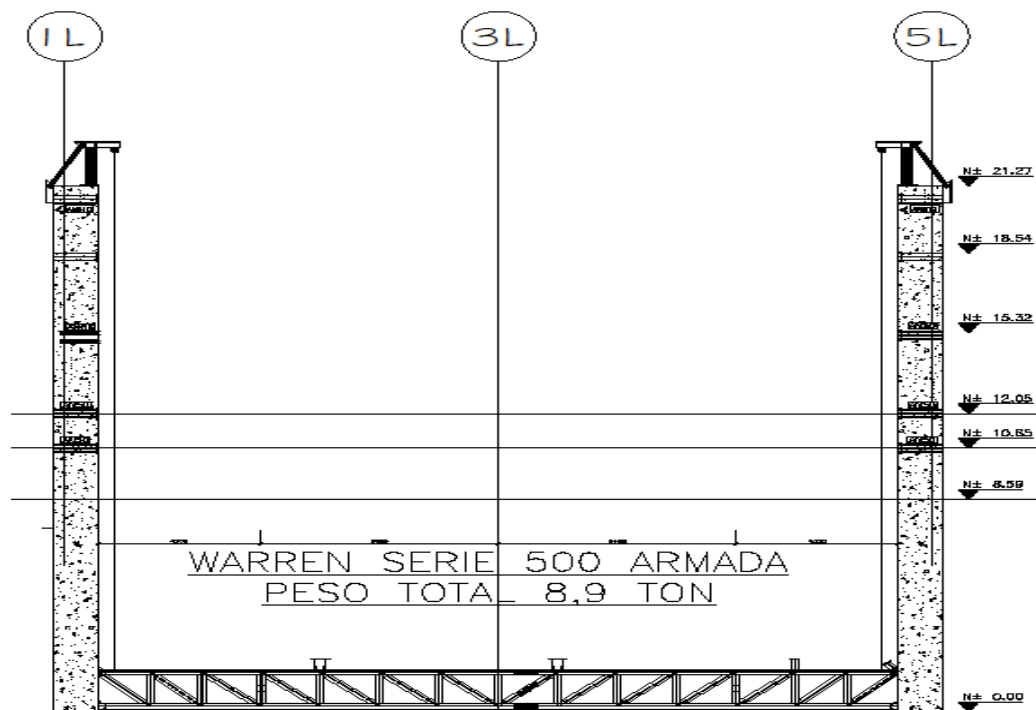


Imagen N° 8. Ensamble y posicionamiento de viga Warren Serie 500.

ARMADO DEL SISTEMA DE IZAJE DE CARGAS – VIGAS WARREN

De manera paralela a dicha actividad, es necesario fabricar y posicionar sobre la parte superior de las columnas 1L y 5L, el accesorio provisional de montaje diseñado para la elevación de las vigas Warren del proyecto. Ver Esquema N° 3.

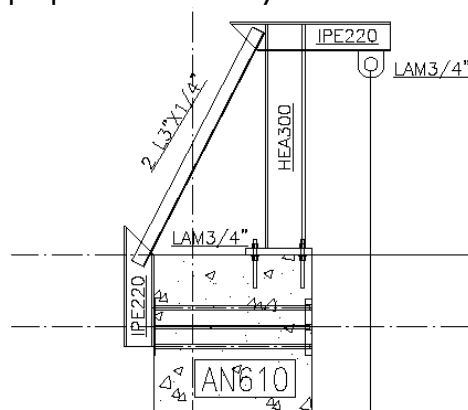
Este elemento cuenta con una placa base que debe quedar anclada en la parte superior de las columnas, mediante pernos epóxicos. De igual manera, se asegura mediante conexión soldada a la parte posterior de los anclajes AN610, los cuales fueron instalados previo a los vaciados de concreto de las columnas. La altura del elemento provisional de montaje, es de 1,5m y la longitud de la viga pescante es de 0,5 m. En el Esquema N° 2 se describen los tipos de perfiles a utilizar en su fabricación.



ELEVACIÓN EJE L9 — TEATRO

Esquema N° 2. Paso I. Armado y ubicación de Viga Warren Serie 500.

Este elemento cuenta con una placa base anclada a la parte superior de la columna mediante pernos epóxicos y asegurado con una conexión soldada a la parte posterior de los anclajes AN610, embebidos previo a los vaciados de concreto de las columnas. La altura de la columna es de 1,5m y la longitud de la viga pescante es de 0,5 m. En el Esquema N° 2 se describen los tipos de perfiles a utilizar en su fabricación. El embebido AN610 se encuentra diseñado para soportar y transferir a la estructura de concreto, la viga Warren de la serie 600, las cargas que ella trasmite debido al peso propio de la cubierta y todas las consideraciones de carga de diseño.



Esquema N° 3. Columna con viga pescante para montaje de vigas Warren.

Para la elevación de la carga hasta la posición final, establecida de acuerdo con los planos aprobados y las especificaciones técnicas del proyecto; se implementará, al igual que en los equipos de izaje (torre-grúas, puente-grúas, etc.), el uso de un polipasto configurando un sistema de cuatro ramales, con una ventaja mecánica de 4:1. En cada uno de los extremos de la viga

Warren, se instalará un polipasto con la configuración antes mencionada, cada uno de ellos adosado a un winche eléctrico con capacidad de 3.0 toneladas. La capacidad de carga total del sistema de izaje para las vigas Warren es de 24 Ton. Ver Imagen N° 9.



Imagen N° 9. Polipasto de cuatro ramales, ventaja mecánica 4:1.

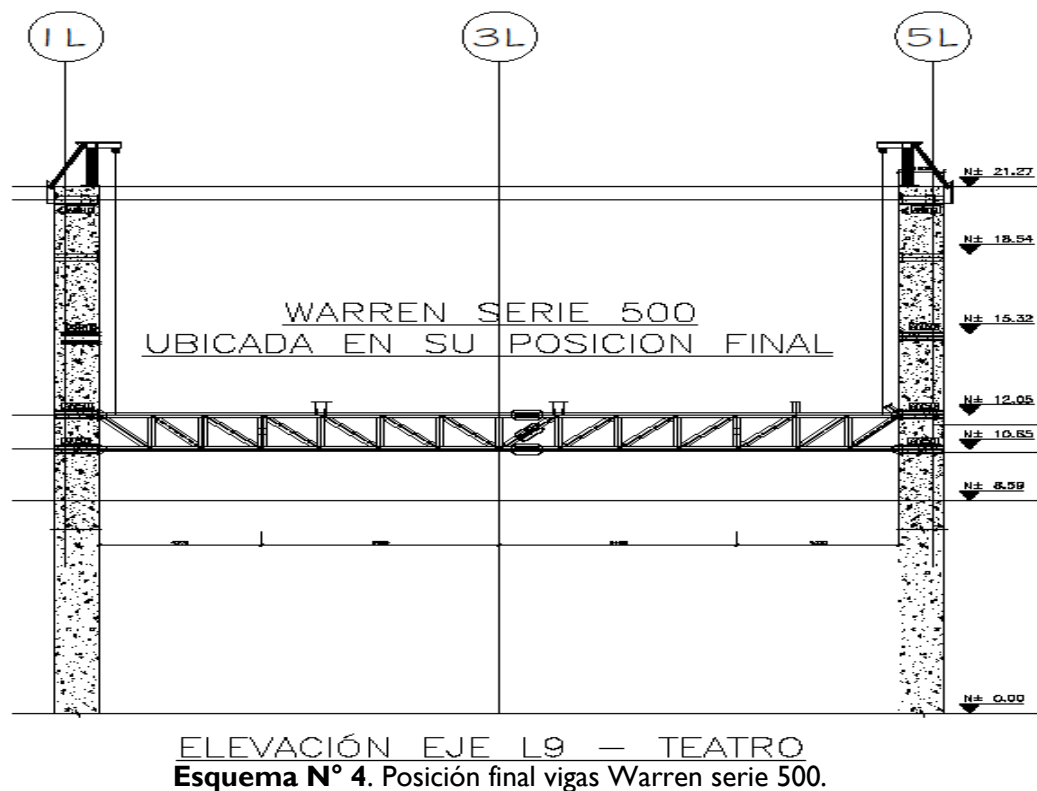
En la parte superior de las vigas Warren, se instalarán dos puntos de anclaje en lámina de $\frac{3}{4}$ " de espesor, con la misma configuración, a los puntos de anclaje ubicados en el soporte de montaje provisional ubicado en la parte superior de las columnas de concreto. De esta manera el polipasto queda correctamente asegurado tanto al punto fijo en la parte superior, como en el elemento móvil (Viga Warren).

El armado del sistema de izaje estará a cargo del Supervisor de obra, quién debe verificar personalmente el correcto montaje del soporte provisional de izaje, confirmar la capacidad de poleas, grilletes, accesorios, etc., realizar inspección visual de la guaya y garantizar el correcto funcionamiento de los winches que hacen parte del sistema de izaje. Todas las inspecciones deben ser registradas en los formatos de verificación de cada uno de los equipos y entregadas al área técnica de SAC y al inspector en obra de SST antes de proceder con la maniobra de izaje.

Durante el proceso de armado del sistema, la maniobra de izaje y hasta el momento en el que la carga quede correctamente asegurada en su posición final; se mantendrá señalizada y delimitada el área aferente. Para el caso de las vigas Warren requeridas sobre el eje L9, el área restringida para el personal ajeno al montaje está comprendida entre ejes (L8-L10) (11-5L).

El proceso de armado del sistema de izaje de carga y las maniobras de montaje, contarán con el acompañamiento por el área técnica y de SST de SAC SA; lo anterior, con el propósito de garantizar el cumplimiento de todo lo establecido en el presente documento.

Una vez se cuente con los formatos de registro y verificación firmados por las partes, se procede a realizar la maniobra de montaje liderada por el Supervisor de obra, quien debe coordinar con los operadores de los winches el movimiento vertical sincronizado de la viga Warren hasta su posición final. Ver Esquema N° 4.

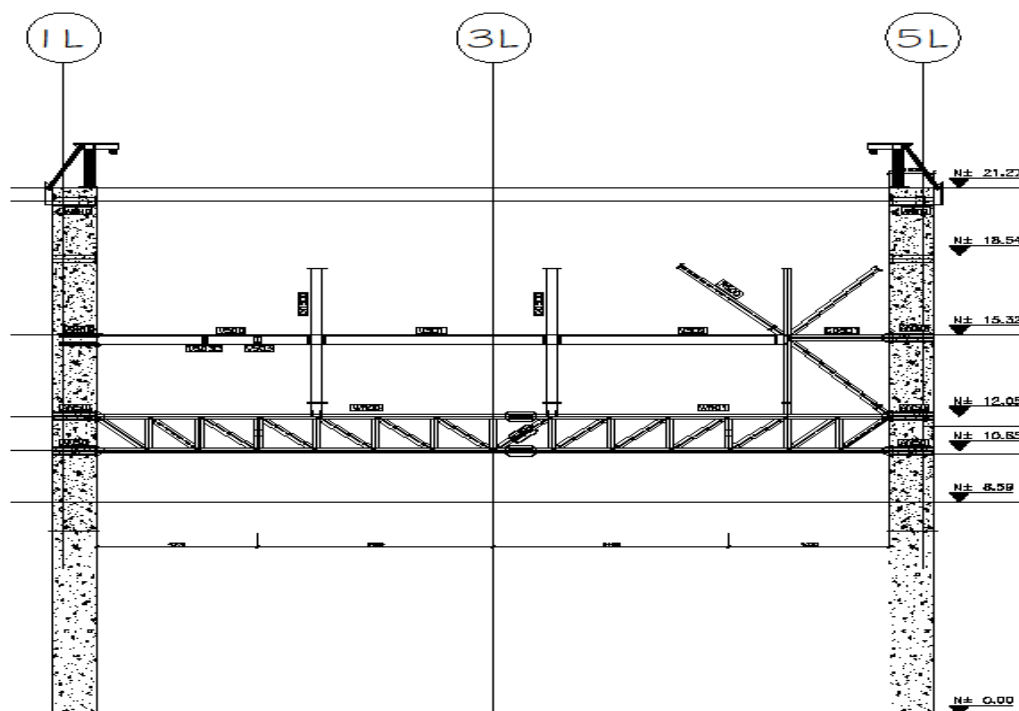


Con la viga ubicada en el punto final, el personal operativo de montaje, accede mediante los andamios ubicados sobre los ejes 1L y 5L, para verificar la nivelación del elemento y proceder con la aplicación de la soldadura especificada para la conexión según los planos aprobados. Estas soldaduras deben ser aplicadas desde afuera hacia adentro, con el propósito de mitigar los riesgos por trabajo bajo cargas suspendidas. Una vez depositada el 70% de la soldadura especificada en los planos de montaje, se puede continuar con el montaje de estructura metálica sobre las Vigas Warren.



Imagen N° 10. Andamios para acceso a conexión soldada Viga Warren.

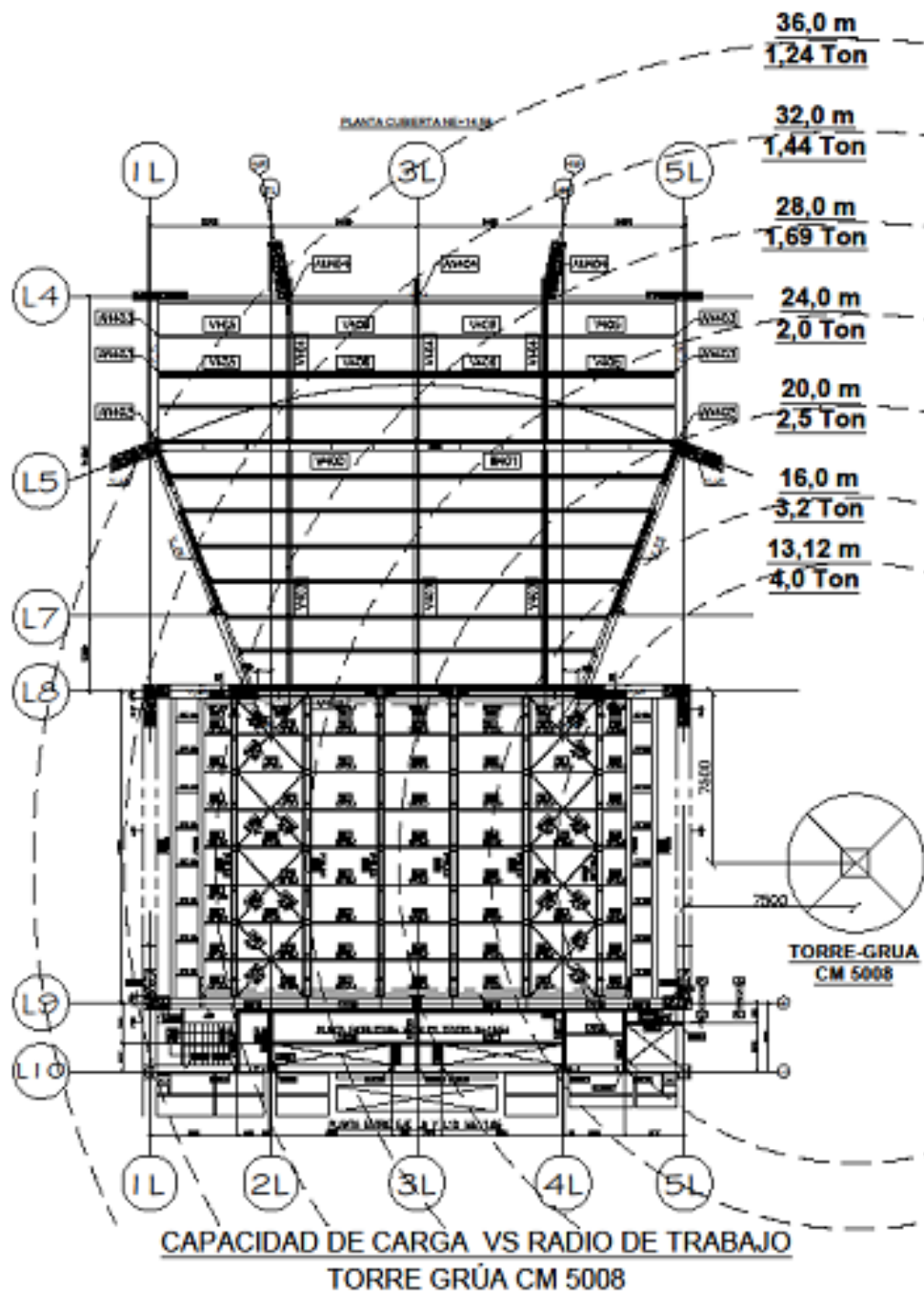
Dentro de la estructura de la serie 500 se incluyen las columnas y vigas requeridas sobre el eje L9, para dar soporte a la viga Warren de la serie 600 especificada sobre el mismo eje a nivel N +18.54; y una serie de viguetas que conforman los entrepisos entre ejes L9-L10 N+ 11.65m, y estructura soporte para escaleras y ascensores en los niveles N+ 15.32m, 18,54m y 21,27m.



ELEVACIÓN EJE L9 — TEATRO
Esquema N° 5. Montaje de elementos adicionales de la serie 500.

MONTAJE DE ESTRUCTURA METALICA CON TORRE-GRUA

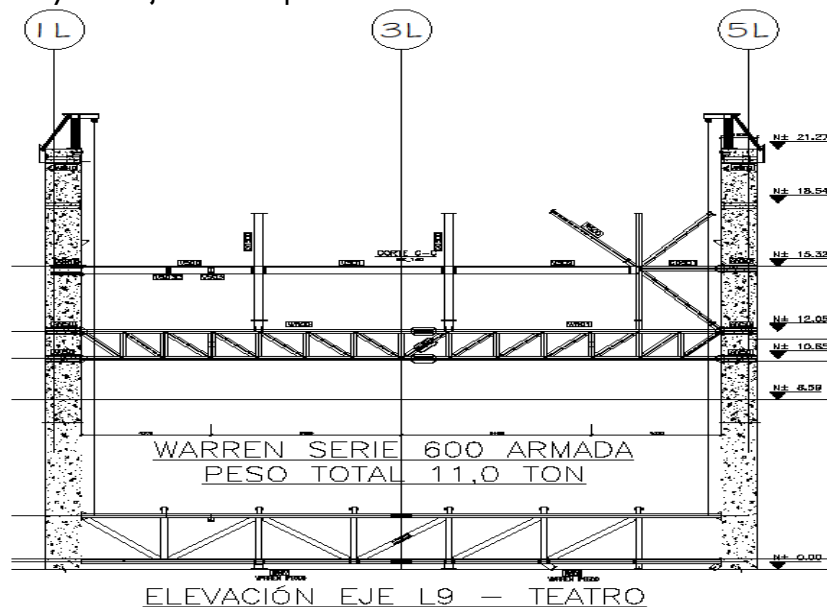
Todos estos elementos restantes de la serie 500, considerando el peso de cada uno de ellos y con el propósito de facilitar las maniobras de montaje, serán instalados haciendo uso de la torre-grúa dispuesta en el proyecto. En el esquema N° 6, se representa la ubicación de la torre-grúa con relación a los ejes del proyecto y las capacidades de carga considerando los radios de trabajo.



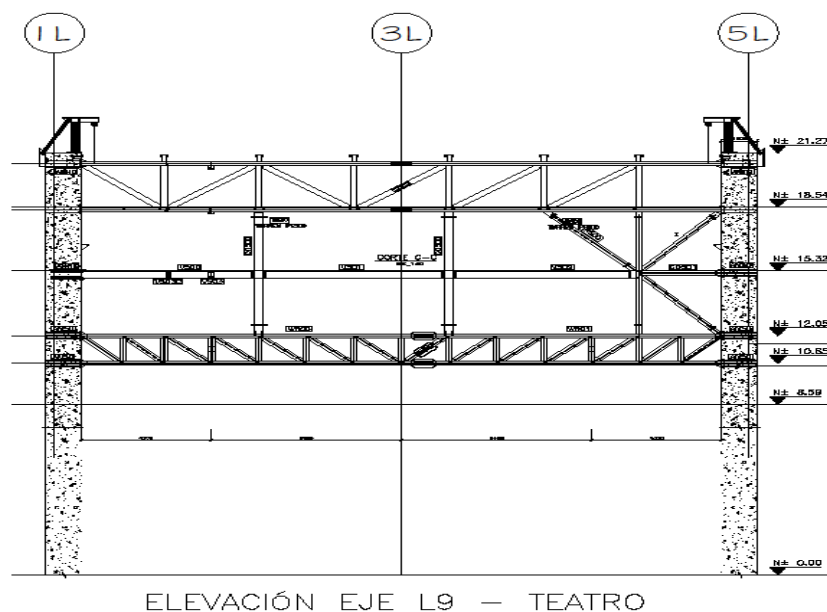
Esquema N° 6. Capacidad de carga Torre-grúa VS radios de trabajo.

Con el propósito de garantizar no exceder la capacidad de carga de la torre-grúa durante las maniobras de montaje, el supervisor de obra cuenta con una copia de la tabla de capacidad de cargas del equipo, una copia del esquema N° 6 y de las remisiones de la estructura, en las cuales se evidencia el peso real de todos los elementos metálicos despachados al proyecto.

Continuando con la secuencia de montaje de estructura, establecida en el cronograma de trabajo y citada en la parte superior de este documento, se debe seguir con la estructura de la Serie 600, iniciando con la viga Warren requerida sobre el eje L9 a nivel N+ 21,27. Se debe seguir el mismo proceso de armado y montaje descrito para la Warren de la serie 500.

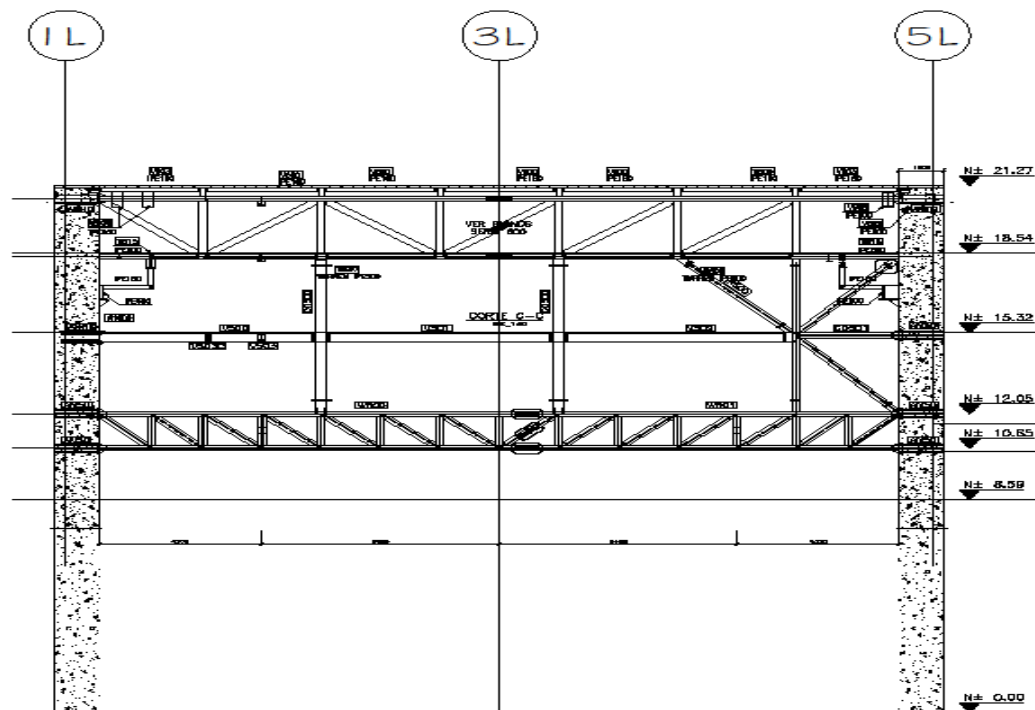


Esquema N° 7. Armado y ubicación de Viga Warren Serie 600.



Esquema N° 8. Posición final vigas Warren serie 600.

Para continuar con el montaje de la estructura metálica de la cubierta de Teatro, se hace necesario trasladar para el eje L8, el sistema de carga izaje conformado por winches y polipastos, implementado sobre eje L9 para el montaje de las vigas Warren. Replicando el mismo proceso adelantado para la serie 500, se lleva a la posición final el elemento estructural definido sobre el eje L8 a nivel N+ 21,27.



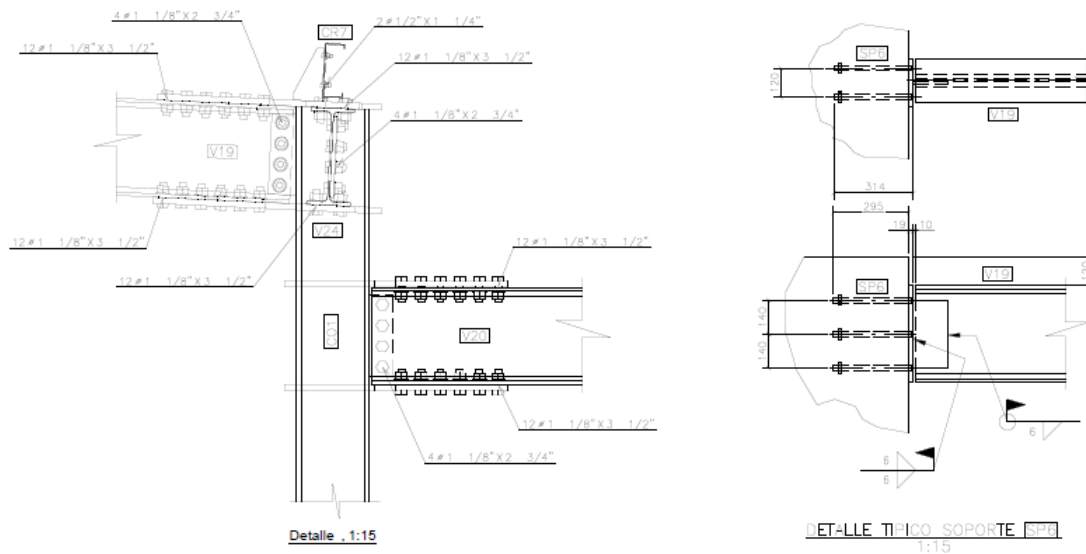
ELEVACIÓN EJE L9 – TEATRO
Esquema N° 9. Elementos secundarios de cubierta.

Verificando la información presentada en el Esquema N° 6, y los pesos de los elementos secundarios de cubierta, es posible adelantar el montaje de estructura metálica de este sector haciendo uso la torre grúa dispuesta en el proyecto. Sólo para el caso de las vigas Warren secundarias necesarias entre los ejes 1L y 2L', con peso individual de 2.3 ton, debe implementarse nuevamente el uso de polipasto.

Para el caso de la estructura metálica de la serie 400, el montaje de la viga Warren necesaria sobre el eje L5, debe realizarse con el sistema de polipasto y winches eléctricos, los elementos restantes de esta serie pueden ser instalados haciendo uso de la torre grúa.

TIPOS DE CONEXIONES ESPECIFICADAS

Según las especificaciones del proyecto, existen dos tipos de conexiones para la estructura metálicas del proyecto; conexiones pernadas entre elementos metálicos y conexiones soldadas a los anclajes embebidos en las estructuras de concreto. Para garantizar la calidad de las conexiones, las soldaduras serán realizadas por soldadores calificados y en las conexiones pernadas se usarán únicamente pernos que cumplan con las especificaciones del proyecto y que cuenten con los certificados de calidad que lo acrediten.



Esquema N° . Tipos de conexiones del proyecto.

Por ultimo en la secuencia de montaje se deben desarrollar los retoques del esquema de pintura definido para el proyecto. Es importante mencionar, que la estructura metálica será despachada a obra con el esquema completo de pintura (Imprimante epóxido, pintura intumescente y pintura de acabado), en obra únicamente se aplicará pintura en las áreas de las conexiones soldadas y pernadas y retoques en las áreas afectadas durante el proceso de montaje.

RECOMENDACIONES HSEQ MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE RIESGO.

- Los andamios a implementar durante el proceso de montaje deben ser certificados y deben cumplir con la capacidad requerida según la maniobra.
- Debe realizarse un análisis de trabajo para garantizar la evaluación de los diferentes riesgos y su mitigación.
- Los aparejadores y operadores de los equipos de izaje deben contar con los listados de los pesos de los elementos a fin de poder comparar éstos, con la capacidad de carga de los equipos considerando los radios de trabajo.
- Todo personal involucrado en las actividades asociadas deberá usar de forma obligatoria y sin excepciones los elementos de protección personal que se requieren.
- Se deben generar todos los protocolos establecidos por el cliente, previo al inicio de las actividades.
- Se debe realizar inspección diaria a los equipos de izaje y herramientas manuales.
- Se debe realizar un mantenimiento permanente del área de trabajo en lo que concierne a la limpieza y orden del área que se trabajó.