ESPECIFICACIONES PARA LA OBRA ESTRUCTURAL

PROYECTO:

ESTRUCTURAS PARA TOMA MARINA

PARQUE MARINO PUNTARENAS

FUNDACION PARQUE MARINO

Puntarenas, Costa Rica

Abril, 2022

INDICE

Contenido

1. GENERALIDADES 3
2. EXCAVACION Y RELLENO ESTRUCTURAL 4
3. CONCRETO 4
3.1 Condiciones Generales 4
3.2 Resistencia del Concreto 4
3.3 Cemento 5
3.4 Agua 5
3.5 Agregados Minerales 5
3.6 Aditivos 6
3.7 Mezclado 6
3.8 Propiedades del Concreto Fresco 7
3.9 Transporte, Colocación y Vibrado del Concreto 8
3.10 Control de Resistencia 9
3.11 Encofrados y Obra Falsa 1
3.12 Juntas de Construcción 2
3.13 Bandas Flexibles Contra el Paso del Agua (WaterStop) 2
3.14 Curado del Concreto 3
3.15 Reparación de Defectos en el Concreto 3
3.16 Concreto Expuesto o Aparente 4
3.17 Recubrimiento 4
4. VARILLA DE REFUERZO 4
4.1 Control de Calidad al Acero de Refuerzo 5
4.2 Fabricación de la Armadura 5
5. ELEMENTOS DE ACERO ESTRUCTURAL 6
5.1 Propiedades del Acero Estructural (Elementos) 6
5.2 Planos de Taller 8
5.3 Soldadura 9
5.4 Erección y Montaje 10
6. LIMPIEZA DEL SITIO DE CONSTRUCCION 10
7. REPARACION DE DAÑOS 10

1. GENERALIDADES

El Contratista debe considerar en la programación del trabajo y en su estructura de costos que los trabajos en el mar se deben realizar en las mareas más bajas del mes, siendo lo más recomendable que el trabajo de colocación y hundimiento de tuberías sea cuando la marea esté parada (entre la marea baja y la alta), lo que proporciona de dos a tres horas de mayor maniobrabilidad en el agua.

El Contratista es responsable de realizar todos los estudios previos necesarios para determinar las características de los materiales de sitio.
Debe realizar un buceo previo que garantice que el fondo marino no cuenta con imperfecciones ni obstáculos para garantizar una adecuada colocación de las tuberías.
Y que garantice que el fondo marino está libre de obstrucciones y que cuenta con una topografía ideal para garantizar la colocación eficiencia de las tuberías, yugos y estructura de la toma.

Como parte de la oferta, el Contratista deberá presentar un juego de planos de Anteproyecto donde indique las generalidades del trabajo a realizar, la propuesta geométrica de las obras a construir, las metodologías de construcción propuestas identificando los posibles riesgos que cada metodología conlleva así como las medidas de prevención y mitigación propuestas. Lo anterior tanto para las obras definitivas como para las obras temporales que incluya en su oferta para realizar el trabajo. Una vez adjudicado el contrato de construcción, el Contratista deberá presentar las memorias de cálculo correspondientes a las obras definitivas y temporales así como los planos constructivos generales y de detalle necesarios para construir las obra.

Los planos conceptuales que se entregan acompañando estas Especificaciones Técnicas tienen el propósito de ilustrar el alcance del proyecto y de establecer los requisitos mínimos requeridos para el proyecto. No deben tomarse como diseño definitivo. Es responsabilidad del Contratista el proponer, diseñar y elaborar los planos constructivos finales de las obras incluidas en su oferta, y será responsable ante el CFIA, el cliente, y cualquier otra entidad que corresponda, por la bondad de la obra propuesta.

Las especificaciones técnicas y características de los materiales indicadas en estas Especificaciones Técnicas son una referencia básica. El Contratista deberá proponer los materiales y métodos constructivos que mejor respondan a las características del proyecto, en particular a la exposición al ambiente marino, al agua de mar y empuje de mareas tanto para las obras en la playa como para las obras submarinas. Deben proponerse materiales que tengan mayor resistencia a esta exposición y permitan disminuir las actividades de mantenimiento. Como parte del Proyecto Ejecutivo, el Contratista deberá entregar un manual de mantenimiento de las obras que incluye la lista de actividades necesarias, su

periodicidad y una descripción de cada uno especificando materiales y equipo necesarios para llevarlas a cabo.

2. EXCAVACION Y RELLENO ESTRUCTURAL

El ***Contratista*** debe realizar la excavación requerida para la construcción de las zanjas para Tuberías.
Debe transportar y disponer el material excedente de las excavaciones en un sitio apropiado fuera de la propiedad, cuya selección esresponsabilidad del Contratista.

El ***Contratista*** debe tomar las precauciones necesarias para proteger los cortes de excavación y evitar daños a las propiedades y calles aledañas, construyendo ademes y protecciones adecuadas para evitar accidentes a los trabajadores. Asimismo, asume responsabilidad sobre los daños que sucedan durante la etapa de excavación y construcción de las obras y sobre accidentes a trabajadores y terceras personas.

3. CONCRETO

3.1 Condiciones Generales

Bajo esta partida el ***Contratista*** suministrará todos los materiales, mano de obra y equipo necesarios para la construcción de todas las obras de concreto reforzado, según se detallan en planos o se mencionan en las especificaciones.

En la fabricación, transporte y colocación del concreto se deben cumplir todas las recomendaciones del ***Instituto Americano del Concreto*** (**ACI** - American Concrete Institute), contenidas en el informe del Comité **ACI-301** ***Especificaciones para Concreto Estructural*** (Standard Specifications for Structural Concrete), última revisión.

Para todas las demás operaciones relacionadas con los trabajos de concreto reforzado se deben seguir las recomendaciones contenidas en el **ACI-318** ***Requerimientos del Código de Construcción para Concreto Estructural y Comentarios*** (Building Code Requirements for Structural Concrete and Comentary), última revisión.

Se consideran también incluidas en estas especificaciones y por lo tanto obligatorias, todas aquellas normas y especificaciones de la ***Sociedad Americana para Pruebas y Materiales*** (**ASTM** - American Society for Testing and Materials), mencionadas en estas especificaciones y en los códigos antes citados.

3.2 Resistencia del Concreto

La resistencia a la compresión especificada se medirá en cilindros de ***150mm de diámetro × 300mm de altura. Cilindros*** que serán fallados a la compresión a los ***28 días de edad***

por un laboratorio de materiales competente, de acuerdo con la especificación **ASTM C-39** ***Método de Prueba Estándar para la Resistencia a la Compresión de Especimenes de Concreto Cilíndricos*** (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens) última revisión.

Antes de iniciar la obra y con debida anticipación, el ***Contratista*** deberá presentar al ***Inspector*** el diseño de la mezcla de concreto, realizado por un *Laboratorio de Materiales* competente, basado el diseño y proporcionamiento en los agregados, cemento y aditivos que el ***Contratista*** haya almacenado en la obra. Se obtendrán ***4 cilindros*** del diseño de mezcla realizado por el laboratorio, cilindros probados a los ***7, 14 y 28 días***. Antes de iniciar la colocación del concreto a los encofrados de los elementos estructurales, se deberá conocer la resistencia del concreto para cada elemento en particular, así como la resistencia del diseño de mezcla. El ***Contratista*** deberá avisar cada vez que se cambie el proveedor o la fuente de los agregados del concreto.

En la construcción de todos los elementos de concreto reforzado, detallados en los planos o mencionados en las especificaciones, se empleará concreto con una resistencia mínima de ***280 kg/cm^2 a 28 días***. El diseño de mezcla del concreto deberá cumplir con los requerimientos indicados en el **ACI-318** ***Requerimientos del Código de Construcción para Concreto Estructural y Comentarios*** (Building Code Requirements for Structural Concrete and Comentary), última revisión para Clase de Exposición W2.

3.3 Cemento

El cemento a emplear en la obra será **Cemento Portland Tipo I - Normal**, y debe cumplir con la especificación **ASTM C-150 Especificación Estándar para el Cemento Pórtland (Standard Specification for Portland Cement)** última revisión.

3.4 Agua

El agua empleada en la mezcla de concreto debe ser potable, limpia y libre de grasa, aceites, materias orgánicas, álcali, cloruros, ácidos e impurezas que puedan afectar la resistencia y las propiedades físicas del concreto y del acero de refuerzo.

3.5 Agregados Minerales

Los agregados minerales empleados en la mezcla deben ser clasificados según su tamaño y se deben almacenar en forma ordenada y separados según granulometría, evitando que se mezclen. No se deben almacenar en contacto directo con el suelo para evitar que se mezclen con materia orgánica y tierra, así como en apilamientos con altura de no más de ***2000mm*** del suelo y tapados con plásticos para evitar la segregación y pérdida de finos. Los agregados deberán cumplir con la especificación **ASTM C-33** ***Especificación Estándar para los Agregados del Concreto*** (Standard Specification for Concrete Aggregates) última revisión.

Los agregados gruesos serán a base de piedra triturada sana. El ***tamaño máximo del***

agregado grueso deberá ser de ***25mm*** para todos los elementos. Para el proporcionamiento de la mezcla de concreto se exigirá utilizar mínimo dos tamaños de piedra, debidamente clasificados, con granulometría adecuada para obtener una mezcla trabajable y densa.

La arena o agregado fino debe ser lavada, limpia, libre de impurezas, materia orgánica, limos arcillas. Asimismo, la graduación (curva granulométrica) deberá cumplir con los requisitos de las especificaciones correspondientes.

Todo esto con el fin de obtener un concreto denso, trabajable, sin segregación y sin exceso de cemento.

3.6 Aditivos

3.6.1 Aditivo Reductor de Agua, Retardante de Fragua y Plastificante

Es requisito usar en la mezcla de concreto un aditivo apropiado para obtener mayor plasticidad, densidad y trabajabilidad; y así permitir el desarrollo de la resistencia final del concreto. No se deberá usar aditivos que contengan cloruro de calcio. Las dosificaciones de aditivos deberán respetar las recomendaciones del proveedor y/o productor de dicho aditivo.

3.6.2 Aditivo inhibidor de corrosión y aditivos para reducir la permeabilidad del concreto

Es requisito usar en la mezcla de concreto un aditivo apropiado para reducir la permeabilidad en el concreto de modo que sea menos susceptible a la penetración de cloruros. Asimismo, se deberá utilizar un inhibidor de corrosión para los concretos de estructuras con refuerzo. Las dosificaciones de aditivos deberán respetar las recomendaciones del proveedor y/o productor de dicho aditivo.

3.7 Mezclado

Para garantizar la uniformidad, densidad y resistencia del concreto, se deben proporcionar y pesar los agregados para cada batida antes de introducirlos en la mezcladora. Para este efecto el Contratista debe disponer de una báscula para el pesado de agregados. No se permite el proporcionamiento por volumen, ni el mezclado a mano del concreto. Los agregados deben dosificarse para usar en cada batida uno o más sacos de cemento enteros; no se permite usar en el proporcionamiento fracciones de saco de cemento.

El ***Contratista*** debe disponer en el sitio de **dos mezcladoras de 500 litros** de capacidad cada una, para asegurar un colado continuo. Las mezcladoras y el equipo para el transporte, colocación y compactación del concreto deben estar en perfectas condiciones de mantenimiento, para evitar interrupciones durante el proceso de colado. El tiempo de mezclado de cada batida será de mínimo **1.5 minutos** contados a partir del momento en que todos los materiales, agregados agua y cemento, se encuentren en la mezcladora.

Si se emplea en la obra concreto premezclado, éste debe cumplir con la especificación **ASTM C-94** ***Especificación Estándar para el Concreto Premezclado*** (Standard

Specification for Ready-Mixed Concrete) última revisión, y debe cumplir con los requisitos de estas especificaciones.

3.8 Propiedades del Concreto Fresco

3.8.1 Relación Agua/Cemento

La ***Máxima Relación Agua/Cemento Permitida*** del concreto será de **0.40**, quedará bajo responsabilidad del ***Contratista*** el realizar mezclas de prueba en un Laboratorio de Materiales competente con los materiales a utilizar, esto con el fin de verificar el cumplimiento de la ***Máxima Relación Agua/Cemento Permitida***, valor que además deberá de ser solicitado por escrito a la planta mezcladora de concreto en días previos a la colocación del mismo.

3.8.2 Revenimiento del Concreto

El concreto empleado en la obra debe tener un ***revenimiento sin aditivo plastificacnte de 100mm±40mm*** y ***revenimiento máximo con aditivo plastificante*** de ***170mm±40mm***, revenimiento determinado de acuerdo con la especificación **ASTM C-143** ***Método de Prueba Estándar para el Revenimiento del Concreto de Cemento Hidráulico*** (Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete). La mezcla debe ser de consistencia adecuada, sin exceso de agua, plástica y trabajable, a fin de permitir el vibrado y el llenado de los encofrados, sin dejar cavidades y vacíos.

El revenimiento del concreto fresco deberá determinarse en conjunto con el muestreo de cada 6 cilindros de concreto el día de su colocación.

3.8.3 Temperatura del Concreto

El concreto deberá de ser colocado en obra con una temperatura que no debe ser superior a **35ºC**. La temperatura del concreto fresco deberá de ser determinada en el campo de acuerdo con la norma **ASTM C-1064 Método de Prueba Estándar para la Determinación de la Temperatura del Concreto Fresco de Cemento Hidráulico** (Standard Test Method for Temperature of Freshly Mixed Hydraulic-Cement Concrete).

Si se diera el caso de que la temperatura del concreto al momento de su colocación sea superior a **35ºC**, no se permitirá colocar el concreto despachado a la obra si la temperatura del mismo es tal que genera una disminución tanto del revenimiento, como el contenido de aire, así también como disminución en el desarrollo de la resistencia del mismo.

Para obras que se construyan en climas calientes (***temperaturas ambiente 32ºC o superiores***) se deberá en este caso, curar el concreto luego de transcurridas ***2 horas*** de su colocación y continuamente durante las ***24 horas*** los primeros ***8 días***. Para esto los elementos deberán de ser cubiertos con mantas absorbentes, las cuales proporcionarán un ambiente de hidratación en la superficie del concreto.

La temperatura del concreto fresco deberá determinarse en conjunto con el muestreo de cada 6 cilindros de concreto el día de su colocación.

3.8.4 Contenido de Aire del Concreto

El concreto empleado en la obra debe tener un contenido de aire de 5% mínimo el cual deberá de ser determinado en el campo de acuerdo con la norma **ASTM C-231 Método de Prueba Estándar para la Determinación del Contenido de Aire del Concreto Fresco por el Método de Presión (Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method)**. La mezcla debe ser de consistencia adecuada, sin exceso de agua, plástica y trabajable, a fin de permitir el vibrado y el llenado de los encofrados, sin dejar cavidades y vacíos.

El contenido de aire del concreto fresco deberá determinarse en conjunto con el muestreo de cada 6 cilindros de concreto el día de su colocación.

3.9 Transporte, Colocación y Vibrado del Concreto

3.9.1 Generalidades

El ***Inspector*** debe aprobar los encofrados y moldes y la disposición y recubrimiento de las varillas de refuerzo. El ***Contratista*** debe notificarle con tres días de anticipación la fecha y hora en que pretende iniciar el colado del concreto, y no procederá sin la autorización expresa del ***Inspector*** y sin la presencia de un representante personal de éste. La autorización deberá constar en el ***Libro de Bitácora***.

El Contratista debe disponer de equipo apropiado para la rápida colocación del concreto, equipo de bombeo, grúa o similar, y el ***Inspector*** debe dar la aprobación el equipo a emplear en la obra.

Antes de proceder al colado del concreto, el ***Contratista*** deberá limpiar los encofrados y juntas de construcción con aire comprimido, removiendo polvo y material suelto. Las barras de acero deberán ser limpiadas con cepillo de acero.

3.9.2 Transporte

Además el ***Contratista*** deberá de asegurar que la mezcla con la dosificación óptima requerida se pueda manipular en obra cumpliendo con el ***Revenimiento Máximo permitido con el uso de aditivo plastificante)***, ***Tiempo Máximo de Transporte y Colocación*** de ***1.5 horas***, así como la resistencia mínima del elemento especificada en planos.

El colado se debe realizar sin interrupción entre las juntas de construcción previamente aprobadas por el ***Inspector***. El colado debe interrumpirse en caso de lluvia y cuando ésta pueda lavar la superficie del concreto fresco. No se permite la colocación de concreto, después de transcurridos ***45 minutos*** de iniciado el mezclado en planta; tampoco se permite renovar y reutilizar el concreto adicionando agua y cemento.

En caso de que el tiempo de transporte y colocación y supere el tiempo máximo permitido para tal efecto (1.5 horas), el *Contratista* deberá generar un corte en el elemento en construcción, con el respectivo tratamiento de la junta fría a generar.

3.9.3 Colocación y Vibrado

La colocación del concreto debe hacerse con cuidado, evitando que se segreguen los materiales, se separe el concreto en capas, y se formen juntas frías. El concreto no deberá de ser colado sobre encofrados con altura mayor a ***2 metros***, tampoco se deberá transportar mediante cargadores o baldes a distancias mayores a ***100 metros*** entre el camión mezclador y el elemento a ser colado.

Debe contar con un mínimo de tres vibradores de alta frecuencia para la compactación del concreto, en óptimas condiciones de operación. El diámetro máximo del cabezote de los vibradores será de ***65mm***, debiendo contar además con uno de diámetro delgado de ***25mm*** para vibrar secciones delgadas o densamente reforzadas. Se recomienda utilizar vibradores de cabeza cuadrada.

La colocación del concreto en elementos verticales como muros y columnas se hará en capas de ***450mm***, capas que se deberán de vibrar por separado hasta alcanzar por capas la altura completa del elemento.

No se deberá colocar concreto si la temperatura del acero de refuerzo es igual o superior a ***50 ºC***, se deberá de aplicar agua fresca a todo el refuerzo antes de su colocación con el fin de bajar la temperatura en la superficie del acero de refuerzo. Se deberá de tener particular cuidado en eliminar el agua empozada dentro de los encofrados.

3.10 Control de Resistencia

La resistencia a la compresión del concreto se determinará según la especificación **ASTM C-39** ***Método de Prueba Estándar para la Resistencia a la Compresión de Especimenes Cilíndricos de Concreto*** (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens), última revisión, en cilindros de prueba de ***150mm de diámetro x 300mm de altura***.

Los cilindros serán preparados bajo la supervisión del ***Inspector***. En la toma de muestras de concreto fresco se seguirá la especificación **ASTM C-172** ***Standard Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete*** (Práctica Estándar para el Muestreo del Concreto Fresco Mezclado), y en la preparación y curado de los cilindros de prueba se seguirá la especificación **ASTM C-31** ***Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens on The Field*** (Práctica Estándar para el Moldeo y Curado de Especimenes de Concreto en el Campo), ambas última revisión.

El procedimiento para realizar el muestreo del concreto colado en la obra, será el siguiente:

1. Una muestra consistirá en ***4 cilindros***, los cuales se fallarán: ***1 a los 7 días***, ***1 a 14 días*** y ***1 a los 28 días***. El cuarto cilindro se mantendrá en custodia hasta los 56 días para realizar la falla del mismo en caso de que existan dudas respecto al desarrollo de resistencia del concreto muestreado.

2. Se deberá tomar una muestra por cada colada que se realice en la obra por día o por cada ***40 m³*** como máximo de concreto colado. En caso de que se utilicen camiones mezcladores de ***7 m³*** de capacidad, se tomarán ***4 cilindros*** por camión consecutivo o según lo indique el ***Inspector*** de acuerdo al volumen que se va a colar.

3. En el caso de losas y/o muros de concreto, el muestreo se realizará ya sea con la frecuencia de muestreos anotada en el punto anterior, o por cada ***400 metros cuadrados*** de concreto de losa o muro colocados, lo que implique una mayor cantidad de muestreos.

4. El reporte de laboratorio deberá indicar la fecha en que se tomó la muestra, número de camión e identificación del elemento colado, volumen, resistencia de diseño, tipo de curado a ser utilizado. Es importante anotar la hora de llegada del camión mezclador y la hora de salida de planta, está información deberá de ser aportada por el operario del camión mezclador a su llegada.

   El nivel de resistencia de una mezcla de concreto se considera satisfactorio, si se cumple con los requisitos de aceptación estipulados en el ACI 318-14. Si alguno de los criterios anteriores no se cumple el ***Inspector*** podrá ordenar las pruebas necesarias para verificar los resultados y quedará a su criterio aceptar o rechazar las partes de la obra afectadas.

3.11 Encofrados y Obra Falsa

Los encofrados para la estructura y elementos de concreto deben ser de construcción fuerte y rígida, para evitar deformaciones debidas a la presión del concreto fresco y para permitir el uso repetido sin daño y deterioro. La superficie en contacto directo con el concreto debe ser lisa y cepillada, a base de madera seca y sana, sin deformaciones y fisuras. Los encofrados deben ajustarse a las formas y dimensiones dadas en los planos. La limpieza de los encofrados se debe realizar mediante aire comprimido para garantizar la remoción de material suelto y escombros.

La obra falsa que sirve de apoyo a los encofrados debe ser diseñada para resistir el peso de los elementos estructurales a colar y las sobrecargas impuestas durante el proceso de construcción. Debe tener, por lo tanto, suficiente resistencia y rigidez para soportar las cargas previstas sin deformaciones excesivas. Diseño y construcción de encofrados y obra falsa es responsabilidad del ***Contratista***. Se podrá dar a los encofrados y obra falsa una contraflecha para compensar las deflexiones debidas al peso propio.

En los costados de vigas y columnas se pueden remover los encofrados ***48 horas*** después del colado del concreto. La remoción de obra falsa y puntales no se debe realizar antes que

el concreto haya alcanzado el ***80 % de la resistencia especificada***, y no antes de ***10 días*** de efectuado el colado. En caso de que el contratista quiera remover los encofrados y obras de soporte antes de tiempo, deberá someterlo a aprobación previa de la inspección.

3.12 Juntas de Construcción

Toda junta de construcción horizontal o vertical, debe ser aprobada por el ***Inspector***, quien determinará la forma de realizar las juntas y la disposición de muescas, llaves, anclajes y bandas flexibles contra el paso del agua (Waterstops). Las juntas deberán ser ejecutadas cuidadosamente y se deben localizar en sitios tales que no se afecte el desempeño de la estructura. Deberán espaciarse de acuerdo con el volumen de concreto a colar y su disposición y forma serán determinadas en consulta con el ***Inspector***.

Antes de colocar los encofrados adyacentes a una junta de construcción, se debe picar el concreto para obtener una superficie rugosa, y se debe limpiar ésta cuidadosamente con aire comprimido para eliminar material suelto y escombros. Antes de proceder a la colocación del concreto, se deberá humedecer la junta de construcción eliminando los empozamientos. Se colocará una ***Banda Flexible Contra el Paso del Agua (Waterstop)*** en todo el perímetro de las juntas frías de muros de contención que quedarán enterrados, en juntas frías de losas de azotea y las juntas frías en los muros de tanques de agua y piscinas.

3.13 Bandas Flexibles Contra el Paso del Agua (WaterStop)

Serán utilizadas juntas o bandas flexibles **MASTERFLEX 2000 tipo JO de BASF de 15cm** de ancho o similar las cuales quedarán bajo aprobación del Inspector. Las bandas flexibles serán utilizadas para el sellado permanente de las juntas de construcción ó juntas frías en el concreto. Se dejará embebida una **Banda Flexible Contra el Paso del Agua (Waterstop)** en todo el perímetro de la junta de construcción, la cual se colocará de manera que su ancho sea perpendicular al camino del agua a través de la junta de construcción.

Es necesario sujetar las bandas flexibles a la armadura y al encofrado a fin de que no se desplace durante la colocada del concreto. La sujeción a la armadura se hace mediante ataduras con alambre. Las bandas pueden ser colocadas de modo que sobre su alma central se apoyen dos tablas del encofrado (una de cada lado), asomando media banda por la ranura así determinada. Una vez que el hormigón se ha endurecido, se quitan las tablas y el concreto adherido a ellas.
Los empalmes soldados de las bandas se harán calentando una platina de cobre a una temperatura entre ***180°C*** y ***200°C*** y colocarla entre los extremos de la banda sosteniéndolos en contacto hasta que se vea la fusión del PVC. Logrado esto, se deberá retirar la platina caliente y empujar de inmediato una contra otra las partes superpuestas a unir. De este modo, se obtiene una soldadura que asegura la perfecta hermeticidad de la junta. No se deberá calentar excesivamente la planchuela y mantenerla bien limpia, sin restos de PVC carbonizados.

El almacenamiento de las bandas flexibles será bajo techo y no se deberá de poner en contacto las bandas con aceites, asfalto, combustibles o solventes. No se deberá de aplastar con otros materiales.

En sitios donde a juicio del Inspector no sea posible utilizar la banda flexible anteriormente especificada, se permitirá, bajo aprobación, el uso de sello a base de bentonita tipo **Superstop de Toxement** o similar aprobado. El sello deberá colocarse sobre una superficie levemente pulida, libre de escombros y limpia, y en su colocación deberán seguirse las indicaciones del fabricante.

3.14 Curado del Concreto

Inmediatamente después de colado el concreto, se deben proteger las superficies expuestas de la intemperie: sol, lluvia y viento, los elementos se deberán cubrir con mantas húmedas.

El curado con agua se iniciará tan pronto el concreto haya endurecido, esto es el mismo día de su colocación. Todas las superficies de concreto se deben mantener húmedas en forma constante un mínimo de ***8 días***. También se permite el uso de mantas húmedas con el fin de formar una capa húmeda sobre la superficie de concreto, de manera que se impida la pérdida y evaporación del agua.

No se permitirá en ningún caso la utilización de membranas para curado del concreto, o bien algún tipo de curado químico en el concreto.

3.15 Reparación de Defectos en el Concreto

Se deben reparar todos los defectos en el concreto, cavidades, vacíos e irregularidades, picando la sección defectuosa, eliminando el material suelto y limpiando con aire comprimido. Las secciones defectuosas así preparadas se deberán llenar con mortero de reparación seco tipo ***MAXIBED*** de ***INTACO***, el cual se preparará y aplicará siguiendo las instrucciones del fabricante.

El mortero de reparación deberá de cumplir con la especificación **ASTM C-928** ***Especificación Estándar para Materiales Cementantes Empacados en Seco de Fragua Rápida para Reparaciones en el Concreto*** (Standard Specification for Packaged, Dry, Rapid-Hardening Cementitious Materials for Concrete Repairs).

El mortero de reparación deberá llegar al sitio de la obra en sus envases originales, y debe ser de uso apropiado para reparaciones estructurales, el espesor máximo de reparación para la utilización de este material deberá de ser no mayor a ***40mm***. Todas aquellas reparaciones que sobrepasen este espesor deberán de ser consultadas al ***Inspector***.

Las reparaciones realizadas con el mortero de reparación ***MAXIBED*** de ***INTACO*** deberán de curarse inmediatamente después de fraguado el material, para esto deberá de colocársele una manta húmeda por ***2 días***.

Se deberá esmerilar las irregularidades de las juntas y superficies reparadas para obtener una superficie lisa y uniforme.

3.16 Concreto Expuesto o Aparente

En la construcción de los elementos de concreto aparente, expuesto por razones arquitectónicas (de superficie lisa, estriada o martelinada), el ***Contratista*** empleará encofrados especiales con superficies lisas, limpias, y lo suficientemente rígidas para evitar deformaciones. La ejecución de los encofrados, la colocación y compactación del concreto se deben realizar cuidadosamente para obtener una superficie de concreto de acabado de primera calidad y de textura uniforme, lisa y sin defectos e irregularidades, en tal forma que clasifique como "concreto aparente".

Se deben sellar las juntas entre tableros de encofrado con bandas de poliuretano expandido u otro material aprobado por el ***Inspector***, para evitar la fuga de mortero. La ejecución de las juntas debe ser cuidadosa para lograr una superficie y acabado uniforme. Los poros deben ser sellados con mortero y los defectos e irregularidades deben ser esmerilados.

Todas las superficies de concreto aparente, martelinado o estriado deben ser tratadas con dos manos de una emulsión acrílica de acabado mate, a una razón de **0.1 litros/m²** por mano, repelente al agua y que evite la formación de hongos, similar a la "Thoroglace".

3.17 Recubrimiento

El recubrimiento de las estructuras de concreto reforzado deberá cumplir con las disposiciones del **ACI-318** ***Requerimientos del Código de Construcción para Concreto Estructural y Comentarios*** (Building Code Requirements for Structural Concrete and Comentary), última revisión, para estructuras en permanente contacto con el suelo, sea un mínimo de 75 mm.

4. VARILLA DE REFUERZO

Las varillas ***#2***, ***#3 y #4*** empleadas para el refuerzo del concreto serán barras corrugadas de acero ***Grado 40*** con un ***Esfuerzo de Cedencia Mínimo*** de ***2800 kg/cm²*** y un ***Esfuerzo Ultimo Mínimo*** de ***4200 kg/cm²***. Adicionalmente tanto los esfuerzos como las deformaciones de las barras deberán cumplir con la especificación **ASTM A-615** ***Especificaciones Estándar para Barras de Acero Corrugadas y No-corrugadas para Refuerzo del Concreto*** (Standard Specifications for Deformed and Plain Carbon Steel Bars for Concrete Reinforcement) última revisión.

Las varillas de la ***#5* y de diámetros superiores** empleadas para el refuerzo del concreto serán barras corrugadas de acero ***Grado 60*** con un ***Esfuerzo de Cedencia Mínimo*** de ***4200 kg/cm²*** y un ***Esfuerzo Ultimo Mínimo*** de ***6200 kg/cm²***. Adicionalmente tanto los esfuerzos como las deformaciones de las barras deberán cumplir con las especificación **ASTM A-615 y A-706** ***Especificaciones Estándar para Barras de Acero Corrugadas y No-corrugadas para Refuerzo del Concreto*** (Standard Specifications for Deformed and Plain Carbon Steel Bars for Concrete Reinforcement) última revisión.

El ***Esfuerzo de Cedencia*** no deberá sobrepasar el *Esfuerzo de* ***Cedencia Mínimo*** en más de ***1250 kg/cm²***.

La razón entre el ***Esfuerzo Ultimo*** y el ***Esfuerzo de Cedencia*** del acero utilizado no deberá ser inferior a ***1.25***.

La preparación, corte, doblaje, colocación y empalme de las varillas de acero se hará de acuerdo a la práctica establecida para este tipo de trabajo, siguiendo las recomendaciones del ***Instituto Americano del Concreto*** (**ACI** - American Concrete Institute) contenidas en el **ACI- 318** ***Código de Construcción para Concreto Reforzado*** (Building Code Requirements for Reinforced Concrete), y del ***Instituto del Acero para Refuerzo de Concreto*** (**CRSI** - Concrete Reinforcing Steel Institute) contenidas en su Manual de Diseño (***Design-Handbook***).

4.1 Control de Calidad al Acero de Refuerzo

Se deberá de tomar una muestra al inicio del proyecto y una cada vez que se cambie el proveedor de las varillas de refuerzo para cada grado de acero utilizado.

La muestra para el laboratorio consistirá de ***1 varilla Grado 40*** y ***1 varilla Grado 60*** de ***3m c/u para cada diámetro utilizado***. Las varillas de ***3m*** deberán ser cortadas mecánicamente **(no se permite realizar corte con acetileno)** en ***3 cabos*** iguales de ***1m c/u***. Se realizarán **3** pruebas de tensión con gráfica de esfuerzo vs deformación **(para los 3 cabos de 1 m de cada muestra)**. La frecuencia de la toma de muestras y ensayos será de ***1 varilla Grado 40*** y ***1 varilla Grado 60*** de ***3m c/u para cada diámetro utilizado*** por cada ***50 toneladas*** de varillas de refuerzo despachadas desde el inicio del proyecto.

Las pruebas de tensión y doblez deberán de ser realizadas en el laboratorio de acuerdo a la especificación **ASTM A-370** ***Métodos de Prueba Estándar y Definiciones de las Pruebas Mecánicas a los Productos de Acero*** (Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products) última revisión**.**

4.2 Fabricación de la Armadura

Las varillas de refuerzo serán clasificadas al recibirse en obra según diámetro, longitud, grado y uso final, y serán almacenadas sobre tarimas libres de humedad y protegidas de la

intemperie (***a mínimo 30 cm del suelo***). Las varillas deben estar limpias y libres de escamas, oxidación avanzada, grasa, impurezas e imperfecciones, que puedan afectar la resistencia, las propiedades físicas y la adherencia con el concreto.

Las varillas serán sujetas firmemente y mantenidas en posición con ataduras de ***alambre negro calibre #16***, para evitar que sean desplazadas durante el colado y vibrado del concreto. El recubrimiento especificado entre varillas y el encofrado será asegurado mediante separadores de mortero de forma semiesférica o cúbica. No se permite el uso de separadores de varilla, madera, ladrillo, piedra o similar. El recubrimiento del acero de refuerzo será mínimo ***40mm*** en todos los elementos estructurales.

Las varillas se doblarán en frío con un radio superior a tres diámetros, ajustándose a lo especificado en planos, con una tolerancia menor de ***10mm***. El ***Contratista*** deberá de dar aviso al ***Inspector*** debe revisar la correcta disposición de las varillas. Los diámetros, la cantidad, separación, y distribución de las varillas de refuerzo deben ajustarse a lo indicado en planos.

En columnas, muros y vigas, el traslape del refuerzo longitudinal se debe hacer en forma alternada. En ningún caso se puede traslapar más del ***50% del refuerzo en la longitud de traslape***. La distancia entre traslapes alternos debe ser mayor que ***30 veces el diámetro*** del acero de refuerzo longitudinal. En el caso de no cumplirse lo anteriormente mencionado se deberá de aumentar la longitud de traslape en un 30%,

No se permitirá la utilización de soldadura, ni anclajes o conectores mecánicos en la confección de las armaduras.

5. ELEMENTOS DE ACERO ESTRUCTURAL

5.1 Propiedades del Acero Estructural (Elementos)

El ***Contratista*** debe suministrar, fabricar, transportar y construir todas las estructuras de acero detalladas en planos, mencionadas en las especificaciones o requeridas para la debida terminación de la obra, incluyendo, placas de apoyo, anclajes, pernos y demás accesorios.

4.1.1 Perfiles de sección armada, placas de Apoyo y Accesorios

Las placas de apoyo y accesorios, así como los elementos estructurales de sección armada, serán de acero ***Grado 36***, según la especificación **ASTM A-36** ***Especificación Estándar para Acero Estructural con Carbón*** (Standard Specification for Carbon Structural Steel) última revisión, con un ***Esfuerzo de Cedencia Mínimo*** de ***2520 kg/cm²*** y un ***Esfuerzo Ultimo*** de ***5500 kg/cm²***, además se deberá de cumplir con una ***Elongación Mínima*** de ***20%*** en ***200mm***.

Aquellos elementos estructurales de sección armada que se especifiquen en planos de acero ***Grado 50***, deberán cumplir con la especificación **ASTM A-572** ***Especificación Estándar para Acero Estructural con Carbón*** (Standard Specification for Carbon Structural Steel) última revisión, con un ***Esfuerzo de Cedencia Mínimo*** de ***3500 kg/cm²*** y un ***Esfuerzo Ultimo*** de ***4900 kg/cm²***, además se deberá de cumplir con una ***Elongación Mínima*** de 21***%*** en ***200mm***.

4.1.2 Perfiles de lámina delgada doblada en frío

El material para los perfiles de lámina delgada doblada en frío, será acero **Grado 33** según la especificación **ASTM A-1011**, con un límite de cedencia mínimo de 2310 kg/cm².

4.1.3 Perfiles tipo Tubo HSS

Los tubos estructurales doblados en frío, será acero ***Grado 46*** de acuerdo con la especificación **ASTM A-500** ***Standard Specification for Cold-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing in Rounds and Shapes*** (Especificación Estándar para Acero Estructural Tubular Doblado en Frío de Sección Redonda y Otras Formas) última revisión, con un ***Esfuerzo de Cadencia Mínimo*** **de** ***2280 kg/cm²***, un ***Esfuerzo Ultimo Mínimo*** **de** ***3100 kg/cm²*** y una ***Elongación Mínima*** de ***25%*** en ***50mm***.

4.1.4 Perfiles de Acero Doblados en Caliente

Los perfiles de lámina doblada en caliente y accesorios serán de acero ***Grado 50***, según la especificación de la **ASTM A-992** ***Especificación Estándar para elementos de Acero Estructural*** (Standard Specification for Structural Steel Shapes) última revisión, con un ***Esfuerzo de Cedencia Mínimo*** de ***3450 kg/cm²***, un ***Esfuerzo Ultimo Mínimo*** **de** ***4500 kg/cm²*** **y** una ***Elongación Mínima*** de ***18%*** en ***200mm***.

4.1.5 Pernos de Anclaje y Unión entre elementos

Los pernos de anclaje a pedestales de fundación deberán ser de acero ***Grado 60,*** según la especificación de la **ASTM A-706** ***Especificaciones Estándar para Barras de Acero Corrugadas y No-corrugadas para Refuerzo del Concreto*** (Standard Specifications for Deformed and Plain Carbon Steel Bars for Concrete Reinforcement) última revisión. El acero de cada perno para cualquier diámetro deberá de cumplir con un ***Esfuerzo a la Tensión Último Mínimo*** de ***5250 kg/cm²*****.**

Según se indique en planos, los pernos de unión entre elementos de acero deberán ser de acero según la especificación de la **ASTM A-325** ***Especificación Estándar para Pernos Estructurales, Tratados en Caliente, Esfuerzo Mínimo a la Tensión de 120ksi*** **(**Standard Specification for Structural Bolts, Alloy Steel, Heat Treated, 120 ksi Minimum Tensile Strength) última revisión. El acero de cada perno para cualquier diámetro deberá de cumplir con un ***Esfuerzo a la Tensión Mínimo*** de ***8400 kg/cm²*****.**

Según se indique en planos, los pernos de unión entre elementos de acero deberán ser de acero según la especificación de la **ASTM A-490** ***Especificación Estándar para Pernos Estructurales, Tratados en Caliente, Esfuerzo Mínimo a la Tensión de 150ksi*** **(**Standard Specification for Structural Bolts, Alloy Steel, Heat Treated, 150 ksi Minimum Tensile Strength) última revisión. El acero de cada perno para cualquier diámetro deberá de cumplir con un ***Esfuerzo a la Tensión Mínimo*** de ***10500 kg/cm^2.***

Es obligación del ***Contratista*** el verificar el torque y tensión aplicada a cada perno de cada conexión construida. Así mismo, es su deber tener el equipo necesario disponible para la verificación del torque y tensión aplicados por parte del *Inspector*. Este último se reserva el derecho de indicar en cuantas y cuáles conexiones desea verificar los datos antes mencionados. El ***Contratista*** de la estructura de acero deberá entregar al ***Inspector*** una muestra de los pernos de unión a utilizar, así como presentar una muestra de los pernos de anclaje a utilizar. La muestra consistirá en una unidad por cada tipo de perno de unión o de anclaje que será utilizado en el proyecto. Los pernos a utilizar deben ser aprobados por el ***Inspector*** antes de su colocación.

La fabricación y la erección de los elementos de acero estructural se harán de acuerdo a la mejor práctica establecida para este tipo de obra, siguiendo las recomendaciones del ***Instituto Americano de Construcción en Acero*** (**AISC** - American Institute of Steel Construction), contenidas en su ***Especificaciones para el Diseño, Fabricación y Erección de Acero structural para Edificios*** (Specifications for the Design, Fabrication & Erection of Structural Steel for Buildings), y del ***Instituto Americano del Acero y el Hierro*** (**AISI** - American Iron and Steel Institute) contenidas en su ***Manual de Diseño de Estructuras de Acero con Láminas Delgadas Formadas en Frío*** (Light-gage, Cold-formed Steel Structures Design Manual).

5.2 Planos de Taller

Antes de iniciar el trabajo de fabricación, el ***Contratista*** debe someter al ***Inspector*** para su debida revisión los planos de taller para la construcción de la estructura de acero. Los planos deben ser completos y contener todos los elementos y sus componentes, las dimensiones y espesores, los tipos de soldadura, los detalles de uniones, soldadas o empernadas, anclajes, y demás detalles constructivos. El ***Inspector*** revisará y aprobará los planos de taller, como requisito indispensable para iniciar la fabricación, pero la aprobación no releva al ***Contratista*** de su responsabilidad en cuanto a la bondad y exactitud de los mismos.

Para preparar los planos de taller, el ***Contratista*** debe realizar en sitio un levantamiento para verificar las medidas y niveles, y será su responsabilidad que las dimensiones de los elementos de la estructura se ajusten a las condiciones de la obra.

5.3 Soldadura

Los trabajos de soldadura en taller y en el campo serán realizados por operarios calificados y con experiencia, siguiendo los procedimientos y las recomendaciones de la Sociedad Americana de Soldadura **(AWS -** ***American Welding Society***), contenidas en el **AWS** Código para Soldadura Estructural (**AWS D.1.1** – **Structural Welding Code - D.1.1**), para garantizar un trabajo de óptima calidad. Excepto que se indique lo contrario, la soldadura será del tipo **AWS E 6010** para los elementos de acero de lámina delgada doblada en frío, y del tipo **AWS E-7018** para los elementos a base de láminas de acero (alma llena) doblada en caliente.

El ***Contratista*** debe emplear equipo de soldadura de tipo y capacidad adecuada para el trabajo a realizar, y lo mantendrá en estado óptimo de operación. Los tipos de electrodos para soldar con arco deben ser adecuados al procedimiento adoptado y se deben seleccionar en forma apropiada para satisfacer las necesidades de los distintos trabajos de soldadura.

La inspección de la soldadura se hará en forma visual. La soldadura debe presentar un aspecto uniforme, sin fisuras y defectos visibles, debe ser regular y simétrica. Los criterios de aceptación son los establecidos en las normas citadas y se regirán de acuerdo con las imperfecciones aisladas y los defectos acumulados en una costura. Soldaduras defectuosas sólo se pueden reparar con autorización del ***Inspector***, y en caso que éste las rechace deben ser removidas. Concluida la reparación, serán sometidas a nueva revisión.

Las juntas deben ser preparadas mediante oxicorte y esmerilado, según el procedimiento y el tipo de unión adoptados, deben ser de geometría regular, con cantos rectos o biselados según se requiera en los planos constructivos y de taller. Antes de soldar se deben limpiar cuidadosamente y se debe remover el óxido, polvo, grasa e impurezas que puedan afectar la calidad de la soldadura.

En las uniones se usarán espaciadores y mordazas de alineamiento, para mantener firmemente sujetados los perfiles y láminas a soldar. Después de cada pase de soldadura se debe remover la escoria y el material en exceso, y corregir las secciones defectuosas. La secuencia de soldadura debe ser tal que se reduzcan las distorsiones en el material debido a calentamiento y esfuerzos internos.

La soldadura debe ser esmerilada para eliminar irregularidades y lograr un aspecto uniforme.

Todos los elementos de la estructura deben ser fabricados y soldados en taller, y sólo se permite realizar en campo la unión y soldadura de los mismos, y la fabricación de piezas aisladas que el ***Inspector*** autorice.

5.4 Erección y Montaje

Antes de proceder a la fabricación, el ***Contratista*** debe hacer una inspección del sitio, hacer un levantamiento de niveles y medidas entre ejes, y verificar las tolerancias en las dimensiones que se pueden admitir. La erección y montaje se harán siguiendo las recomendaciones del ***American Institute of Steel Construction*** **(AISI-** Instituto Americano de Construcción en Acero), contenidas en el ***Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges*** (Código de Práctica Estándar para Edificios y Puentes de Acero).

6. LIMPIEZA DEL SITIO DE CONSTRUCCION

Al concluir los trabajos de construcción y antes de la entrega formal de la obra, debe el Contratista remover del sitio escombros, materiales sobrantes, y desechos. Así mismo debe realizar la limpieza general de todas las áreas de trabajo, todos los pisos, perfiles de aluminio y metal, cubiertas, forros y paredes, con el objeto de dejar la obra en perfecto estado de limpieza y orden. Debe igualmente limpiar y remover manchas de pintura.

7. REPARACION DE DAÑOS

El contratista debe reparar por su cuenta todos los daños ocasionados durante el proceso de construcción a los elementos constructivos del proyecto y a las obras públicas, en caso de que estas hubiesen sufrido algún deterioro: cordones, caños, aceras, pavimentos, instalaciones pluviales, etc.