

<<CONSTRUCCIONES ESBELTAS>>

TORRE TERMOSOLAR CON FUSTE DE HORMIGÓN
ARMADO REALIZADA CON LA TÉCNICA DEL ENCOFRADO
DESLIZANTE (H: 150,00M.)

“PROCESO CONSTRUCTIVO”
“CONTROL DE CALIDAD”
“INFORME FINAL DE OBRA”

AUTOR:

GONZALO GARCÍA SOBRINOS

EXDIRECTOR DE CONSTRUCCIÓN DE ALTERNATIVAS
ACTUALES DE CONSTRUCCIÓN, SL (ALTAC). TÉCNICO
P.R.L.

EXPERTO EN CONSTRUCCIONES ESBELTAS DE
HORMIGÓN ARMADO REALIZADAS CON LA TÉCNICA DEL
ENCOFRADO DESLIZANTE, Y EN MANTENIMIENTO Y
REPARACIÓN DE CHIMENEAS INDUSTRIALES.

FECHA: 02.06.2025

TFNO: +34 659 882 586

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 OBJETO.....	3
1.2 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS ORIENTATIVAS	3
2. CÓDIGOS Y NORMAS DE APLICACIÓN	4
2.1 ESPECIFICACIONES	4
2.2 CÓDIGOS Y NORMAS	4
3. FASES DE TRABAJO	5
3.1 CIMENTACIÓN	5
3.2 FUSTE DE HORMIGÓN ARMADO	5
4. ESQUEMA DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO – ENCOFRADO DESLIZANTE	9
5. OTRAS FASES DE LOS TRABAJOS	10
5.1 PLACAS INTERIORES.....	10
5.2 ELEVADOR PIÑÓN CREMALLERA (INSTALACIÓN PERMANENTE).....	10
5.3 REVESTIMIENTO TÉRMICO	10
5.4 INSTALACIÓN DE GRÚA TELESCÓPICA PERMANENTE.....	10
5.5 INSTALACIÓN DE ACCESORIOS.....	11
6. CONTROLES DE CALIDAD	12
6.1 ENCOFRADO DESLIZANTE	12
6.2 HORMIGONES Y ACEROS.....	13
6.3 PLACAS INTERIORES DE SERVICIO.....	14
6.4 ELEMENTOS METÁLICOS	15
6.5 PINTURAS	15
6.6 PARARRAYOS	15
6.7 BALIZAMIENTO LUMINOSO	16
6.8 MONTAJE DE ELEVADOR PIÑÓN CREMALLERA	16
6.9 REVESTIMIENTO TÉRMICO.....	16
6.10 MONTAJE DE GRÚA TELESCÓPICA.....	17
6.11 MANIPULACIÓN, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE.....	17
6.12 VERIFICACIONES DEL PROGRAMA DE CALIDAD	18
6.13 NO CONFORMIDADES Y TRATAMIENTO DE DESVIACIONES	18
6.14 CONTROL DE EQUIPOS DE MEDIDA Y ENSAYO.....	18
7. PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN	20
7.1 MEMORIA	20
8. INFORME FINAL DE OBRA	32
8.1 DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR	32
9. FOTOS DE PLANTAS Y TORRES SOLARES	34
10. BIBLIOGRAFÍA	36
10.1 REFERENCIAS.....	36

1. INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETO

El objeto del presente documento es divulgar el proceso constructivo recomendado, para la construcción de una supuesta Torre Termosolar con fuste de hormigón armado, realizada con la técnica del encofrado deslizante.

1.2 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS ORIENTATIVAS

- Torre con fuste de hormigón armado.
- Altura: 150,00 m.
- Planta: Circular con sección variable y espesor de muro constante.
- Ø exterior del fuste:
 - Variable entre 15 y 10m. desde la cota ± 0 hasta la cota +116,00.
 - Diámetro constante de 5,00m entre la cota +116,00 y la cota +134.
 - Diámetro constante de 9,00m entre la cota +134 y la cota +150,00.
- Espesor de muro: Constante (300mm).
- Forjados interiores:
 - Forjados de hormigón armado con viguería metálica: 4Uds (cotas: +98,90; +118,50; +134,00 y +148,50).
 - Forjados metálicos con piso de rejilla tramex y viguería metálica: 3Uds (cotas: +106,70; +111,00 y +139,20).
- Accesorios:
 - Escalera de acceso:
 - Escalera del tipo zig-zag instalada en el interior de la torre (entre cotas: $\pm 0,00$ a +98,90).
 - Escalera del tipo gato instalada en el interior de la torre (cotas: +99,30 a +150,00 aprox.).
 - Plataformas metálicas de servicio: 10Uds (cotas: +10,40; +19,40; +38,40; +43,20; +53,50; +65,70; +75,30; +85,40; +95,60 y +105,00).
 - Balizamiento luminoso (diurno y nocturno):
 - 3 equipos de alta intensidad a 120° en la cota +150,00.
 - 3 equipos de alta intensidad a 120° en la cota +97,00.
 - Pararrayos: Sistema compuesto por 1Ud de punta captora (cebado automático) + 2 bajantes de cable conductor de cobre + tomas de tierra correspondientes.
 - Ascensor: Tipo montacargas piñón cremallera instalado en el interior de la torre (cotas: $\pm 0,00$ a +107,50 aprox.) con 10 paradas + parada en planta baja.
 - Instalación de grúa telescópica en la cota superior de la torre.
 - Portón de acceso, puertas de paso, etc.

2. CÓDIGOS Y NORMAS DE APLICACIÓN

2.1 ESPECIFICACIONES

La construcción de la torre se realizará atendiendo a los requerimientos y especificaciones indicadas en la correspondiente documentación de la **Propiedad** o **Cliente**, en caso de existencia de la misma.

Especificaciones Técnicas emitidas por la **Propiedad** o **Cliente**.

- Proyecto.
- Informe geológico y geotécnico del terreno de cimentación.
- Condiciones Generales de Contratación de la Dirección Técnica.
- Requisitos Generales de Calidad para adquisición de equipos y materiales.
- Requisitos Generales de Calidad para Montaje Electromecánico.
- Requisitos de Control de Calidad de Pinturas.

Otras especificaciones técnicas y de calidad de la **Propiedad** o **Cliente**, que sean aplicables a la obra, trabajos o servicios en la torre.

2.2 CÓDIGOS Y NORMAS

De forma complementaria a las anteriores especificaciones, serán aplicados todos los preceptos concernientes a la obra, trabajos y/o servicios en la torre del siguiente listado general de códigos y normas, siempre y cuando tengan relación con la misma:

- EUROCÓDIGO 1
- EHE: Instrucción de Hormigón Estructural. Ministerio de Fomento.
- ACI 307-08: Design and Construction of Reinforced Concrete Chimneys.
- CTE: Código Técnico de Edificación.
- UNE 21185: Protección de las estructuras contra el rayo y principios generales.
- MI-BT039: Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- NCSE-02: Norma de Construcción Sismorresistente.
- Regulación sobre balizamiento de la Subsecretaría de Aviación Civil. Anexo 14 de la OACI (Recomendaciones para Balizamiento) y Normas INTA sobre el particular.
- UNE EN-ISO 2409: Pinturas y barnices. Ensayo de adherencia corte por enrejado.

Otros códigos o normas posteriores que sean aplicables a la obra o trabajos en la torre.

3. FASES DE TRABAJO

3.1 CIMENTACIÓN

La cimentación será del tipo “losa maciza directa”, por lo que se procederá a realizar la excavación hasta la cota de apoyo sobre el terreno. Vertido de la capa de hormigón de limpieza de 10cm, montándose a continuación un encofrado perdido con bloques de hormigón prefabricado o similar, configurando el diámetro exterior de la losa o zapata. A continuación se montarán las armaduras según proyecto, incluidas las esperas del fuste, procediéndose finalmente al hormigonado del conjunto.

Antes de proceder al hormigonado de la losa, se efectuarán las conexiones generales de toma de tierra de las armaduras y del sistema de pararrayos definidas en el proyecto.

Durante el hormigonado se cuidará particularmente de no deformar la geometría y colocación de las barras de acero de la armadura general, especialmente las correspondientes al fuste de hormigón de anclaje a la cimentación. El hormigonado debe realizarse de forma continua durante todo el proceso.

Inmediatamente terminado el hormigonado se procederá a su correcto curado y al relleno del terreno circundante.

Todas las unidades de obra indicadas, se ejecutarán mediante procedimientos de construcción tradicionales y estarán conforme a lo indicado en la norma EHE.

3.2 FUSTE DE HORMIGÓN ARMADO

Realizada la cimentación se construirá el fuste de la torre, mediante la técnica del encofrado deslizante, montándose a partir de este momento los componentes y medios necesarios para realizar esta fase de la obra. El conjunto del encofrado deslizante se adecuará a las condiciones técnicas de los trabajos a realizar y el molde de dicho encofrado, se adaptará en todo momento a la configuración geométrica de la planta de la torre. Antes de dar comienzo el deslizamiento se habrán realizado los premontajes de los medios de elevación para personal, hormigón y materiales en general.

Iniciado el vertido del hormigón en el molde del encofrado, esta actividad se realizará de manera ininterrumpida para no crear juntas frías, hasta la total ejecución del fuste, por lo que se trabajará continuamente (día-noche), inclusive durante los fines de semana y días festivos.

El encofrado deslizante se compone principalmente de:

- Estructura portante.
- Molde.
- Plataforma de servicio nivel principal.

- Plataforma de servicio nivel superior.
- Plataforma de servicio nivel inferior (colgante exterior e interior).
- Equipos de elevación (gatos hidráulicos y barras de trepada).
- Control de verticalidad.

➤ **Estructura portante:**

Estará formada por un conjunto de pórticos soporte del molde del encofrado. Estos pórticos fijos en los planos radiales, definidos por cada brazo, y el eje vertical de la construcción, realizarán con su movimiento vertical, las tres funciones siguientes:

1. Adaptarse a la forma de los paramentos con la rigidez necesaria y a la verticalidad del eje del encofrado.
2. Adaptarse al espesor de la pared.
3. Adaptarse continuamente al radio o perímetro geométrico en cada cota.

➤ **Molde:**

El molde del encofrado deslizante estará compuesto por paneles de chapas metálicas unidos entre sí, que se desplazará verticalmente en sentido ascendente, mediante procedimiento hidráulico.

En el caso que nos ocupa, tendrá una altura de 1,150 -:- 1,250m. y una velocidad de elevación variable dependiendo de posibles incidencias como:

- La temperatura ambiente.
- El tiempo de puesta en obra del hormigón.
- La velocidad de fraguado del hormigón.
- La dotación de medios disponibles en obra.
- Climatología.
- Otras.

Se estima una velocidad media de 4,00m/día (24h.)

El encofrado estará adaptado a la geometría de la torre.

➤ **Plataforma de servicio (nivel principal):**

Estará situada a la altura del borde superior del molde del encofrado. Soporta el castillete para los reenvíos del sistema de transporte vertical del personal (cabrestante electromecánico de 2,5Tn). Desde ella se realizarán las operaciones de recepción del hormigón, colocación del mismo, vibrado, montaje de armaduras horizontales, así como, maniobras de manejo y control del encofrado deslizante.

➤ **Plataforma de servicio (nivel superior):**

Apoyada en los pórticos principales y secundarios, dispone de los gatos de reducción de sección del encofrado deslizante. Desde esta plataforma se montarán las armaduras verticales y las barras de trepa.

➤ **Plataforma de servicio – colgante inferior (interior/exterio):**

Estará situada por debajo del borde inferior del encofrado, en ella se realizarán las operaciones de acabado de paramentos, curado de los mismos y vigilancia del hormigón a la salida del encofrado.

➤ **Equipos de elevación:**

El elemento principal del equipo de elevación es el gato hidráulico con capacidad de elevación de 3 -:- 6 Ton. por unidad.

Se instalarán los gatos necesarios para todo el desplazamiento vertical ascendente del conjunto del encofrado deslizante. Estos trepan por barras recuperables de acero calibradas de 32mm de diámetro.

El accionamiento de los gatos se hará mediante electrobomba oleohidráulica, unida a los mismos por una red de mangueras flexibles de presión, con capacidad variable de hasta 300 kg/cm².

A su vez la bomba, se podrá poner en marcha mediante un equipo automático, cuyos desplazamientos de 25mm, se verificarán a intervalos de tiempo previamente seleccionados.

➤ **Varios:**

El sistema de encofrado deslizante estará dotado de luminarias para el trabajo nocturno, protección contra incendios mediante extintores adecuados, pararrayos temporal, y lonas de protección, que permitan aumentar la seguridad de los trabajadores y la comodidad de los mismos, eliminando en gran medida la sensación de altura en las plataformas de servicio.

El acceso de los trabajadores al encofrado deslizante se realizará hasta la cota +10,00 (aprox.) por un castillete de andamio tubular con escalera inclinada conforme a la legislación vigente y por encima de dicha cota se accederá utilizando un sistema de elevación específico para este tipo de construcción (válido para el transporte vertical de personal y materiales), que constará principalmente de un cabrestante electromecánico de 2,5Tn de fuerza de elevación y 90m/min de velocidad máxima. El equipo estará dotado de las medidas de seguridad necesarias, incluyendo un sistema de paracaídas para la cabina del personal.

El transporte vertical del hormigón y materiales desde la base de la torre al nivel del encofrado deslizante en cada momento, se podrá realizar utilizando indistintamente el sistema de elevación indicado anteriormente o una grúa torre según necesidades.

➤ **Proceso de hormigonado:**

Desde la planta de hormigón correspondiente, ubicada en las proximidades de la obra, el hormigón fabricado, se transportará en camiones hormigoneras hasta la base de la torre. Los camiones podrán descargar el hormigón en el cubo tolva con un máximo de 1.000 lts. de capacidad o en la autobomba (según fase del trabajo), para su elevación según procedimiento indicado anteriormente, y colocación posterior en el molde del encofrado deslizante.

El recorrido del hormigón y el trasvase de un contenedor a otro será reducido al máximo posible, para evitarse la disgregación del mismo, y la colocación en el molde del encofrado deslizante deberá ser lo más rápida posible, siempre respetando el tiempo máximo de utilización para puesta en obra indicado por el suministrador.

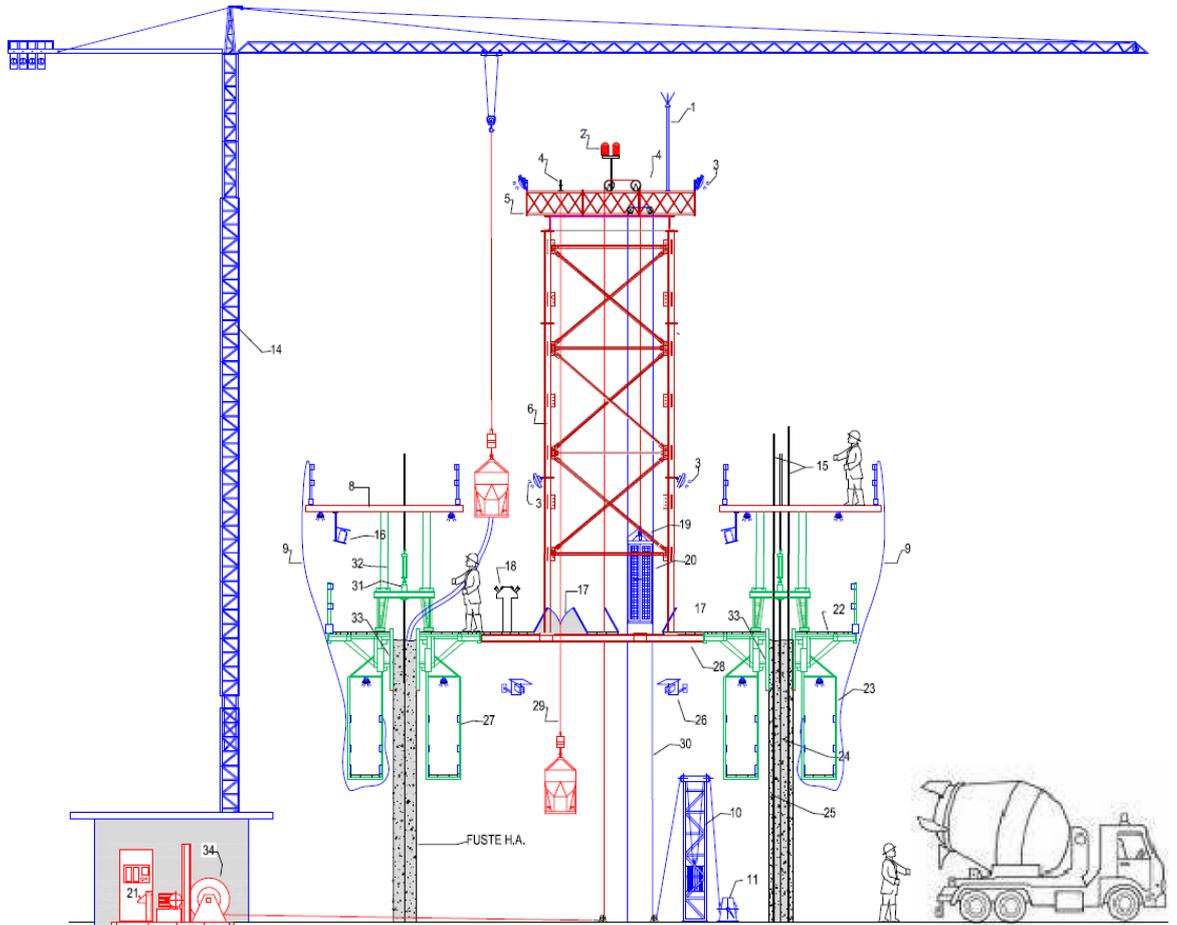
Los suministros de hormigón serán variables según las necesidades de la obra. El volumen por cada camión hormigonera podrá variar en función de las necesidades y los tiempos de puesta en obra. En caso de una posible avería de la planta de hormigón, el suministrador tendrá prevista la disposición de otra planta alternativa.

El recubrimiento mínimo de las armaduras en el fuste será el indicado en el proyecto o especificación técnica.

A la superficie de hormigón recién desencofrada se le aplicará una película protectora de fraguado tipo CUREX o similar.

‘Alcanzada la cota superior del fuste, se procederá al desmontaje del sistema del encofrado deslizante, utilizándose para esta actividad los medios de elevación disponibles.

4. ESQUEMA DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO – ENCOFRADO DESLIZANTE



LEYENDA:

Nº	Descripción	Nº	Descripción	Nº	Descripción	Nº	Descripción	Nº	Descripción
1	Sistema de Pararrayos	8	Plataforma Superior	15	Armadura Vertical	22	Plataforma Trabajo	29	Sistema Elev. Interior
2	Balizamiento Nocturno	9	Red de Seguridad	16	Monitor C.C.TV.	23	Colgante Inf. Ext.	30	Cables Guía Cabina
3	Alumbrado	10	Torre Tensora	17	Compuerta Automática	24	Barras de Trepada	31	Gato de Trepada
4	Polea de Reenvío	11	Cabrestante T.T.	18	Mando Sup. Cabrestante	25	Armadura Horizontal	32	Pórtico
5	Celosía Soporte Accesorios	12	-----	19	Paracaídas Cabina	26	Cámara Circuito TV.	33	Molde Encofrado
6	Castillete Apoyo Celosía	13	-----	20	Cabina Personal	27	Colgante Inf. Interior	34	Cabrestante Electromecánico
7	-----	14	Grúa Torre	21	Mando Inf. Cabrestante	28	Plataforma Principal	35	-----

5. OTRAS FASES DE LOS TRABAJOS

5.1 PLACAS INTERIORES

Finalizada la realización del fuste de hormigón y desmontado el encofrado deslizante, se procederá a la ejecución de las placas interiores de servicio. Las placas serán del siguiente tipo:

- Placas forjado de hormigón armado, con ménsulas y viguería metálica.
- Placas metálicas de piso tramex, con ménsulas y viguería metálica.

El proceso constructivo de las citadas placas, se realizará por especialistas en técnicas de acceso y posicionamiento con medios de suspensión individual para trabajos temporales en altura (en lo concerniente al montaje de las ménsulas y viguería). El resto de actividades se realizará de forma tradicional (montaje de chapa colaborante, hormigón armado, etc.).

5.2 ELEVADOR PIÑÓN CREMALLERA (INSTALACIÓN PERMANENTE)

El montaje del elevador se iniciará en la base. Se montarán los módulos de arranque del mástil soporte de la cremallera y a continuación la cabina, posteriormente se irán montando el resto de módulos del mástil, los cuales se habrán armado previamente en el suelo por conjuntos o secciones de 4-5uds (aprox.), que se irán fijando mediante anclajes de expansión al fuste de la torre, realizándose todas estas maniobras con un cabrestante auxiliar con capacidad de carga útil de trabajo de 1Tn, también se podrá utilizar si fuese viable una grúa autopropulsada, posteriormente se realizará la instalación eléctrica correspondiente y el montaje de accesorios, trabajos estos, que se efectuarán principalmente desde el balconcillo superior de la cabina instalada previamente, desde la cual también se podrán montar tramos del mástil si fuese necesario, procediéndose finalmente a la legalización y puesta en marcha de la instalación.

5.3 REVESTIMIENTO TÉRMICO

Se trata del montaje de un revestimiento térmico con placas prefabricadas para protección del fuste exterior de la torre, entre las cotas +107,00 a +122,00 (aprox.) y +138,00 a +150,00 (aprox.). El montaje se realizará utilizando los especialistas, técnicas de acceso y posicionamiento con medios de suspensión individual para trabajos temporales en altura. La elevación de las placas se llevará a cabo mediante grúa torre estacionaria.

5.4 INSTALACIÓN DE GRÚA TELESCÓPICA PERMANENTE

En el forjado de la cota +148,50 se instalará con carácter permanente, una grúa telescópica, con una capacidad de carga a pie de torre de 10Tn ($r=7m$) y 8Tn ($r=11m$).

5.5 INSTALACIÓN DE ACCESORIOS

Finalmente se procederá a la colocación de todos aquellos accesorios que no hayan sido instalados durante la ejecución de las unidades de obra anteriores, como son: puertas de acceso, escalera en zig-zag, escalera de gato, sistema de pararrayos definitivo, balizamiento luminoso, etc.

CONSTRUCCIONES ESBELTAS

6. CONTROLES DE CALIDAD

6.1 ENCONFRADO DESLIZANTE

El hormigonado del fuste será continuo para garantizar la no existencia de juntas frías en la construcción. El hormigón se irá conformando con una gran exactitud, tanto en dimensiones geométricas, como de espesor de muros y verticalidad. Para ello se dispondrá de elementos de medida y control de una fácil y rápida comprobación.

En cuanto a tolerancias de verticalidad, dimensiones y espesor de pared se ajustará a lo dispuesto en el punto 11 de la Norma -Model Code For Concrete Chimneys Part A- del "Comité Internacional de Chimeneas Industriales", CICIND, de su última edición, Agosto de 2001 o posibles ediciones posteriores.

➤ **Control de verticalidad:**

El encofrado deslizante irá provisto como mínimo de tres referencias de verticalidad a 120° en los extremos de dos diámetros, que acusan cualquier giro del encofrado alrededor del eje de simetría vertical de la torre. De esta forma se pone de manifiesto con absoluta precisión, cualquier desviación del encofrado, lo que permite su inmediata corrección.

El intervalo de comprobación o corrección dependerá, en cada caso, de diversos factores, tales como condiciones climatológicas, velocidad del deslizamiento, e incluso dilataciones térmicas producidas por un fuerte soleamiento de alguna zona del muro. Cualquiera de ellas puede hacer aconsejable una reducción en los intervalos de control.

Las correcciones nocturnas, se realizarán por el mismo procedimiento mediante la iluminación adecuada de las referencias de verticalidad o giro.

➤ **Otros controles:**

De forma periódica durante el desarrollo de los trabajos se realizará un control visual y dimensional, en base a la supervisión de los siguientes parámetros:

- Forma y dimensiones de incidencias si procede (huecos, ménsulas, anclajes, etc.).
- Disposición de armaduras y refuerzos.
- Comprobaciones periódicas de cotas de altura.
- Comprobaciones periódicas de diámetros.
- Comprobaciones periódicas de espesores de muro.

Diariamente se confeccionará un parte en el que se incluirán los datos de los controles realizados, y cuyas hojas definitivas se adjuntarán en el informe final de obra.

6.2 HORMIGONES Y ACEROS

En la fabricación del hormigón se aplicará lo indicado en la instrucción EHE. Las resistencias características estarán especificadas en el Proyecto.

El tamaño máximo del árido en el hormigón del fuste no será superior a la octava parte de la separación menor entre encofrados, ni superior a la mitad de la distancia libre entre armaduras. Estas serán de acero de alta adherencia, dureza natural y soldable. Los límites elásticos estarán indicados en el Proyecto.

El laboratorio de control para la realización de probetas y ensayos, deberá estar inscrito en el Registro Provincial de Entidades Acreditadas.

➤ HORMIGONES

Las pautas de control serán las marcadas por la Instrucción EHE.

Toma de muestras de hormigón fresco. Medida de la consistencia del hormigón fresco por el método del cono de Abrams. Fabricación y conservación de probetas. Refrentado de probetas con mortero de azufre. Resistencia a compresión. UNE 83300: 1984, UNE 83301: 1991, UNE 83303: 1984, UNE 83304: 1984 y UNE 83313: 1990 o normas posteriores.

Para la losa de cimentación se formará un lote por cada 100 m³, o fracción. Cada lote consta de 1 serie de 6 probetas.

Las series se romperán de la siguiente manera:

- Rotura de 1 probeta a 3 días.
- Rotura de 1 probeta a 7 días.
- Rotura de 3 probetas a 28 días.
- 1 probeta de reserva.

Durante el deslizamiento del fuste se formará un lote por cada 24 horas. Cada lote consta de 1 serie de 6 probetas.

Las series se romperán de la siguiente manera:

- Rotura de 1 probeta a 3 días.
- Rotura de 1 probeta a 7 días.
- Rotura de 3 probetas a 28 días.
- 1 probeta de reserva.

Para las placas interiores, se realizará indistintamente por placa una serie de 6 probetas, que se romperán de la siguiente manera:

- Rotura de 1 probetas a 3 días.
- Rotura de 1 probetas a 7 días.

- Rotura de 3 probetas a 28 días.
- 1 probeta de reserva.

Los resultados se recogerán en los partes correspondientes del laboratorio homologado, cuyas hojas finales se adjuntarán en el Informe Final de Obra.

➤ **ACEROS**

Al acopio de los materiales en obra se supervisará que todos los lotes disponen de la marca de calidad CIESID, y que los certificados de calidad, se corresponden con los lotes enviados. Se recogerá y guardará la chapa identificativa de cada lote.

De cada lote se realizarán los ensayos que marca la Instrucción EHE, es decir se ensayarán dos barras de 1,50m por cada diámetro y cantidad de 40Tn o fracción, correspondientes a:

- Ensayos de determinación de límite elástico, tracción y alargamiento.
- Ensayos de doblado simple a 180°.
- Ensayos de doblado desdoblado a 90°.

Barras corrugadas de acero soldable. Características geométricas del corrugado, masa real y área de la sección recta transversal media equivalente. UNE 36 068: 1994 y UNE 36 068: 1996 1M o normas posteriores. Barras corrugadas de acero soldable. Características mecánicas, resistencia a la tracción, límite elástico, alargamiento de rotura, doblado - desdoblado. UNE 36 068: 1994 y UNE 36 068: 1996 1M y UNE 7474-1:1992 o normas posteriores.

Se adjuntarán los certificados de calidad de fabricación de aceros, así como las hojas de resultados de los ensayos realizados por el laboratorio homologado, en el Informe final de Obra.

6.3 PLACAS INTERIORES DE SERVICIO

El control de calidad a aplicar a todos los elementos que componen las placas de servicio, será el siguiente:

- Aportación de certificados de calidad de los fabricantes de ménsulas, perfilera, chapa colaborante, tornillería, anclajes y rejilla tramex, así como de los procesos de galvanización en caliente y/o pintura.
- Control al 100 % del par de apriete de los anclajes de sujeción de acuerdo con la especificación del fabricante.
- Hormigones y aceros según lo definido en el apartado 6.2.

Serán también de aplicación todas las pruebas y controles indicados en el P.P.I. correspondiente.

6.4 ELEMENTOS METÁLICOS

Los elementos metálicos a instalar son principalmente la escalera de zig-zag, escalera de gato y plataformas metálicas. Todos ellos incluyen la tornillería correspondiente y los anclajes de sujeción.

El control de calidad a aplicar a todos estos elementos será el siguiente:

- Control visual y dimensional al 100 %. La tolerancia dimensional se fija de acuerdo a lo establecido en el capítulo 6 de la Norma MV-104.
- Aportación de certificados de calidad de los fabricantes de perfilera, chapas, tornillería y anclajes, así como de los procesos de galvanización en caliente o pintura.
- Control al 100 % del par de apriete de los anclajes de sujeción de acuerdo con la especificación del fabricante.

Serán también de aplicación todas las pruebas y controles indicados en el P.P.I. correspondiente.

6.5 PINTURAS

El control de calidad a aplicar para las posibles pinturas en el fuste y de otros elementos, consistirá en lo siguiente:

- Aportación de los certificados de calidad del fabricante.
- Identificación en obra de la pintura, comprobándose su correspondencia con las calidades y tipos especificados en el Proyecto, así como de la perfecta identificación y sellado desde origen de los envases y cajas.
- Comprobación visual de que se aplica el mínimo de capas de pintura especificado en el Proyecto.
- Se respetarán las recomendaciones para la aplicación y almacenamiento indicadas por el fabricante.

Serán también de aplicación todas las pruebas y controles indicados en el P.P.I. correspondiente.

6.6 PARARRAYOS

El sistema de pararrayos del que estará dotada la torre, se proyectará según la Norma UNE 21186 o norma posterior, y constará básicamente de los siguientes elementos:

- Punta captora de cebado automático.
- 2 Bajantes de cable conductor de cobre con sus grapas de sujeción.
- Tomas de tierras correspondientes.

El control de calidad a aplicar será:

- Control visual y dimensional al 100% según especificación del Proyecto.
- Aportación de los certificados de calidad del fabricante.

Serán también de aplicación todas las pruebas y controles indicados en el P.P.I. correspondiente.

6.7 BALIZAMIENTO LUMINOSO

El balizamiento luminoso será del tipo de alta intensidad. El control de calidad de todos los elementos que componen la instalación, consistirá fundamentalmente en el aporte de la documentación referente a certificados de fabricación, homologación y ensayos de calidad por parte del fabricante. El control de calidad a efectuar en obra, consistirá en un control visual al 100%, de que todos los materiales y equipos se corresponden con los mencionados en la citada documentación, así como, que el montaje eléctrico respeta fielmente, salvo desviaciones justificables, lo prescrito en el proyecto.

Serán también de aplicación todas las pruebas y controles indicados en el P.P.I. correspondiente.

6.8 MONTAJE DE ELEVADOR PIÑÓN CREMALLERA

El control de calidad consistirá fundamentalmente en:

- Se comprobará que los diferentes componentes y maquinaria recepcionados en obra cumplen con las especificaciones del proyecto.
- Aportación de los certificados de calidad del fabricante.
- Inspección visual del correcto montaje.
- Comprobación del par de apriete de todos los anclajes de expansión instalados en el fuste de la torre (mástil con cremallera).
- Pruebas y verificación de la instalación a realizar por entidad notificadora o acreditada para supervisión y puesta en marcha de aparatos elevadores.

Serán también de aplicación todas las pruebas y controles indicados en el P.P.I. correspondiente.

6.9 REVESTIMIENTO TÉRMICO

El control de calidad consistirá fundamentalmente en:

- Se comprobará que los materiales recepcionados en obra cumplen con la especificación del proyecto.
- Inspección visual de la correcta elaboración de los paneles listos para su montaje.
- Comprobación del correcto montaje de los paneles en el fuste exterior de la torre.

Serán también de aplicación todas las pruebas y controles indicados en el P.P.I. correspondiente.

6.10 MONTAJE DE GRÚA TELESCÓPICA

El control de calidad consistirá fundamentalmente en:

- Se comprobará que los diferentes componentes y maquinaria recepcionados en obra cumplen con las especificaciones del proyecto.
- Aportación de los certificados de calidad del fabricante.
- Inspección visual del correcto montaje.
- Comprobación del par de apriete de todos los anclajes para fijación de la máquina a su base de apoyo.
- Pruebas y verificación de la instalación a realizar por entidad notificadora o acreditada para supervisión y puesta en marcha de grúas articuladas.

Serán también de aplicación todas las pruebas y controles indicados en el P.P.I. correspondiente.

6.11 MANIPULACIÓN, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

Los procedimientos y especificaciones definen los métodos y requisitos para el manejo, almacenamiento, transporte y conservación de los materiales y/o equipos. Estos procedimientos especifican los métodos para garantizar la integridad física de los materiales y/o equipos enviados por el suministrador y que son recibidos, almacenados y distribuidos en la obra. Así mismo se especifican en estos procedimientos los documentos necesarios para estas operaciones.

Los documentos de la planificación de la inspección controlan la recepción, inspección, almacenamiento y conservación de los componentes en el emplazamiento con el fin de preservar su calidad. Se mantendrá una vigilancia sobre los materiales almacenados en el emplazamiento desde que se reciben hasta que se instalan.

Al llegar al emplazamiento se inspeccionan físicamente los materiales. Los materiales que no reúnan las condiciones o se encuentren dañados se apartarán y se tomarán las medidas adecuadas.

Las instrucciones de ingeniería, las instrucciones del fabricante o de los planes de inspección, definen los requisitos para el almacenamiento de los materiales. Para proteger los componentes contra el medio ambiente se establecerán zonas de almacenamiento. Los componentes delicados (electrodos) se almacenarán en zonas controladas ambientalmente. Todos los componentes almacenados en el exterior, se conservarán adecuadamente para mantener la integridad de los mismos.

Se registrará documentalmente que en los almacenes se cumplan los procedimientos de almacenaje y que el material está debidamente protegido.

6.12 VERIFICACIONES DEL PROGRAMA DE CALIDAD

De una manera periódica se realizan verificaciones para evaluar la validez de los documentos, procedimientos, inspecciones, pruebas, controles y certificaciones para controlar y verificar las acciones realizadas. En estas verificaciones se incluyen a los subcontratistas y suministradores. Estas verificaciones se plantean de acuerdo con un procedimiento escrito y unas listas de comprobación preparadas por el grupo de garantía de calidad. En cualquier momento y a cualquier nivel se pueden realizar verificaciones no programadas para comprobar el cumplimiento de los requisitos de calidad.

Una vez terminada la comprobación se analizarán los resultados con el grupo responsable, para identificar las operaciones aceptables, discutir las zonas de deficiencias, recomendar mejoras y obtener las acciones correctivas apropiadas. Se escribirá un informe detallando los resultados de las comprobaciones y las acciones correctivas tomadas. Este informe se distribuirá al personal interesado para su información y revisión, incluyéndose en el mismo las acciones que se recomiendan para mejorar los niveles globales de la calidad.

6.13 NO CONFORMIDADES Y TRATAMIENTO DE DESVIACIONES

En los procedimientos se definen los métodos a seguir con los materiales que no cumplen las especificaciones. Los materiales que durante la construcción se encuentren que no se ajustan con las especificaciones, códigos, planos u otros documentos, se considerarán como no aptos.

Estos materiales y equipos se identificarán debidamente con tarjetas que indiquen que no son aceptables, así mismo, estos materiales se separarán de los aceptados, se redactará el informe correspondiente y se tomarán las medidas adecuadas.

Las partidas no conformes con las especificaciones serán rechazadas, aceptadas, reparadas o rehechas de acuerdo con procedimientos documentados.

Las acciones correctivas se inician al descubrirse anomalías que podrán conducir a una situación no satisfactoria.

En el archivo se guardarán copias de los informes de discrepancias y de las acciones correctivas tomadas; se estudiarán estos documentos para determinar las condiciones respectivas y recurrentes, y se tomarán medidas para evitar que vuelvan a suceder.

6.14 CONTROL DE EQUIPOS DE MEDIDA Y ENSAYO

Para todos los equipos que se empleen en mediciones finales será necesario aportar un certificado de calibración (ejemplo: llave dinamométrica de par de apriete de tornillos).

Equipos habituales en control de calidad:

- Termohidrógrafo.
- Llave dinamométrica.
- Galgas para comprobar espesores.
- Otros.

CONSTRUCCIONES ESBELTAS

7. PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN

7.1 MEMORIA

1.- Cimentación:	P.P.I. N° 01.
2.- Fuste de hormigón armado:	P.P.I. N° 02.
3.- Placas interiores:	P.P.I. N° 03.
4.- Escalera de zig-zag y escalera de gato:	P.P.I. N° 04.
5.- Plataformas metálicas:	P.P.I. N° 05.
6.- Pintura:	P.P.I. N° 06.
7.- Sistema de pararrayos:	P.P.I. N° 07.
8.- Balizamiento luminoso:	P.P.I. N° 08.
9.- Elevador piñón cremallera:	P.P.I. N° 09.
10.- Revestimiento térmico:	P.P.I. N° 10.
11.- Grúa telescópica:	P.P.I. N° 11.

1.- CIMENTACIÓN – P.P.I. N° 01.

CONSTRUCCIONES ESBELTAS

"CONTROL DE CALIDAD"

PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN	CLIENTE :		P.P.I. Nº.:	01	REV.:	0
	PROYECTO :	Torre Solar (H: 150,00M)		FECHA :		
	UNIDAD DE OBRA :	CIMENTACIÓN		HOJA :	1	de 2

Nº	CONCEPTO	CONTROL		DOCUM. APLICABLE NORMAS ESPECIFICACIONES	REGISTRO DE CALIDAD	INSPECCIÓN						OBSERVACIONES
		MÉTODO	FRECUENCIA			CONSTRUCTOR		CLIENTE		D.F.		
						(*)	Fecha/Firma	(*)	Fecha/Firma	(*)	Fecha/Firma	
1	Replanteo inicial	Dimensional	100%	Plano/s Proyecto	Protocolo	I						
2	Excavación	Topográfico	100%	Informe topográfico	Protocolo	R						
3	Hormigon de limpieza	Visual	100%	Plano/s Proyecto	Protocolo	R						
4	Control de nivelación de hormigón de limpieza	Topográfico	100%	Informe topográfico	Protocolo	R						
5	Replanteo Centro Torre y perímetro del encofrado perdido	Topográfico	100%	Informe topográfico	Protocolo	R						
6	Montaje del encofrado perdido	Visual	100%	Plano/s Proyecto	Protocolo	R						
7	Comprobación montaje encofrado perdido	Topográfica	100 %	Informe topográfico	Protocolo	R						
8	Relleno trasdós del encofrado perdido	Visual	100%	Especific. Proyecto	C.Calidad	R						
9	Recepcion del material (acero armadura/B-500S)	Documental	100%	Plano/s Proyecto	C.Calidad	R						1 ensayo de 2 probetas por Ø y 40 T
10	Replanteo Armadura	Dimensional	100%	Plano/s Proyecto	Protocolo	I						
11	Disposición nº y diámetro de armadura	Visual	100%	Plano/s Proyecto	Protocolo	I						
12	Características de la armadura	Visual	100%	Plano/s Proyecto	Protocolo	I						
13	Montaje armadura inferior	Visual	100%	Plano/s Proyecto	Protocolo	R						
14	Montaje armadura Superior	Visual	100%	Plano/s Proyecto	Protocolo	R						
15	Montaje armadura cierre y esperas torre	Visual	100%	Plano/s Proyecto	Protocolo	R						
16	Amarre de armaduras	Visual	100%	Especific. Proyecto	Protocolo	I						
17	Rigidez de la armadura (jaula)	Visual	100%	Especific. Proyecto	Protocolo	I						
18	Comprobación de puesta a tierra	Visual	100%	Plano/s Proyecto	Protocolo	I						
19	Comprobación armadura (cotas, recubrimiento, atado...	Topográfica	100%	Informe topográfico	Protocolo	R						
20	Control de cementos	Ensayo	EHE 98	Especific. Proyecto	C.Calidad	R						Documentación a facilitar por fabricante
21	Control de áridos	Ensayo	EHE 98	Especific. Proyecto	C.Calidad	R						Documentación a facilitar por fabricante

(*) A : PUNTO DE AVISO E : PUNTO DE ESPERA I : PUNTO DE INSPECCIÓN R: REVISIÓN DOCUMENTACIÓN	ELABORADO: Fdo.: Cargo:	REVISADO: Fdo.: Cargo:	APROBADO: Fdo.: Cargo:
--	--	---	---

2.- FUSTE DE HORMIGÓN ARMADO – P.P.I. Nº 02.

CONSTRUCCIONES ESBELTAS

"CONTROL DE CALIDAD"

PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN	CLIENTE :		P.P.I. N°:	02	REV.: 0
	PROYECTO :	Torre Solar (H: 150,00M)	FECHA :		
	UNIDAD DE OBRA :	FUSTE DE HORMIGÓN ARMADO	HOJA :	1	de 1

N°	CONCEPTO	CONTROL		DOCUM. APLICABLE NORMAS ESPECIFICACIONES	REGISTRO DE CALIDAD	INSPECCIÓN						OBSERVACIONES
		MÉTODO	FRECUENCIA			CONSTRUCTOR		CLIENTE		D.F.		
						(*)	Fecha/Firma	(*)	Fecha/Firma	(*)	Fecha/Firma	

1	Encofrado Deslizante Cota 0,00	Dimensional	100%	Plano/s Proyecto	Protocolo	I							Incluir anexo: Diario deslizamiento
2	Hormigón												
2.1	Hormigón HA-30 (Ensayos previos)	Ensayo	100%	Especific. Proyecto	Informe	R							Documentación a facilitar por fabricante
2.2	Hormigón HA-30/B/20/IIa	Ensayo	EHE	Especific. Proyecto	Protocolo	E							1 serie de 6 probetas cada 24 horas
2.3	Aditivos Hormigón	Documental	100%	Ficha/s Técnica/s	C.Calidad	R							Documentación a facilitar por fabricante
2.4	Curex	Documental	100%	Ficha/s Técnica/s	C.Calidad	R							
3	Acero B-500S												
3.1	Recepción de material	Ensayo	EHE	Especific. Proyecto	C.Calidad/Informe	R							1 ensayo de 2 probetas por ϕ y 40 T
3.2	Montaje	Dimensional	100%	Plano/s Proyecto	Protocolo	I							
4	Control Final	Documental	100%	Plano/s Proyecto	Protocolo	I							Incluir anexo: Diario deslizamiento

(*) A : PUNTO DE AVISO E : PUNTO DE ESPERA I : PUNTO DE INSPECCIÓN R: REVISIÓN DOCUMENTACIÓN	ELABORADO: Fdo.: Cargo:	REVISADO: Fdo.: Cargo:	APROBADO: Fdo.: Cargo:
--	--	---	---

3.- PLACAS INTERIORES – P.P.I. Nº 03.

CONSTRUCCIONES ESBELTAS

"CONTROL DE CALIDAD"

PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN	CLIENTE :		P.P.I. N°:	03	REV.: 0
	PROYECTO :	Torre Solar (H: 150,00M)	FECHA :		
	UNIDAD DE OBRA :	PLACAS INTERIORES	HOJA :	1	de 1

N°	CONCEPTO	CONTROL		DOCUM. APLICABLE NORMAS ESPECIFICACIONES	REGISTRO DE CALIDAD	INSPECCIÓN						OBSERVACIONES
		MÉTODO	FRECUENCIA			CONSTRUCTOR		CLIENTE		D.F.		
						(*)	Fecha/Firma	(*)	Fecha/Firma	(*)	Fecha/Firma	

1	MÉNSULAS Y VIGAS												
1.1	Recepción Material	Documental	100%	Especific. Proyecto	C.Calidad	R							
1.2	Montaje	Dimensional	100%	Plano/s Proyecto	Protocolo	I							
1.3	Comprobación Pares de Apriete Anclajes	Llave Dinam.	100%	S/Fabricante	Protocolo	I							Anexo: Ficha control par apriete anclajes
1.4	Calibración Llave Dinanométrica	Documental	100%	S/Fabricante	C.Calidad	R							
2	PLACAS												
2.1	Chapa colaborante												
2.1.1	Recepción Material	Documental	100%	Especific. Proyecto	C.Calidad	R							
2.1.2	Montaje	Dimensional	100%	Plano/s Proyecto	Protocolo	I							
2.2	Acero B-500S												
2.2.1	Recepción Material	Ensayo	EHE	Especific. Proyecto	C.Calidad/Informe	R							1 ensayo de 2 probetas por Ø y 40 T
2.2.2	Montaje	Dimensional	100%	Plano/s Proyecto	Protocolo	I							
2.3	Hormigón HA-30/B/20/IIa												
2.3.1	Hormigón HA-30 (Ensayos previos)	Ensayo	100%	Especific. Proyecto	Informe	R							Documentación a facilitar por fabricante
2.3.2	Hormigón HA-30/B/20/IIa	Ensayo	EHE	Especific. Proyecto	Protocolo	E							1 serie de 6 probetas por placa
3	Control Final	Dimensional	100%	Plano/s Proyecto	Protocolo	I							Anexo: Ficha control par apriete anclajes

(*) A : PUNTO DE AVISO E : PUNTO DE ESPERA I : PUNTO DE INSPECCIÓN R: REVISIÓN DOCUMENTACIÓN	ELABORADO: Fdo.: Cargo:	REVISADO: Fdo.: Cargo:	APROBADO: Fdo.: Cargo:
--	--	---	---

4.- ESCALERAS DE ZIG-ZAG Y TIPO GATO – P.P.I. N° 04.

CONSTRUCCIONES ESBELTAS

"CONTROL DE CALIDAD"

PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN	CLIENTE :		P.P.I. N°:	04	REV.: 0
	PROYECTO :	Torre Solar (H: 150,00M)	FECHA :		
	UNIDAD DE OBRA :	ESCALERAS / TIPO DE ZIG-ZAG Y DE GATO	HOJA :	1	de

N°	CONCEPTO	CONTROL		DOCUM. APLICABLE NORMAS ESPECIFICACIONES	REGISTRO DE CALIDAD	INSPECCIÓN						OBSERVACIONES
		MÉTODO	FRECUENCIA			CONSTRUCTOR		CLIENTE		D.F.		
						(*)	Fecha/Firma	(*)	Fecha/Firma	(*)	Fecha/Firma	

1	Escaleras Zig-Zag y Gato (galvanizadas)												
1.1	Recepción Material	Documental	100%	S/Fabricante	C.Calidad	R							
1.2	Materiales de Aportación	Documental	100%	A SME II Part. C	C.Calidad	R							
1.3	Galvanización	Documental	100%	S/Fabricante	C.Calidad	R							
1.4	Montaje	Visual	100%	Plano/s Proyecto	Protocolo	I							
1.5	Comprobación Pares de Apriete Anclajes	Llave Dinam.	100%	S/Fabricante	Protocolo	I							Anexo: Ficha control par apriete anclajes
1.6	Calibración Llave Dinanométrica	Documental	100%	S/Fabricante	C.Calidad	R							
2	Control Final	Dimensional	100%	Plano/s Proyecto	Protocolo	I							Anexo: Ficha control par apriete anclajes

(*) A : PUNTO DE AVISO E : PUN I : PUNTO DE INSPECCIÓN R: REVISIÓN DOCUMENTACIÓN	ELABORADO: Fdo.: Cargo:	REVISADO: Fdo.: Cargo:	APROBADO: Fdo.: Cargo:
--	--	---	---

5.- PLATAFORMAS METÁLICAS – P.P.I. N° 05.

CONSTRUCCIONES ESBELTAS

"CONTROL DE CALIDAD"

PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN	CLIENTE :		P.P.I. Nº.: 05	REV.: 0
	PROYECTO :	Torre Solar (H: 150,00M)	FECHA :	
	UNIDAD DE OBRA :	PLATAFORMAS METÁLICAS	HOJA :	1 de 1

Nº	CONCEPTO	CONTROL		DOCUM. APLICABLE NORMAS ESPECIFICACIONES	REGISTRO DE CALIDAD	INSPECCIÓN						OBSERVACIONES
		MÉTODO	FRECUENCIA			CONSTRUCTOR		CLIENTE		D.F.		
						(*)	Fecha/Firma	(*)	Fecha/Firma	(*)	Fecha/Firma	
1	Plataformas Metálicas											
1.1	Recepción Material	Documental	100%	S/Fabricante	C.Calidad	R						
1.2	Materiales de Aportación	Documental	100%	A SME II Part. C	C.Calidad	R						
1.3	Galvanización	Documental	100%	Plano/s Proyecto	C.Calidad	R						
1.4	Montaje	Visual	100%	Plano/s Proyecto	Protocolo	I						
1.5	Comprobación Pares de Apriete Anclajes	Llave Dinam.	100%	S/Fabricante	Protocolo	I						Anexo: Ficha control par apriete anclajes
1.6	Calibración Llave Dinamométrica	Documental	100%	S/Fabricante	C.Calidad	R						
2	Control Final	Dimensional	100%	Plano/s Proyecto	Protocolo	I						Anexo: Ficha control par apriete anclajes
(*)		ELABORADO:				REVISADO:				APROBADO:		
A : PUNTO DE AVISO		Fdo.:				Fdo.:				Fdo.:		
E : PUNTO DE ESPERA		Cargo:				Cargo:				Cargo:		
I : PUNTO DE INSPECCIÓN												
R: REVISIÓN DOCUMENTACIÓN												

6.- PINTURA – P.P.I. N° 06.

CONSTRUCCIONES ESBELTAS

"CONTROL DE CALIDAD"

PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN	CLIENTE :		P.P.I. N°:	06	REV.: 0
	PROYECTO :	Torre Solar (H: 150,00M)		FECHA :	
	UNIDAD DE OBRA :	PINTURA		HOJA :	1 de 1

N°	CONCEPTO	CONTROL		DOCUM. APLICABLE NORMAS ESPECIFICACIONES	REGISTRO DE CALIDAD	INSPECCIÓN						OBSERVACIONES
		MÉTODO	FRECUENCIA			CONSTRUCTOR		CLIENTE		D.F.		
						(*)	Fecha/Firma	(*)	Fecha/Firma	(*)	Fecha/Firma	

1	Pintura Fuste Exterior												
1.1	Recepción Pintura	Documental	100%	Ficha/s Técnica/s	C.Calidad	R							
1.2	Preparación Superficies	Visual	100%	Especific. Proyecto	Protocolo	I							
1.3	Aplicación 1ª capa	Visual	100%	Especific. Proyecto	Protocolo	I							
1.4	Aplicación 2ª capa	Visual	100%	Especific. Proyecto	Protocolo	I							
2	Control Final	Visual	100%	Plano/s Proyecto	Protocolo	I							
3	Pintura Elementos Metálicos												
3.1	Recepción Pintura	Documental	100%	Ficha/s Técnica/s	C.Calidad	R							
3.2	Preparación Superficies	Visual	100%	Especific. Proyecto	Protocolo	I							
3.3	Aplicación capa de imprimación	Visual	100%	Especific. Proyecto	Protocolo	I							
3.4	Aplicación capa intermedia	Visual	100%	Especific. Proyecto	Protocolo	I							
3.5	Aplicación capa de acabado	Visual	100%	Especific. Proyecto	Protocolo	I							
4	Control Final	Visual	100%	Plano/s Proyecto	Protocolo	I							

(*) A : PUNTO DE AVISO E : PUNTO DE ESPERA I : PUNTO DE INSPECCIÓN R: REVISIÓN DOCUMENTACIÓN	ELABORADO: Fdo.: Cargo:	REVISADO: Fdo.: Cargo:	APROBADO: Fdo.: Cargo:
--	--	---	---

7.- SISTEMA DE PARARRAYOS – P.P.I. N° 07.

CONSTRUCCIONES ESBELTAS

"CONTROL DE CALIDAD"

PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN	CLIENTE :		P.P.I. N°:	07	REV.: 0
	PROYECTO :	Torre Solar (H: 150,00M)	FECHA :		
	UNIDAD DE OBRA :	SISTEMA DE PARARRAYOS	HOJA :	1	de 1

N°	CONCEPTO	CONTROL		DOCUM. APLICABLE NORMAS ESPECIFICACIONES	REGISTRO DE CALIDAD	INSPECCIÓN						OBSERVACIONES
		MÉTODO	FRECUENCIA			CONSTRUCTOR		CLIENTE		D.F.		
						(*)	Fecha/Firma	(*)	Fecha/Firma	(*)	Fecha/Firma	

1	Sistema de Pararrayos												
1.1	Recepción Material	Documental	100%	S/Fabricante	C.Calidad	R							
1.2	Montaje Punta Captora	Visual	100%	Plano/s Proyecto	Protocolo	I							
1.3	Montaje Bajante T.T. - 1	Visual	100%	Plano/s Proyecto	Protocolo	I							
1.4	Montaje Bajante T.T. - 2	Visual	100%	Plano/s Proyecto	Protocolo	I							
1.5	Montaje picas T.T.	Visual	100%	Plano/s Proyecto	Protocolo	I							Comprobación Resistividad Toma Tierra
2	Control Final	Visual	100%	Plano/s Proyecto	Protocolo	I							

(*) A : PUNTO DE AVISO E : PUNTO DE ESPERA I : PUNTO DE INSPECCIÓN R: REVISIÓN DOCUMENTACIÓN	ELABORADO: Fdo.: Cargo:	REVISADO: Fdo.: Cargo:	APROBADO: Fdo.: Cargo:
--	--	---	---

8.- BALIZAMIENTO LUMINOSO – P.P.I. N° 08.

CONSTRUCCIONES ESBELTAS

"CONTROL DE CALIDAD"

PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN	CLIENTE :		P.P.I. N°:	08	REV.: 0
	PROYECTO :	Torre Solar (H: 150,00M)	FECHA :		
	UNIDAD DE OBRA :	BALIZAMIENTO LUMINOSO	HOJA :	1	de

N°	CONCEPTO	CONTROL		DOCUM. APLICABLE NORMAS ESPECIFICACIONES	REGISTRO DE CALIDAD	INSPECCIÓN						OBSERVACIONES
		MÉTODO	FRECUENCIA			CONSTRUCTOR		CLIENTE		D.F.		
						(*)	Fecha/Firma	(*)	Fecha/Firma	(*)	Fecha/Firma	

1	Balizamiento Luminoso												
1.1	Recepción Equipos Alta Intensidad	Documental	100%	S/Fabricante	C.Calidad	R							
1.2	Montaje Equipos Cota +150,00	Visual	100%	Plano/s Proyecto	Protocolo	I							
1.3	Montaje Equipos Cota +97,00	Visual	100%	Plano/s Proyecto	Protocolo	I							
2	Control Final	Visual	100%	Plano/s Proyecto	Protocolo	I							

(*) A : PUNTO DE AVISO E : PUNTO DE ESPERA I : PUNTO DE INSPECCIÓN R: REVISIÓN DOCUMENTACIÓN	ELABORADO: Fdo.: Cargo:	REVISADO: Fdo.: Cargo:	APROBADO: Fdo.: Cargo:
--	-----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------

9.- ELEVADOR PIÑÓN CREMALLERA – P.P.I. N° 09.

CONSTRUCCIONES ESBELTAS

"CONTROL DE CALIDAD"

PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN	CLIENTE :		P.P.I. Nº.: 09	REV.: 0
	PROYECTO :	Torre Solar (H: 150,00M)	FECHA :	
	UNIDAD DE OBRA :	MONTAJE DE ELEVADOR PIÑÓN CREMALLERA	HOJA :	1 de 1

Nº	CONCEPTO	CONTROL		DOCUM. APLICABLE NORMAS ESPECIFICACIONES	REGISTRO DE CALIDAD	INSPECCIÓN						OBSERVACIONES
		MÉTODO	FRECUENCIA			CONSTRUCTOR		CLIENTE		D.F.		
						(*)	Fecha/Firma	(*)	Fecha/Firma	(*)	Fecha/Firma	

1	Montaje de Elevador Piñón Cremallera												
1.1	Recepción equipo	Visual	100%	Especificación Proyecto	C.Calidad	A							
1.2	Montaje de mastil hasta cota +107,50m (aprox.)	Visual	100%	Especificación Proyecto	Protocolo	I							
1.3	Comprobación par apriete anclajes a fuste	Llave Dinam.	100%	Especificación Proyecto	Protocolo	I							Mastil
1.4	Montaje de cabina y grupo tractor	Visual	100%	Especificación Proyecto	Protocolo	I							
1.5	Cercado y puerta de acceso en +0,00	Visual	100%	Especificación Proyecto	Protocolo	I							Parada 1
1.6	Cercado y puerta de acceso en +10,40	Visual	100%	Especificación Proyecto	Protocolo	I							Parada 2
1.7	Cercado y puerta de acceso en +19,40	Visual	100%	Especificación Proyecto	Protocolo	I							Parada 3
1.8	Cercado y puerta de acceso en +38,40	Visual	100%	Especificación Proyecto	Protocolo	I							Parada 4
1.9	Cercado y puerta de acceso en +43,20	Visual	100%	Especificación Proyecto	Protocolo	I							Parada 5
1.10	Cercado y puerta de acceso en +53,50	Visual	100%	Especificación Proyecto	Protocolo	I							Parada 6
1.11	Cercado y puerta de acceso en +65,70	Visual	100%	Especificación Proyecto	Protocolo	I							Parada 7
1.12	Cercado y puerta de acceso en +75,30	Visual	100%	Especificación Proyecto	Protocolo	I							Parada 8
1.13	Cercado y puerta de acceso en +85,40	Visual	100%	Especificación Proyecto	Protocolo	I							Parada 9
1.14	Cercado y puerta de acceso en +95,60	Visual	100%	Especificación Proyecto	Protocolo	I							Parada 10
1.15	Cercado y puerta de acceso en +105,00	Visual	100%	Especificación Proyecto	Protocolo	I							Parada 11
1.16	Instalación eléctrica	Visual	100%	Especificación Proyecto	Protocolo	I							
1.17	Pruebas de puesta en marcha y funcionamiento	Visual	100%	Especificación Proyecto	Protocolo	I							
2	Control Final	Visual	100%	Plano/s Proyecto	Protocolo	I							Anexo: Documentación oficial P.M.

(*) A : PUNTO DE AVISO E : PUNTO DE ESPERA I : PUNTO DE INSPECCIÓN R: REVISIÓN DOCUMENTACIÓN	ELABORADO: Fdo.: Cargo:	REVISADO: Fdo.: Cargo:	APROBADO: Fdo.: Cargo:
--	--	---	---

10.- REVESTIMIENTO TÉRMICO – P.P.I. N° 10.

CONSTRUCCIONES ESBELTAS

"CONTROL DE CALIDAD"

PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN	CLIENTE :		P.P.I. Nº.:	10	REV.:	0
	PROYECTO :	Torre Solar (H: 150,00M)	FECHA :			
	UNIDAD DE OBRA :	REVESTIMIENTO TÉRMICO	HOJA :	1	de	1

Nº	CONCEPTO	CONTROL		DOCUM. APLICABLE NORMAS ESPECIFICACIONES	REGISTRO DE CALIDAD	INSPECCIÓN						OBSERVACIONES
		MÉTODO	FRECUENCIA			CONSTRUCTOR		CLIENTE		D.F.		
						(*)	Fecha/Firma	(*)	Fecha/Firma	(*)	Fecha/Firma	

1	Revestimiento Térmico												
1.1	Recepción Material	Documental	100%	S/Fabricante	C.Calidad	R							
1.2	Materiales de Aportación	Documental	100%	S/Fabricante	C.Calidad	R							
1.3	Preparación Placas	Visual	100%	Especif. Proyecto	C.Calidad	I							
1.4	Montaje	Visual	100%	Plano/s Proyecto	Protocolo	I							
2	Control Final	Dimensional	100%	Plano/s Proyecto	Protocolo	I							

(*) A : PUNTO DE AVISO E : PUNTO DE ESPERA I : PUNTO DE INSPECCIÓN R: REVISIÓN DOCUMENTACIÓN	ELABORADO: Fdo.: Cargo:	REVISADO: Fdo.: Cargo:	APROBADO: Fdo.: Cargo:
--	-----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------

11.- GRÚA TELESCÓPICA – P.P.I. Nº 11.

CONSTRUCCIONES ESBELTAS

"CONTROL DE CALIDAD"

PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN	CLIENTE :		P.P.I. Nº.: 11	REV.: 0
	PROYECTO :	Torre Solar (H: 150,00M)	FECHA :	
	UNIDAD DE OBRA :	GRÚA TELESCÓPICA	HOJA :	1 de 1

Nº	CONCEPTO	CONTROL		DOCUM. APLICABLE NORMAS ESPECIFICACIONES	REGISTRO DE CALIDAD	INSPECCIÓN						OBSERVACIONES
		MÉTODO	FRECUENCIA			ALTAC		CLIENTE		OTRO		
						(*)	Fecha/Firma	(*)	Fecha/Firma	(*)	Fecha/Firma	
1	Grúa Telescópica (Cota +150,00)											
1.1	Recepción Equipo	Documental	100%	S/Fabricante	C.Calidad	A						
1.2	Montaje	Visual	100%	Plano/s Proyecto	Protocolo	I						
1.3	Comprobación Pares de Apriete Anclajes	Llave Dinam.	100%	S/Fabricante	Protocolo	I						Fijación módulo base a placa forjado
1.4	Calibración Llave Dinamométrica	Documental	100%	S/Fabricante	C.Calidad	R						
1.5	Instalación eléctrica	Visual	100%	Especif. Proyecto	Protocolo	I						
1.6	Pruebas de puesta en marcha y funcionamiento	Visual	100%	Especif. Proyecto	Protocolo	I						
2	Control Final	Visual	100%	Especif. Proyecto	Protocolo	I						Anexo: Documentación oficial de puesta en marcha
(*)		ELABORADO:			REVISADO:			APROBADO:				
A : PUNTO DE AVISO		Fdo.:			Fdo.:			Fdo.:				
E : PUNTO DE ESPERA		Cargo:			Cargo:			Cargo:				
I : PUNTO DE INSPECCIÓN												
R: REVISIÓN DOCUMENTACIÓN												

8. INFORME FINAL DE OBRA

8.1 DOCUMENTACIÓN A PRESENTAR

El **Constructor** según vaya recibiendo la documentación referente a certificados de control de calidad de materiales por parte de los fabricantes, los irá entregando a la **Propiedad** o **Cliente**. Igualmente, y de manera provisional, se irán entregando los protocolos de control de calidad periódicos establecidos en el Plan de Control de Calidad y que son diligenciados durante la ejecución de las distintas fases y unidades de obra.

Finalizados los trabajos en la torre se elaborará un "Informe Final de Obra" que incluirá los siguientes documentos:

Documento 1 – CALIDAD.

- A. Certificado sistema control de calidad del contratista.
- B. Plan de control de calidad.
- C. Alcance final de los trabajos y/o servicios.
- D. Planos AS-BUILT.
- E. Programa de puntos de inspección.
- F. Protocolos.
- G. Controles y pruebas requeridas en los P.P.I.
- H. Certificados de calidad.
- I. Certificados de calibración de aparatos.
- J. Homologaciones.
- K. Documentación de no conformidades y soluciones.
- L. Relación de empresas y proveedores.
- M. Lista de remates.
- N. Recepción provisional.
- O. Documentación fotográfica.

Documento 2 - SEGUIMIENTO DE OBRA.

- A. Informes mensuales.
- B. Otros informes.

Documento 3 - CONTROL MEDIOAMBIENTAL.

- A. Certificado sistema control medioambiental del contratista.
- B. Plan de gestión medioambiental
- C. Certificados empresas gestoras.

D. Seguimiento.

E. Resumen final.

Documento 4 - SEGURIDAD Y SALUD LABORAL.

A. Informes mensuales.

B. Formación e información a los trabajadores.

C. Inspecciones de equipos y maquinaria.

D. Índices de referencia finales.

E. Investigación de incidentes y/o accidentes.

CONSTRUCCIONES ESBELTAS

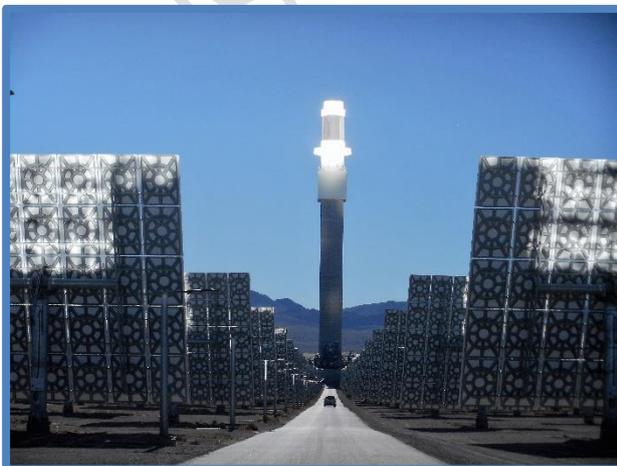
9. FOTOS DE PLANTAS Y TORRES SOLARES



(1*). PS-10 / Sanlúcar la Mayor (Sevilla). Primera Planta Solar Comercial del Mundo con Torre Central



(2*). Gemasolar / Fuentes de Andalucía (Sevilla). Primera Planta Solar con Almacenamiento de Sales Fundidas y Torre de Concentración



(3*). Crescent Dunes / Tonopah-Nevada (USA). Primera Planta Comercial Termosolar con Torre de Concentración de EE.UU.



(4*). Khi Solar One / Upington (South Africa). Primera Planta Termosolar del país con Torre de Concentración

CONSTRUCCIONES

10. BIBLIOGRAFÍA

10.1 REFERENCIAS

- Foto Portada y (1*): PS-10 / Planta Termosolar (Abener-Abengoa) – Sanlúcar la Mayor (Sevilla). Torre Central (H: 115,00m).
- (2*): Gemasolar / Planta Termosolar (Torresol Energy) – Fuentes de Andalucía (Sevilla). UTE Solar Tres (Sener y Cobra) fue la encargada de la construcción. Torre de Concentración (H: 145,70m).
- (3*): Crescent Dunes / Planta Termosolar “Tonopah Solar Energy” (Solar Reserve-Cobra) – Tonopah (Nevada/USA). Torre de Concentración (H: 197,48m incluyendo el Receptor).
- (4*): Khi Solar One / Planta Termosolar (Abengoa-Abeinsa) – Upington (South Africa). Torre de Concentración (H: 205,00m).
- El autor de este documento participo directamente y a pie de obra en las cuatro Torres Termosolares referenciadas, trabajando con la empresa Alternativas Actuales de Construcción, SL (Altac), quien realizo el Diseño, la Ingeniería y Construcción de las mismas.
- El autor divulga en este documento su propio conocimiento y experiencia, adquiridos durante más de 35 años realizando construcciones esbeltas de hormigón armado con la técnica del encofrado deslizante, y en mantenimiento y reparación de todo tipo de chimeneas industriales.

02/06/2.025