

**ANEXO II**  
**(Ref. D\_T80)**

**TELESCOPIO AUXILIAR Y SU**  
**EDIFICIO**

## Índice de Contenidos

<b>1</b>	<b>Introducción .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Prescripciones Técnicas y Funcionales .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1</b>	<b>Telescopio (T80).....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.1</b>	<b>Óptica.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.2</b>	<b>Estructura .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2</b>	<b>Edificio y Cúpula (ET80) .....</b>	<b>7</b>
<b>2.3</b>	<b>Sistema de Control del Telescopio .....</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Requerimientos de Fiabilidad, Mantenimiento y Seguridad del Sistema .....</b>	<b>9</b>
<b>3.1</b>	<b>Vida del Telescopio.....</b>	<b>9</b>
<b>3.2</b>	<b>Requerimientos Específicos de Fiabilidad.....</b>	<b>9</b>
<b>3.3</b>	<b>Requerimientos Generales de Mantenimiento.....</b>	<b>9</b>
<b>3.4</b>	<b>Requerimientos de Seguridad .....</b>	<b>10</b>
<b>3.4.1</b>	<b>Seguridad Eléctrica .....</b>	<b>10</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Seguridad Mecánica .....</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>Plan de Trabajo y Verificaciones .....</b>	<b>11</b>
<b>4.1</b>	<b>Fase 1: Diseño .....</b>	<b>12</b>
<b>4.2</b>	<b>Fase 2: Construcción, Manufactura y Ensamblaje .....</b>	<b>12</b>
<b>4.2.1</b>	<b>Fase 2A: Construcción, Manufactura y Ensamblaje del ET80.....</b>	<b>12</b>
<b>4.2.1.1</b>	<b>Obra Civil.....</b>	<b>12</b>
<b>4.2.1.2</b>	<b>Cúpula .....</b>	<b>12</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Fase 2B: Construcción, Manufactura y Ensamblaje del T80.....</b>	<b>12</b>
<b>4.2.2.1</b>	<b>Manufactura y Verificación de los Componentes Ópticos .....</b>	<b>12</b>
<b>4.2.2.2</b>	<b>Soportes de los Elementos Ópticos y Estructura del T80 .....</b>	<b>12</b>
<b>4.3</b>	<b>Fase 3: Tests de Aceptación Preliminar .....</b>	<b>13</b>
<b>4.3.1</b>	<b>Fase 3A: Tests de Aceptación Preliminar del ET80 .....</b>	<b>13</b>
<b>4.3.2</b>	<b>Fase 3B: Tests de Aceptación Preliminar del T80.....</b>	<b>13</b>
<b>4.4</b>	<b>Fase 4: Embalaje y Transporte .....</b>	<b>13</b>
<b>4.4.1</b>	<b>Fase 4A: Embalaje y Transporte de Subsistemas del ET80.....</b>	<b>13</b>
<b>4.4.2</b>	<b>Fase 4B: Embalaje y Transporte de Subsistemas del T80.....</b>	<b>14</b>
<b>4.5</b>	<b>Fase 5: Desembalaje, Ensamblado y Verificación en el Pico del Buitre.....</b>	<b>14</b>
<b>4.5.1</b>	<b>Fase 5A: Desembalaje, Ensamblado y Verificación del ET80 en el Pico del Buitre .....</b>	<b>14</b>
<b>4.5.2</b>	<b>Fase 5B: Desembalaje, Ensamblado y Verificación del T80 en el Pico del Buitre</b>	<b>14</b>

<b>4.6 Fase 6: Inspección de Aceptación Final.....</b>	<b>14</b>
--	-----------

# 1 Introducción

El Telescopio Auxiliar T80 servirá para llevar a cabo las calibraciones necesarias para que el primer cartografiado previsto con el telescopio principal T250 pueda alcanzar los niveles de precisión requeridos. Dado que su puesta en marcha precederá a la del T250, su construcción y puesta a punto podrá servir también de banco de pruebas y de entrenamiento del personal del Observatorio, en la perspectiva del T250. El T80 deberá estar instalado en el Pico del Buitre, en el municipio de Arcos de las Salinas (Teruel, España), no más tarde de 1 año después de la firma del contrato.

Además de esa tarea central, se diversificará el uso del T80, buscando su optimización científica. Entre esas otras tareas podemos considerar:

- Detección y seguimiento de GRBs.
- Detección de planetas extrasolares por el método de los tránsitos. El campo del telescopio permite estudiar varias decenas de estrellas a la vez, en el rango  $V = 10-16$ .
- Seguimiento de Supernovas. Curvas de luz y clasificación.
- Seguimiento a largo plazo de fenómenos variables. Curvas de luz de QSOs, lentes gravitatorias, estrellas variables de largo período, estrellas binarias.
- Búsqueda de corrientes estelares extragalácticas y en nuestra Galaxia.
- Caracterización de cuerpos menores del sistema solar.

En este documento se presentan los requerimientos de funcionalidad y calidad, así como las fases e hitos del desarrollo, construcción, integración y verificación del T80 y del edificio que lo alberga, en adelante ET80.

## 2 Prescripciones Técnicas y Funcionales

### 2.1 Telescopio (T80)

En este contexto la denominación Telescopio incluye las partes ópticas, mecánico-estructurales y el sistema de control. Los valores de los diferentes parámetros son nominales, permitiéndose ligeras variaciones en el diseño final.

#### 2.1.1 Óptica

Las principales características del sistema son:

- Apertura: 80 cm (diámetro).
- Escala: 55,56"/mm.
- Campo: Mínimo requerido 110 mm (diámetro), se valorará la posibilidad de llegar a 130 mm (diámetro).
- Calidad de imagen:  $EE_{50} < 7 \mu\text{m}$  (diámetro),  $EE_{80} < 11 \mu\text{m}$  (diámetro) en todo el campo y en toda posición de apuntado dentro del rango establecido, en ambos modos de trabajo.
- Ausencia de imágenes fantasma y concentraciones de luz.
- La distorsión centro-borde se mantendrá por debajo del 1%.
- Dominio espectral de trabajo: Todo el rango óptico, 330-1000 nm.

### 2.1.2 Estructura

La montura será, de preferencia, de tipo ALT-AZ, en cuyo caso el constructor deberá proveer el derotador necesario. La estructura del T80 deberá satisfacer los siguientes requerimientos básicos:

- Soportar el sistema óptico y la instrumentación científica y, con el adecuado sistema de control, mantener su alineamiento. El telescopio podrá soportar instrumentos de hasta 75 Kg de peso (a confirmar en el proceso de diálogo). El constructor proveerá el elemento mecánico de anclaje necesario para soportar los instrumentos.
- Permitir el movimiento del telescopio en los tres grados de libertad (azimut, altura y rotación de campo) con máxima precisión y fiabilidad para hacer posible el apuntado y seguimiento de cualquier objeto astronómico con la precisión requerida.
- Disponer de un sistema de enfoque que permita su ajuste a las condiciones nominales en todo el rango de condiciones de trabajo que se especifican. El TCS deberá ser capaz de compensar el foco en tiempo real en función de parámetros tales como la Temperatura.
- Deberá ser suficientemente rígida para que se satisfagan los requerimientos de calidad óptica en todo el rango operativo, tal y como se definen luego
- Deberá ser lo más compacta posible para minimizar las dimensiones y los costos del ET80.
- Deberá tener baja inercia térmica para reducir las diferencias de temperatura entre la estructura del telescopio y el ambiente circundante, para que no se induzcan turbulencias térmicas que pudieran degradar la calidad de imagen.
- Deberá tener baja sensibilidad a la fuerza del viento para minimizar su influencia en la calidad de imagen. Para ello se utilizarán elementos estructurales que ofrezcan secciones eficaces pequeñas al flujo de aire. Aunque, en todo caso, habrá que conseguir un compromiso con los requerimientos sobre inercia térmica.
- Deberá permitir un flujo regular de aire alrededor y entre los elementos, especialmente aquellos localizados por encima del espejo primario, sin crear perturbaciones apreciables en el flujo de aire en esa área, de tal modo que se reduzcan los gradientes térmicos. Los gradientes térmicos en la estructura del telescopio no deberán causar ningún desalineamiento óptico apreciable.
- La masa de la estructura del telescopio deberá ser minimizada para reducir los costos y la inercia térmica.
- El telescopio podrá soportar sin daños de ningún tipo la actividad sísmica máxima para la zona del Pico del Buitre, según el informe del Instituto Geográfico Nacional.

El sistema satisfará los siguientes **requerimientos operativos**:

- El telescopio podrá apuntar en cualquier dirección por encima de 20° de elevación, cumpliendo todos los requisitos de calidad óptica. Por razones de mantenimiento el rango cinemático se extiende de 1° a 90° de distancia cenital.
- La velocidad de movimiento para apuntado podrá alcanzar un valor máximo de 4 grados/s, con una aceleración máxima de 1 grado/s<sup>2</sup>.
- La velocidad de seguimiento será programable hasta un máximo de 17"/s. El TCS deberá ser capaz de comandar la velocidad que se programe.
- Precisión de apuntado:
  - Absoluta:  $\leq 10''$  rms en todo el rango operativo.
  - Diferencial:  $\leq 2''$  rms para distancias de hasta 2°, en cualquier dirección,

dentro del rango operativo.

- Seguimiento:
  - El telescopio dispondrá de un sistema de autoguiado.
  - Sin autoguiado:
    - $\leq 0.25''$  rms en 15 segundos.
    - $\leq 0.50''$  rms en 5 minutos.
    - $\leq 10''$  rms en 60 minutos.
- Rango de condiciones de trabajo:
  - Velocidad de viento:
    - Plena funcionalidad:  $\leq 16$  m/s.
    - Supervivencia (con cúpula abierta):  $\leq 30$  m/s.
  - Humedad relativa  $\leq 95\%$ .
  - Rango de temperaturas:
    - Operacional (plena funcionalidad):  $-15^{\circ}\text{C} \leq T \leq 25^{\circ}\text{C}$ .
    - Funcional (funcionalidad con limitaciones):  $-20^{\circ}\text{C} \leq T \leq 30^{\circ}\text{C}$ .
- El telescopio dispondrá de sistemas de frenado en los dos ejes de movimiento y de parada de emergencia. El TCS será capaz de detectar el estado de movimiento para activar los sistemas de frenado y parada si fuese necesario. El sistema de frenado será capaz de impedir el movimiento del telescopio y tendrá capacidad para resistir el par motor máximo combinado con la carga de viento de supervivencia. El sistema de frenado deberá ser diseñado para que el sistema no sea afectado por las correspondientes maniobras de emergencia.
- Entre los límites operacionales y los fines de carrera habrá límites adicionales por *software* y *hardware* y límites interconectados. Cada eje del telescopio estará equipado en ambos extremos con un conjunto de “*switch limits*” y finales de carrera amortiguados. Estos deberán ser capaces de decelerar el telescopio desde dos veces la velocidad máxima operacional hasta la parada completa sin que el telescopio sufra ningún daño.
- El telescopio dispondrá de un sistema de bloqueo que permita mantenerlo en reposo en cualquier situación de desequilibrio. Deberá ser utilizable para tareas de montaje y desmontaje de instrumentos o partes del telescopio. Las operaciones de bloqueo y desbloqueo deberán ser fácilmente ejecutables.
- El telescopio dispondrá de un sistema auxiliar para mover el telescopio de manera manual. Este sistema estará desactivado en condiciones normales de operación y mantenimiento.
- El constructor proveerá las herramientas necesarias para el desmontaje de los espejos y su traslado hasta el exterior de la cúpula.
- La estructura del telescopio se entregará pintada con pinturas adecuadas, a convenir.
- El constructor deberá proveer los sistemas de guía de cables (*cable wrap*).
- El sistema dispondrá de un **derotador de campo**, que deberá ser suministrado por el constructor del telescopio. Como interfase entre instrumento y telescopio, deberá asegurar las siguientes funciones:
  - Montaje del instrumento. El derotador deberá ser suministrado con las características adecuadas para que su instalación y la del instrumento sean repetibles y fiables con la precisión requerida.
  - Guía de cables (*cable wrap*) para los servicios del instrumento. La posición angular de la guía será esclava de la del derotador para minimizar las cargas sobre los rodamientos del mismo.
  - Derotación del campo. Podrá moverse hacia la posición del apuntado requerido mientras se mueve el telescopio. El rango de rotación será de

+135° a -405°, con una velocidad máxima de seguimiento y de apuntado ajustada a la del eje de azimut. El error de seguimiento será  $\leq 0.15''$  rms.

## **2.2 Edificio y Cúpula (ET80)**

El edificio que albergará el telescopio y soportará la cúpula, así como el pilar del telescopio, serán diseñados y construidos para satisfacer las funciones que se detallan. El edificio del T80, ET80, comprende las estructuras en hormigón, Base y Pilar del Telescopio, el acondicionamiento e instalaciones generales y la Cúpula giratoria. El estudio geotécnico del área en donde se va a construir será provisto por el CEFCA.

El ET80 deberá proporcionar protección al telescopio tanto en modo observación como en reposo. Además de albergarlo deberá proporcionar la infraestructura requerida para la operación del telescopio, incluyendo las operaciones de mantenimiento y cambio de instrumentos, incluido el desmontaje del espejo primario para su limpieza o aluminizado. Tendrá también capacidad para albergar instrumentos auxiliares y para dar acceso a motores y otras partes tanto para su control y movimiento como para el del telescopio. Se incluirán en esta parte los sistemas de rotación y apertura de la cúpula.

El control del telescopio en modo observación se llevará a cabo desde el Edificio de Control y Servicios, descrito en el Anexo III (Ref. D\_ECSIG). El ET80 dispondrá en todo caso de una sala de control que permita su operación y control, ya sea en modo ingeniería o en modo observación.

Se definirán con precisión las condiciones de interfase y las necesidades de servicios, incluidos el de potencia, electricidad, agua, comunicaciones o cualquier otro necesario para el funcionamiento del telescopio y de la cúpula. Todas las instalaciones y servicios interiores serán provistos por el constructor.

Las funciones principales del ET80 serán:

- Con la Cúpula cerrada, proteger el telescopio y su instrumentación de las condiciones meteorológicas adversas, viento, polvo, agua o nieve y rayos, y mantener la cámara del telescopio térmicamente aislada de las condiciones exteriores.
- Con la Cúpula abierta deberá permitir que el telescopio tenga su campo de visión libre mediante una rendija de anchura suficiente.
- El ET80 deberá dar acceso al muelle de carga (que también deberá proveer el constructor) para facilitar el transporte de los espejos y de la instrumentación.
- El ET80 deberá tener la altura suficiente para que debajo de la plataforma del telescopio quede un espacio de al menos 3m de altura libre, en el que puedan habilitarse diferentes estancias para instrumentos y sala de control. También deberá disponer de sanitarios.
- La Base albergará las estancias relacionadas y proporcionará el apoyo necesario a la Cúpula y al sistema de rotación incluidos los raíles, motores, frenos y otros sistemas.
- El Pilar de soporte del Telescopio tendrá las dimensiones necesarias para asegurar el funcionamiento adecuado del telescopio. Deberá ser totalmente independiente del resto del edificio desde el punto de vista estructural.
- El ET80 deberá estar diseñado y construido de acuerdo con las normas sobre sismicidad, tomando en cuenta las características sísmicas de la zona.

En cuanto a la Cúpula giratoria, sus funciones serán las siguientes (lista no exhaustiva):

- La Cúpula deberá permitir observaciones sin obstrucciones para elevaciones superiores a 20° hasta 2° pasado el zenit.
- La rendija de la Cúpula permitirá movimientos azimutales del telescopio de hasta 2° en cada sentido sin que sea necesario girar la Cúpula.
- La Cúpula será capaz de dar giros completos alrededor del eje de azimut en las dos direcciones y deberá seguir girando hasta que reciba orden de detenerse.
- Cuando las condiciones exteriores sean adversas, la Cúpula deberá ser capaz de proteger completamente el telescopio y su instrumentación.
- La Cúpula tendrá un sistema de parada de emergencia y de cierre manual en caso de necesidad.
- La Cúpula estará motorizada (apertura/cierre, rotación) y sensorizada para permitir su control por el TCS.
- Deberán proveerse los medios para poder llevar a cabo dentro de la Cúpula las tareas de operación y mantenimiento, tales como la manipulación de los elementos ópticos (en particular, el espejo primario) y el montaje y desmontaje de instrumentos. Igualmente, se proveerán los medios para limpiar la Cúpula para impedir la acumulación de polvo.
- Las paredes exteriores de la Cúpula, así como las puertas exteriores, deberán ser recubiertas con material aislante térmico. Además, deberá presentar total estanqueidad con respecto al agua y al aire.
- Todos los elementos estructurales deberán ser limpiados y luego protegidos por una pintura resistente y de larga duración (>15 años), habida cuenta de las condiciones ambientales.
  - La protección anticorrosión deberá ser aplicada en la factoría. Si sufriera algún daño durante el transporte y ensamblaje en el Pico del Buitre, deberá ser corregido in situ.
  - Todos los rodamientos deberán ser sellados y lubricados con grasas adecuadas al rango de condiciones de trabajo estipuladas.
  - Las superficies mecanizadas deberán ser protegidas durante el transporte y almacenamiento.
- Se dispondrá de puertas al nivel de la plataforma principal tanto para personal como para instrumentos y mercancías.
- En cualquier configuración (ángulo de rotación, cerrada o abierta) la Cúpula no deberá interferir físicamente con el telescopio cualquiera que sea la orientación de éste, debiendo haber un espacio libre de al menos 1 m con respecto a las estructuras internas, considerando que el telescopio puede girar libremente sobre los dos ejes.
- Condiciones de trabajo:
  - Velocidad del viento  $\leq 16$  m/s.
  - Humedad relativa  $\leq 95\%$ .
  - Rango de temperaturas  $-15\text{ }^{\circ}\text{C} \leq T \leq 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Condiciones de supervivencia (Cúpula cerrada):
  - Velocidad del viento  $\leq 50$  m/s. *Gust* = 60 m/s.
  - Temperatura mínima =  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

## 2.3 Sistema de Control del Telescopio

El Telescopio estará dotado de un sistema de control (TCS) remoto que deberá suministrar, incluido el hardware correspondiente, el constructor del T80.



- El TCS operará en Linux/Unix. Contará con SDK y estará documentado para permitir futuras comunicaciones con otros instrumentos y futuros desarrollos independientes.
- El TCS incluirá el GUI básico para interactuar con el hardware del telescopio y estará preparado para futuros desarrollos.
- El TCS deberá comunicarse con la cúpula y conocer el estatus de la misma en cada momento. Deberá ser capaz de controlar la apertura, el cierre y el giro automático de la misma para seguir la posición del telescopio, así como detectar problemas en su funcionamiento para activar alertas y detenerla si fuese necesario.
- El TCS deberá ser capaz de comunicarse con el detector.
- El TCS deberá ser capaz de almacenar la información básica del telescopio y cúpula, incluyendo las coordenadas de apuntado (RA, DEC, AZ, ALT), el tiempo (ST, UT, JD), la masa de aire y la posición de la cúpula en una base de datos accesible, que deberá ser refrescada automáticamente cada segundo.
- El TCS será capaz de recibir y almacenar los datos de la estación meteorológica. Los sistemas de alerta meteorológica y, en su caso, el de parada del sistema con el cierre de la cúpula y parada del telescopio en su posición de reposo, deberán estar implementados.
- El TCS deberá permitir la operación remota y robótica del T80.

### **3 Requerimientos de Fiabilidad, Mantenimiento y Seguridad del Sistema**

#### **3.1 Vida del Telescopio**

El T80 será diseñado y fabricado para una vida de al menos 30 años, teniendo en cuenta un ciclo promedio de 12 horas de operación y 12 horas de reposo por día.

#### **3.2 Requerimientos Específicos de Fiabilidad**

Se define como *Fallo del Sistema* aquel evento que causa la pérdida completa de la capacidad para observar y que no puede ser reparado mediante mantenimiento correctivo en menos de 4 horas. El ET80 será diseñado y construido para que el tiempo medio entre dos *Fallos del Sistema* no sea inferior a 2 años.

Como regla general se buscará la máxima fiabilidad en todo el proceso de diseño y manufactura, mediante el uso de una metodología apropiada y revisiones. El constructor deberá mostrar la fiabilidad del sistema mediante análisis.

El sistema será diseñado y manufacturado para que las pérdidas de tiempo de observación no programadas no superen el 5% del total.

#### **3.3 Requerimientos Generales de Mantenimiento**

El T80 será operado y mantenido por el CEFCA. Se considerará como tiempo de mantenimiento el que corresponde a la jornada diurna de trabajo en el Observatorio.

Siguiendo la filosofía de los observatorios más importantes, los principales elementos a tener en cuenta en materia de mantenimiento serán:

- Se consideran tres tipos de mantenimiento:
  - *Predictivo*. Se monitoreará y estudiará el comportamiento de partes y

elementos para poder predecir su comportamiento y fallos posibles. El constructor deberá definir dichas tareas y las posibles herramientas, servicios o equipamiento necesario para llevarlas a cabo, así como el calendario.

- *Preventivo*. Deberán ser realizables por no más de dos técnicos entrenados y con un mínimo de equipamiento o herramientas especiales. El constructor deberá definir dichas tareas y las posibles herramientas, servicios o equipamiento necesario para llevarlas a cabo, así como el calendario.
- *Exhaustivo*. Se define como una operación especial de mantenimiento preventivo que requiere desmontar partes o elementos, de modo que el equipo deja de ser operativo durante ese período, con la consiguiente pérdida de tiempo de observación. En particular, uno de tales períodos se refiere al desmontado de los espejos y su transporte para ser aluminizados. Fuera de este período, las operaciones de este tipo no deberían suponer una pérdida superior a tres noches de observación y su frecuencia ser inferior a una vez cada tres años. El constructor deberá definir las tareas de este tipo.
- Las tareas de mantenimiento in situ serán minimizadas y limitadas, en la medida de lo posible, a tareas de mantenimiento preventivo.
- El trabajo de mantenimiento será llevado a cabo a nivel del sistema por intercambio de módulos cuando sea conveniente. Dichas tareas deberán ser realizables por el personal del CEFCA, nivel de técnicos, y los módulos enviados al CEFCA o a los proveedores para su reparación o sustitución. En el Observatorio se dispondrá de recambios.

### **3.4 Requerimientos de Seguridad**

En general todos los sistemas y subsistemas y todo el equipamiento deberán cumplir las normas de la legislación española y europea. En particular:

#### **3.4.1 Seguridad Eléctrica**

En general, para las instalaciones eléctricas se aplicará el “Reglamento de Baja Tensión” aprobado por REAL DECRETO 842/2002, 2 de agosto, Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51.

Los equipos eléctricos y electrónicos que se instalen en el T80 deberán ser acordes a la “Low Voltage Directive” (LVD) 2006/95/EC.

#### **3.4.2 Seguridad Mecánica**

Se deberá adoptar un margen de seguridad de 1.5 con respecto a sigma 0.2% en el diseño de todas aquellas componentes mecánicas que, si fallasen, podrían producir un riesgo inaceptable.

Los sistemas de transporte, ascensores, grúas y equipamientos similares deberán ser certificados por una agencia oficialmente reconocida.

El diseño y construcción de todos los mecanismos móviles deberán tener en cuenta los siguientes requerimientos:

- Los mecanismos móviles deberán estar equipados con interruptores limitadores y fines de carrera para controlar la extensión del movimiento y las interacciones con

otras partes móviles, que no deberán depender del software. Su estatus será reportado al TCS.

- Los fines de carera dispondrán de sistemas de amortiguación para evitar daños en los mecanismos en caso de fallo del sistema de control.
- Los mecanismos móviles deberán estar equipados con sistemas de alarma audibles.
- Los mecanismos móviles de mayor envergadura deberán estar equipados con Interruptores de Parada de Emergencia situados próximos al mecanismo en cuestión.

## 4 Plan de Trabajo y Verificaciones

En este apartado se definen las tareas y entregables que deberán ser provistas por el constructor dentro del alcance del proyecto. Dicho proyecto comprende el diseño, manufactura, verificación, transporte en su caso, implementación en el Pico del Buitre y verificación final del conjunto Telescopio y Edificio. En Telescopio se incluyen la Óptica y la Estructura y el Sistema de Control, según se ha especificado. En el Edificio se incluyen las estructuras de hormigón: Base y Pilar, las instalaciones de todo el edificio y las diferentes estancias especificadas, y el muelle de carga, según se han especificado anteriormente y la Cúpula, con su sistema de control integrado en el TCS y todos los mecanismos necesarios para su funcionamiento según especificaciones. También se incluyen los tratamientos adecuados de las superficies mecanizadas, la pintura del telescopio y de los recubrimientos exteriores del Edificio y Cúpula.

La condición de disponer del telescopio en condiciones de operación antes de finales de 2010 implica la implementación de soluciones conocidas siempre que sea posible. Se tendrán particularmente en cuenta las propuestas tendentes a minimizar los plazos de entrega, siempre dentro de los requerimientos establecidos.

El proyecto incluye dos paquetes trabajo, denominados T80WP (que corresponde al T80) y el ET80WP (que corresponde al ET80). Ambos paquetes de trabajo deberán ser desarrollados y ejecutados en paralelo a fin de que el proyecto quede completado a tiempo.

Los principales hitos del proceso se presentan a continuación. La configuración final de los mismos será definida en la fase de diálogo competitivo. El Constructor deberá incluirla en su programación. El inicio del proceso (“*kick-off meeting*”, T/0) tendrá lugar no más tarde de dos semanas tras la firma de los contratos.

Paquete de trabajo / Hito	Siglas	Duración
Inicio del proceso	T/0	-----
T80WP / Revisión del Diseño Óptico	ODR	T/0+6 semanas
ET80WP / Revisión del Diseño	DR	T/0+11 semanas
T80WP / Revisión del Diseño de la Estructura	EDR	T/0+16 semanas
T80WP / Tests de Aceptación de los Elementos Ópticos	OEA	T/0+35 semanas
ET80WP / Revisión de Aceptación Preliminar	PAR/ET	T/0+38 semanas
T80WP / Revisión de Aceptación Preliminar	PAR/T	T/0+38 semanas
ET80WP / Envío al Observatorio	DEL/ET	T/0+39 semanas
ET80WP / Revisión de Aceptación Provisional	PvAR/ET	T/0+42 semanas
T80WP / Envío al Observatorio	DEL/T	T/0+44 semanas
T80WP / Revisión de Aceptación Provisional	PvAR/T	T/0+47 semanas
T80WP & ET80WP / ACEPTACIÓN FINAL	FA/C	T/0+52 semanas

Se establecen las siguientes fases y procedimientos de verificación y validación:

## **4.1 Fase 1: Diseño**

La **Revisión del Diseño Óptico (ODR)** del T80WP se hará dentro de las 6 primeras semanas tras el “*kick-off*”.

Por otro lado, dentro de las 10 semanas siguientes al “*kick-off*”, el constructor deberá presentar el proyecto detallado de edificio y cúpula, que será sometido a un proceso de **Revisión del Diseño (DR)** del ET80WP en la siguiente semana y, en su caso, validado.

Además, en las 16 semanas siguientes al “*kick-off*” se producirá la **Revisión del Diseño de la Estructura (EDR)** del ET80WP. En ella el constructor deberá presentar un diseño definitivo del telescopio, fijando la configuración y diseño del sistema, con la óptica y sus sistemas de soporte, el tipo de montura y las dimensiones y masas del telescopio completo (óptica y estructura). El constructor presentará un análisis por elementos finitos de la estructura del telescopio que será validada por el CEFCA.

En la semana 16 se hará la Revisión conjunta del proyecto y, en su caso, la validación del mismo. Salvo discrepancias sustanciales este único proceso de revisión se considerará suficiente.

## **4.2 Fase 2: Construcción, Manufactura y Ensamblaje**

### **4.2.1 Fase 2A: Construcción, Manufactura y Ensamblaje del ET80**

#### **4.2.1.1 Obra Civil**

Durante esta fase el Constructor llevará a cabo la obra civil en el Pico del Buitre. Deberá comenzar lo antes posible para que pueda estar terminada cuando la Cúpula esté en condiciones de ser transportada al emplazamiento del Observatorio. Las obras serán inspeccionadas por el CEFCA. Se tomarán muestras de hormigón para ser analizadas.

#### **4.2.1.2 Cúpula**

Durante esta fase el Constructor deberá manufacturar o proveerse de todas las partes de la Cúpula y su sistema de control. Las operaciones de ensamblaje de subsistemas y verificación podrán llevarse a cabo directamente en el Pico del Buitre, salvo que se acuerde otra cosa.

### **4.2.2 Fase 2B: Construcción, Manufactura y Ensamblaje del T80**

#### **4.2.2.1 Manufactura y Verificación de los Componentes Ópticos**

Los componentes ópticos, espejos y lentes serán tallados y pulidos para poder satisfacer los requerimientos de calidad. Serán verificados en las instalaciones del Constructor antes de ser aceptados por el CEFCA.

Esta fase termina con la **Aceptación de los Elementos Ópticos (OEA)**.

#### **4.2.2.2 Soportes de los Elementos Ópticos y Estructura del T80**

Comprende dos subfases a desarrollar en la factoría del Constructor o en dónde se decida de mutuo acuerdo con el CEFCA:

- **Manufactura y Sub-ensamblaje.** Durante esta subfase el Constructor deberá hacer provisión de los diversos materiales y manufacturar las partes del telescopio otras que los elementos ópticos. Deberá además llevar a cabo el ensamblado de cada parte. Se inspeccionarán, al menos, los siguientes sub-ensamblajes:
  - Espejo Principal y soporte
  - Espejo Secundario, soporte y sistema de enfoque
  - Todos los demás elementos ópticos del sistema
  - El sistema de “*baffling*”
  - Los mecanismos de movimientos en los dos ejes
  - La horquilla
  - El tubo
  - El anillo superior y la araña
  - El derotador
  - Prototipo del sistema de Control de Ejes y del sistema óptico
  - Prototipo del TCS
- **Ensamblaje Crítico e Integración de las Partes.** Durante esta fase el Constructor llevará a cabo el ensamblaje de componentes críticas y su integración. Se inspeccionarán, al menos, los mismos subsistemas que en la subfase anterior.

### 4.3 Fase 3: Tests de Aceptación Preliminar

#### 4.3.1 Fase 3A: Tests de Aceptación Preliminar del ET80

Durante esta fase el Constructor llevará a cabo todos los tests y acciones correctoras necesarias para asegurar el correcto funcionamiento de todos los ensamblajes críticos, de acuerdo con los requerimientos. Al igual que la anterior, se desarrollará en la factoría del Constructor o en donde se decida de acuerdo con el CEFCA.

Esta fase se termina con la **Revisión de Aceptación Preliminar** del ET80WP (PAR/ET).

#### 4.3.2 Fase 3B: Tests de Aceptación Preliminar del T80

Durante esta fase el Constructor llevará a cabo todos los tests y acciones correctoras necesarias para asegurar el correcto funcionamiento del T80, de acuerdo con los requerimientos. Además, el Constructor deberá llevar a cabo, antes de proceder al embalado, los tests de aceptación necesarios para la Revisión de Aceptación Preliminar.

Esta fase se termina con la **Revisión de Aceptación Preliminar** del T80WP (PAR/T).

### 4.4 Fase 4: Embalaje y Transporte

#### 4.4.1 Fase 4A: Embalaje y Transporte de Subsistemas del ET80

El Constructor embalará y empaquetará en containers adecuados todas las partes y componentes del ET80 que no se manufacturen o construyan in situ, para que sean transportadas al Pico del Buitre. Las dimensiones de los containers serán escogidas de modo que el transporte hasta el sitio del Observatorio pueda llevarse a cabo utilizando los accesos existentes.

Esta fase concluye con el **Envío al Observatorio** de los componentes del ET80WP, su adecuada recepción y alojamiento (DEL/ET).

#### **4.4.2 Fase 4B: Embalaje y Transporte de Subsistemas del T80**

Esta fase comenzará con el desensamblado parcial del telescopio, tras lo cual el Constructor embalará y empaquetará en containers adecuados todas las partes y componentes del T80 que no se manufacturen o construyan in situ, para que sean transportadas al Pico del Buitre. Las dimensiones de los containers serán escogidas de modo que el transporte hasta el sitio del Observatorio pueda llevarse a cabo utilizando los accesos existentes.

Esta fase concluye con el **Envío al Observatorio** de los componentes del T80WP, su adecuada recepción y alojamiento (DEL/T).

#### **4.5 Fase 5: Desembalaje, Ensamblado y Verificación en el Pico del Buitre**

##### **4.5.1 Fase 5A: Desembalaje, Ensamblado y Verificación del ET80 en el Pico del Buitre**

Esta fase comprenderá el desembalaje en el sitio del Observatorio de todas las partes manufacturadas fuera del Pico del Buitre, así como su posterior ensamblaje e integración con las que hayan sido construidas in situ, para completar el ET80WP. Ello incluye la Base, la Cúpula, el correspondiente sistema de control (ECS), los diferentes mecanismos y todas las instalaciones interiores. El Constructor deberá llevar a cabo los tests de aceptación para confirmar la funcionalidad, tanto del hardware tras el transporte y ensamblaje in situ, como de todo el sistema en su conjunto. En caso de que alguna parte no funcionase adecuadamente, el Constructor deberá diagnosticarla y reparar el fallo.

La Fase 5A termina con la **Revisión de Aceptación Provisional (PvAR/ET)** del ET80WP. El Constructor deberá planificar el trabajo y tomar todas las medidas de modo que esta fase culmine varias semanas antes de la fecha prevista para que el T80 sea transportado al sitio del Pico del Buitre.

##### **4.5.2 Fase 5B: Desembalaje, Ensamblado y Verificación del T80 en el Pico del Buitre**

Esta fase comprenderá el desembalaje de todas las partes del T80 en el sitio del Observatorio, así como su posterior ensamblaje e integración, para tener un telescopio funcionando nominalmente en el sitio del Pico del Buitre. El Constructor deberá llevar a cabo los tests de aceptación para confirmar la funcionalidad del hardware tras el transporte y ensamblaje in situ. En caso de que alguna parte no funcionase adecuadamente, el Constructor deberá diagnosticarla y reparar el fallo.

La Fase 5B termina con la **Revisión de Aceptación Provisional (PvAR/T)** del T80WP.

#### **4.6 Fase 6: Inspección de Aceptación Final**

Terminada la Fase 5, incluyendo las subfases A y B, se procederá a la **Inspección de Aceptación Provisional** de los paquetes T80WP y ET80WP conjuntamente, y de su integración para demostrar la funcionalidad de todo el sistema. Una vez verificada la funcionalidad con observaciones reales se procederá a la **Aceptación Final (FA/C)**.

El constructor deberá aportar las herramientas auxiliares necesarias para las tareas de

ajuste y mantenimiento de todo el sistema, incluidas las necesarias para desmontar los espejos y transportarlos hasta el muelle de carga del edificio.

El sistema deberá estar documentado de manera exhaustiva, incluyendo planos, esquemas y descripciones, de modo que sean inmediatamente posibles las tareas de mantenimiento y ajustes por parte del personal del Observatorio Astrofísico de Javalambre.

Todos los documentos deberán estar escritos en inglés.