



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Grado en Ingeniería Aeroespacial

Trabajo Final de Grado

---

# Diseño de Sistema de Control Robótico para un Puesto de Soldadura con Medición 3D Asistida por CAD.

---

PLIEGO DE CONDICIONES

**Autor:**

Guillermo García-España Brines

**Director:**

Sergio García-Nieto Rodríguez

**Codirectores:**

Alfredo Rosado Muñoz

Antonio Valls Obrer

JULIO 2017





# Índice general

<b>1. Descripción de las obras.</b>	<b>1</b>
1.1. Unidades de obra . . . . .	1
1.1.1. Desarrollo e instalación del automatismo . . . . .	1
1.1.2. Disposición e implemetación de hardware . . . . .	1
1.1.3. Diseño y realización de tests y resultados . . . . .	2
<b>2. Condiciones generales.</b>	<b>3</b>
2.1. Disposiciones generales . . . . .	3
2.1.1. Documentación del contrato de obra . . . . .	3
2.2. Condiciones generales facultativas . . . . .	3
2.2.1. Funciones a desarrollar por el contratista . . . . .	3
2.2.2. Funciones a desarrollar por el ingeniero director . . . . .	5
2.2.3. Libro de Órdenes . . . . .	6
2.3. Condiciones generales de la ejecución . . . . .	6
2.3.1. Ritmo de las obras . . . . .	6
2.3.2. Orden de los trabajos . . . . .	6
2.3.3. Ampliación del proyecto por causas imprevistas . . . . .	6
2.3.4. Prórroga por causas de fuerza mayor . . . . .	6
2.3.5. Condiciones generales de ejecución de los trabajos . . . . .	6
2.3.6. Trabajos defectuosos . . . . .	7
2.3.7. Defectos ocultos . . . . .	7
2.3.8. Procedencia de materiales y aparatos . . . . .	7
2.3.9. Materiales defectuosos . . . . .	7
2.3.10. Pruebas y ensayos . . . . .	7
2.3.11. Obras sin prescripciones . . . . .	7
2.3.12. Recepción . . . . .	8
2.4. Condiciones generales económicas . . . . .	9
2.4.1. Principio general . . . . .	9
2.4.2. Fianzas . . . . .	9
2.4.3. Precios . . . . .	9
2.4.4. Valoración de los trabajos . . . . .	10
2.4.5. Penalizaciones . . . . .	12
2.5. Condiciones legales generales . . . . .	12
2.5.1. El contratista . . . . .	12
2.5.2. El contrato . . . . .	13
2.5.3. Arbitraje . . . . .	13
<b>3. Condiciones Particulares.</b>	<b>15</b>

- 3.1. Condiciones técnicas particulares . . . . . 15
  - 3.1.1. Grupo 1: Desarrollo e instalación del automatismo . . . . . 15
    - 3.1.1.1. Conocimiento del software previo . . . . . 16
    - 3.1.1.2. Programación de la aplicación . . . . . 16
    - 3.1.1.3. Programación del PLC . . . . . 16
  - 3.1.2. Grupo 2: Disposición e implemetación de hardware . . . . . 16
    - 3.1.2.1. Montaje del controlador . . . . . 16
    - 3.1.2.2. Montaje del sistema computador . . . . . 17
    - 3.1.2.3. Montaje del computador principal . . . . . 17
    - 3.1.2.4. Montaje del módulo de entradas y salidas del usuario . . . . . 17
      - 3.1.2.4.1. Módulos de entrada . . . . . 17
      - 3.1.2.4.2. Módulo de salida . . . . . 17
  - 3.1.3. Grupo 3: Diseño y realización de tests y resultados . . . . . 18
    - 3.1.3.1. Pruebas de seguimiento de referencias . . . . . 18
    - 3.1.3.2. Tratamiento de datos obtenidos . . . . . 18
- 3.2. Condiciones económicas particulares . . . . . 18
- 3.3. Condiciones legales particulares . . . . . 18
  - 3.3.1. Perfil del contratista . . . . . 18
  - 3.3.2. Criterios de adjudicación . . . . . 19
  - 3.3.3. Plazos . . . . . 19

---

# Capítulo 1

## Descripción de las obras.

El pliego de condiciones que sigue hace referencia a las especificaciones técnicas, legales y económicas para la ejecución del presente proyecto. En este apartado únicamente se enumeran las obras a ejecutar, estando las mismas descritas con mayor detalle en los siguientes capítulos del documento.

### 1.1. Unidades de obra

Las obras a ejecutar se agrupan del siguiente modo:

- Desarrollo e instalación del automatismo.
- Disposición e implemetación de hardware.
- Diseño y realización de tests y resultados.

#### 1.1.1. Desarrollo e instalación del automatismo

Este grupo funcional comprende la programación de la aplicación que se va a ejecutar en el sistema desarrollado. El software desarrollado abarca la parte de control automático (diseño del PLC) utilizado.

- Programación del PLC
- Programación del brazo robótico

#### 1.1.2. Disposición e implemetación de hardware

Este grupo funcional comprende la instalación de los elementos necesarios para la monitorización y control completo del brazo robótico. Las unidades de obra correspondientes son:

- Montaje, configuración y comunicación del laser tracker.
- Montaje, configuración y comunicación del PLC.
- Montaje, configuración y comunicación del brazo robótico.

### 1.1.3. Diseño y realización de tests y resultados

Este grupo funcional comprende la realización de diversas pruebas a las que el proceso debe someterse para asegurar el correcto funcionamiento del mismo. Las unidades de obra correspondientes son:

- Pruebas de seguimiento de referencias.
- Tratamiento de datos obtenido.

---

# Capítulo 2

## Condiciones generales.

### 2.1. Disposiciones generales

La finalidad de este apartado es regular la ejecución de las obras, delimitando las tareas que corresponden al constructor, al dueño de la obra, al ingeniero y aparejador, así como las relaciones entre todos ellos. En él se recogen los aspectos legales del proyecto y se fijan las condiciones que regirán la ejecución y puesta en marcha del mismo: características de los materiales, técnicas a emplear en la ejecución, controles de calidad exigidos, normas y leyes que rigen el proyecto. Constituye la especificación de carácter facultativo, económico y legal que regirá en el desarrollo de las obras.

#### 2.1.1. Documentación del contrato de obra

El contrato de obra se encuentra formado por los siguientes documentos:

- Condiciones fijadas en el documento de contrato.
- Pliego de condiciones técnicas particulares.
- El presente pliego general de condiciones.
- El resto de documentación del proyecto.

Las órdenes e instrucciones de la dirección de la obra se incorporan al proyecto como interpretación o precisión de éste. En cada documento las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos la cota prevalece sobre la medida a escala.

### 2.2. Condiciones generales facultativas

En este apartado se describen y regulan las relaciones entre la contrata y la dirección facultativa para ejecución de las obras.

#### 2.2.1. Funciones a desarrollar por el contratista

Corresponde al contratista de las obras:

- Organizar los trabajos, elaborar planos de obra que se precisen y autorizar las instalaciones provisionales y auxiliares de la obra.



- Observar la normativa vigente en cuanto a seguridad e higiene en el trabajo y velar por su cumplimiento.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales utilizados, rechazando aquellos que no cuenten con las garantías exigidas por la normativa vigente o el presente pliego de condiciones.
- Poseer el libro de órdenes y seguimiento de la obra. Registrar todas las anotaciones que en él se efectúen a fin de que sean llevadas a cabo.
- Facilitar a la dirección facultativa los materiales para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar los certificados parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

*Derechos y obligaciones:*

- Conocer las leyes y verificar los documentos del proyecto. El constructor deberá indicar que la documentación del proyecto le resulta suficiente para la comprensión de la obra o solicitar aclaraciones pertinentes.
- Elaborar el plan de seguridad e higiene para la aprobación por parte de la dirección facultativa.
- Habitar en la obra oficinas para la consulta de planos y para los trabajos de la dirección facultativa. En dichas oficinas estará la licencia de obras, el proyecto de ejecución completo, el libro de órdenes, el plan de seguridad e higiene, el libro de incidencias y la documentación de los seguros contratados.
- El constructor debe comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra el cual asumirá las funciones planas del constructor.
- El jefe de obra, o sus encargados, han de estar presente durante la jornada de trabajo y acompañar al ingeniero o aparejador en las visitas a las obras, poniéndose a disposición de estos y suministrando los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.
- La contrata debe ejecutar los trabajos necesarios para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando éstos no se hallen expresamente determinados, siempre que lo disponga el ingeniero dentro de los límites de las posibilidades de los presupuestos. Requiere reformado del proyecto con consentimiento de la propiedad toda variación que suponga el incremento de los precios de alguna unidad de obra en más del veinte por ciento (20 %), o del total del presupuesto en un diez por ciento (10 %).
- Las aclaraciones, interpretaciones y modificaciones de los preceptos del pliego de condiciones o de las indicaciones de los planos se comunicarán por escrito al constructor, debiendo éste devolver los originales comunicando el enterado mediante su firma al pie de todas las instrucciones, avisos u órdenes que reciba.
- El constructor podrá requerir del ingeniero o del aparejador o ingeniero técnico cuantas instrucciones o aclaraciones precise para la correcta ejecución del proyecto. Asimismo

recibirá solución a los problemas técnicos no previstos en el proyecto que se pudieran presentar durante la ejecución de las obras.

- Las reclamaciones del contratista contra órdenes o instrucciones de la dirección facultativa las presentará ante la propiedad a través del ingeniero, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en el pliego de condiciones correspondiente. Contra disposiciones de orden técnico no podrá interponer reclamación alguna, pudiendo el contratista a fin de salvar su responsabilidad exponer razonablemente al ingeniero, el cual puede limitar su contestación al acuse de recibo.
- El contratista no podrá recusar al ingeniero, aparejador o ingeniero técnico o personal encargado por estos para el control de las obras, ni pedir la designación de otros facultativos para los reconocimientos o mediciones.
- En caso de desobediencia, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de las obras, el ingeniero puede requerir al contratista que aparte a los operarios causantes de la perturbación.
- El contratista puede subcontratar capítulos o unidades de obra con sujeción a lo estipulado en el pliego de condiciones y sin perjuicio de sus obligaciones como contratista general de la obra.
- El contratista no iniciará una unidad de obra sin la autorización de la dirección.
- El contratista está obligado a cumplir las indicaciones del libro de órdenes.

### 2.2.2. Funciones a desarrollar por el ingeniero director

Es el máximo responsable de la ejecución del proyecto, decide sobre el comienzo, ritmo y calidad de los trabajos. Velará por el cumplimiento de los mismos y por las condiciones de seguridad del personal de la obra. Las funciones que corresponden al ingeniero director son:

- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras las veces que la naturaleza y complejidad de las mismas requieran a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las instrucciones necesarias.
- Coordinar la intervención en obra de otros técnicos.
- Aprobar certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Preparar la documentación final de la obra, expedir y suscribir junto con el aparejador o ingeniero técnico el certificado final de la misma.
- Comprobar instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo.
- Ordenar y dirigir la ejecución con arreglo al proyecto, normas técnicas y reglas de la buena construcción.
- Realizar o disponer de las pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según el plan de control, así como los controles necesarios para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable.

- Informar al constructor de los resultados de las pruebas e impartir, en su caso, las órdenes oportunas.
- Planificar el control de calidad y el control económico de las obras.

### **2.2.3. Libro de Órdenes**

Es obligatoria la existencia a pie de obra de un libro de órdenes e incidencias, visado por los colegiados profesionales correspondientes donde se recogerán las órdenes y modificaciones que se dicten en cada momento.

## **2.3. Condiciones generales de la ejecución**

### **2.3.1. Ritmo de las obras**

El instalador o contratista iniciará las obras en el plazo marcado por el pliego de condiciones particulares, desarrollándolas para que queden ejecutados los trabajos dentro de los periodos parciales establecidos y así ejecutar la obra dentro del plazo exigido en el contrato. El contratista dará cuenta por escrito al ingeniero del comienzo de los trabajos con, al menos, tres días de antelación.

### **2.3.2. Orden de los trabajos**

La determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo en casos que por circunstancias técnicas estime conveniente su variación la dirección facultativa.

### **2.3.3. Ampliación del proyecto por causas imprevistas**

Cuando haya que ampliar el contrato, bien por motivos imprevistos o razones de fuerza mayor, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el ingeniero en cuanto se formule o tramita el proyecto reformado. El constructor deberá realizar los trabajos necesarios de carácter urgente, anticipando ese servicio, el cual le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente.

### **2.3.4. Prórroga por causas de fuerza mayor**

Si por causas de fuerza mayor o independiente de la voluntad del constructor no pudiesen iniciarse las obras, o fuesen suspendidas o no se acabasen en los plazos prefijados, se otorgará una prórroga para el cumplimiento de la contrata previo informe favorable del ingeniero.

### **2.3.5. Condiciones generales de ejecución de los trabajos**

Los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al proyecto, a las modificaciones del mismo que hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que entreguen por escrito bajo su responsabilidad el ingeniero o el aparejador o ingeniero técnico.

### **2.3.6. Trabajos defectuosos**

El constructor deberá emplear materiales que cumplan con las condiciones exigidas en las condiciones técnicas generales y particulares del pliego de condiciones y realizar los trabajos de acuerdo con lo especificado en el pliego. Hasta la recepción definitiva es el responsable de la ejecución y de los defectos derivados de una mala ejecución. Por esto, cuando el aparejador o ingeniero técnico advierta defectos en los trabajos, o que los materiales o los dispositivos colocados no reúnen las condiciones exigibles, entonces antes de la recepción de la obra podrá disponer la reposición de las partes defectuosas.

### **2.3.7. Defectos ocultos**

Si el aparejador tiene fundadas razones para creer en la existencia de defectos ocultos de construcción, ordenará efectuar antes de la recepción definitiva los ensayos que crea conveniente para reconocer los trabajos que suponga defectuosos. Pagará los ensayos el constructor si existe y la propiedad si no existe éste.

### **2.3.8. Procedencia de materiales y aparatos**

El constructor se proveerá de materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezcan convenientes excepto en los casos en que el pliego de condiciones preceptúe una procedencia determinada. El constructor deberá informar al aparejador de la idoneidad y procedencia de los mismos. A petición del ingeniero, el constructor presentará muestras de los materiales.

### **2.3.9. Materiales defectuosos**

El ingeniero a instancias del aparejador dará orden al constructor de sustituir los materiales y aparatos defectuosos por otros que satisfagan las condiciones de calidad exigidas en el presente pliego de condiciones. Si el constructor no los retirara lo hará la propiedad, cargando los gastos a la contrata.

### **2.3.10. Pruebas y ensayos**

Los gastos ocasionados por pruebas y ensayos corren por cuenta de la contrata, pudiéndose repetir aquellos que no ofrezcan las suficientes garantías. Los ensayos para cada instalación se encuentran especificados en el capítulo de cada instalación.

### **2.3.11. Obras sin prescripciones**

En aquellos trabajos para los que no existan prescripciones en el presente pliego ni en la documentación restante, el constructor se atenderá a las instrucciones que dicte la dirección facultativa.

### **2.3.12. Recepción**

#### **Recepción provisional**

Tres días antes de dar fin a las obras, el ingeniero comunicará a la propiedad la proximidad de la terminación a fin de convenir la fecha para el acto de recepción provisional. Ésta se realiza con la participación de la propiedad, el aparejador, el constructor y el ingeniero. Se practicará un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta para cada interviniente firmada por todos ellos. Desde esta fecha corre el periodo de garantía si las obras son admitidas. Seguidamente los técnicos de la dirección facultativa extenderán el certificado de final de la obra. En caso de estar acabado se darán las instrucciones para remediar los defectos, fijando un plazo para subsanarlos, pasado el cual se hará un nuevo reconocimiento.

#### **Documentación final de la obra**

El ingeniero director facilitará a la propiedad la documentación final con las especificaciones y contenidos dispuestos por la legislación vigente.

#### **Medición definitiva y liquidación provisional**

Recibidas las obras, se procederá por parte del aparejador a su medición definitiva, con la existencia del constructor. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado, que aprobada por el ingeniero con su firma servirá para el abono por parte de la propiedad del saldo resultante menos la cantidad retenida como fianza.

#### **Recepción definitiva**

Se verificará después del plazo de garantía, el cual se especifica en el pliego de condiciones particulares y nunca será inferior a nueve meses. A partir de esta fecha cesa la obligación del constructor de reparar desperfectos propios de la normal conservación de la obra.

#### **Prórroga de garantía**

Si la obra no se encuentra en las condiciones debidas se aplazará la recepción definitiva. El ingeniero director indicará al constructor los plazos para realizar las obras necesarias. De no cumplirse estos plazos perderá la fianza.

#### **Recepciones de trabajos cuya contrata ha sido rescindida**

En caso de resolución del contrato, el contratista deberá retirar las herramientas, medios auxiliares, etcétera, en el plazo indicado en el pliego de condiciones y dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa. Los trabajos terminados se recibirán provisionalmente, y definitivamente una vez transcurrido el periodo de garantía.

## 2.4. Condiciones generales económicas

### 2.4.1. Principio general

En este apartado se describen y regulan las relaciones económicas entre la propiedad y la contrata, así como la función de control de la dirección facultativa. Todos los intervinientes en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractuales establecidas. La propiedad, el contratista y los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

### 2.4.2. Fianzas

La fianza es el porcentaje del valor total de las obras que debe depositar la contrata como garantía a la firma del contrato. El contratista presentará las siguientes fianzas:

- Depósito en metálico o aval bancario por importe del diez por ciento (10 %) del precio total de la contrata, salvo especificación contraria en el contrato.
- Retención de un cinco por ciento (5 %) en las certificaciones parciales o pagos que se van librando.

Con cargo a la fianza se aplican las penalizaciones por demoras y las reparaciones con cargo a la contrata. Si el contratista se negase a realizar los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el ingeniero en representación del propietario ordenará su ejecución a un tercero, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones que el propietario lleve a cabo en caso de que el importe de la fianza no cubra el importe de los gastos. La fianza será devuelta al contratista en un plazo inferior a 30 días después de firmar el acta de recepción definitiva de la obra. La propiedad podrá exigir que el contratista acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la misma.

### 2.4.3. Precios

#### Composición de los precios

El cálculo de los precios es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Los costes directos son:

- Mano de obra con pluses, cargas y seguros sociales que intervienen directamente.
- Los materiales a los precios resultantes a pie de obra que sean necesarios para su ejecución.
- Equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para prevención y protección de accidentes.
- Gastos de personal, combustible y energía derivados del funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.

- Gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos.

Los costes indirectos son:

- Gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, seguros, personal administrativo adscrito a la obra. Se cifran como porcentaje de los costes directos e indirectos.

El beneficio industrial:

- El beneficio del contratista se establece en un seis por ciento (6 %) sobre la suma de las anteriores partidas.
- Precio de ejecución material.
- El resultado obtenido por la suma de las anteriores partidas exceptuando el beneficio industrial.

El precio de contrata:

- Es la suma de costes directos, indirectos y beneficio industrial. El IVA se aplica a este precio pero no lo integra.

### **Precios contradictorios**

Se producen cuando la propiedad mediante el ingeniero introduce unidades o cambios de calidad en algunas de las unidades previstas o bien es necesario afrontar situaciones imprevistas. El contratista está obligado a efectuar los cambios. El precio se resolverá entre el contratista y el ingeniero antes de comenzar la ejecución de los trabajos. Si el contratista no reclama los precios antes de la firma del contrato, no podrá reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro de presupuesto que sirve de base para la ejecución.

### **Revisión de precios contratados**

No se admite la revisión de los precios si el incremento de los mismos en las unidades que faltan por realizar no alcanza un montante superior al tres por ciento (3 %) del valor total del presupuesto del contrato. Ante variaciones al alza se efectúa la revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el pliego de condiciones particulares. El contratista percibe la diferencia que resulte por variación del IPC superior al tres por ciento (3 %). Se aplicará alguna de las fórmulas de revisión propuestas en la Ley de Contratos del Estado.

#### **2.4.4. Valoración de los trabajos**

##### **Formas de abono**

Salvo indicación contraria en el pliego de condiciones particulares, el abono de los trabajos se efectuará de una de las siguientes formas:

- Tipo fijo tanto alzado por unidad de obra, con el precio invariable fijado de antemano, pudiendo variar únicamente el número de unidades ejecutadas previa medición y aplicando al total de unidades de obra ejecutadas el precio fijado.

- Tanto variable por unidad de obra, según las condiciones en que se realice y los materiales empleados en su ejecución de acuerdo con las órdenes del ingeniero director.
- Mediante listas de jornales y recibos de materiales realizados en la forma que el pliego general de condiciones económicas determina.
- Por hora de trabajo según las condiciones determinadas en el contrato.

### **Certificaciones**

En cada fecha que se indique en el contrato o en los pliegos de condiciones particulares, el contratista formará una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos según las mediciones efectuadas por el aparejador.

El contratista puede presenciar las mediciones necesarias para la elaboración de la relación, así mismo, el aparejador o ingeniero técnico enviará al contratista los resultados de las mediciones para que éste los examine y los devuelva firmados con su conformidad o efectuar las oportunas reclamaciones. El ingeniero aceptará o rechazará las reclamaciones dando cuenta al contratista de su resolución, pudiendo éste reclamar al propietario contra la resolución del ingeniero.

A partir de la relación valorada, el ingeniero expedirá la certificación de obras ejecutadas. La certificación se remitirá al propietario en el periodo de un mes posterior al que referencia la certificación y tendrá el carácter de documento sujeto a variaciones derivadas de la liquidación final, no suponiendo dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

### **Mejora de obras**

Cuando el contratista, incluso con la autorización del ingeniero director, emplee materiales de mayor calidad, fábrica de mayor precio u obra de mayores dimensiones, únicamente tendrá derecho a percibir lo que le corresponde en caso de haber construido la obra con sujeción a lo proyectado o adjudicado.

### **Pagos**

Los pagos los efectuará el propietario en los plazos previamente establecidos y su importe corresponderá al de las certificaciones de obra conformadas por el ingeniero director.

### **Trabajos ejecutados durante el periodo de garantía**

El abono de estos trabajos se procederá de la siguiente forma:

- Si los trabajos están especificados en el proyecto y no fueron realizados a su debido tiempo, estos serán valorados a los precios que figuren en el presupuesto y abonados de acuerdo a lo establecido en el proyecto.
- Si los trabajos tienen como objetivo la reparación de desperfectos ocasionados por el uso, éstos se abonarán a los precios del día previamente acordados.



- Si el objeto de los trabajos es la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencias de la instalación o de la calidad de los materiales, no se abonará nada al contratista.

### **2.4.5. Penalizaciones**

Existen 3 tipos de penalizaciones: por demora en la ejecución, por incumplimiento de contrato y por demora de pagos.

#### **Por retraso no justificado en el plazo de terminación**

La indemnización por retraso no justificado en la terminación de las obras se establecerá en un cinco por ciento (5 %) del importe total de los trabajos contratados por día natural de retraso a partir del día de terminación fijado. Esta cantidad será descontada y retenida con cargo a la fianza. No se computan como días perdidos los debidos a razones de fuerza mayor como huelgas, catástrofes o causas administrativas.

#### **Penalización por incumplimiento de contrato**

Se establecerá en las condiciones del contrato una penalización por incumplimiento de contrato o mala ejecución de los trabajos.

#### **Demora en los pagos**

Si el propietario no efectuase el pago dentro del mes siguiente al plazo convenido, el contratista tendrá el derecho de percibir el abono de un cuatro y medio por ciento anual en concepto de intereses de demora. Si pasasen dos meses a partir del término de dicho plazo, el contratista tiene derecho a la resolución del contrato, precediéndose a la liquidación de las obras ejecutadas y materiales acopiados.

## **2.5. Condiciones legales generales**

Ambas partes se comprometen en sus diferencias al arbitrio de amigables componedores.

### **2.5.1. El contratista**

El contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos del proyecto excluida la memoria. Por tanto está obligado a deshacer y volver a hacer todo lo mal ejecutado durante las obras aunque estas partidas hayan sido abonadas. Asimismo, se obliga a lo establecido en la ley de contratos de trabajo y dispuesto en la de accidentes de trabajo, subsidio familiar y seguros sociales.

El contratista se responsabiliza de los accidentes que se produzcan por inexperiencia o descuido donde se efectúan las obras y en las contiguas. Será el único responsable y correrá de su cuenta el abono de las indemnizaciones puesto que se excluyen en los precios los gastos para seguros y medidas de seguridad.

Corre a cargo de la contrata el pago de impuestos y arbitrios municipales cuyo abono deba efectuarse durante el tiempo de ejecución de las obras y por concepto inherente a las obras.

El contratista tiene derecho, a su costa, de sacar copias de planos, presupuestos, pliego de condiciones y demás documentos del proyecto.

Serán causas de recesión del contrato:

- Muerte o incapacidad del contratista
- La quiebra del contratista
- Alteraciones del contrato por:
  - Modificaciones del proyecto con alteraciones fundamentales a juicio del ingeniero director, y siempre que alguna modificación represente como mínimo el cuarenta por ciento (40 %) del valor de alguna de las unidades del proyecto modificadas.
  - Modificación de las unidades de obra, siempre que representen el cuarenta por ciento (40 %) como mínimo de alguna de las unidades modificadas.
- La suspensión de la obra comenzada y el no comienzo de las obras en tres (3) meses a partir de la adjudicación. Se procederá a devolver la fianza.
- No comenzar los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones del contrato o del proyecto.
- El incumplimiento de las condiciones del contrato cuando suponga descuido o mala fe con perjuicio de los intereses de la obra.
- El abandono de la obra sin causa justificada.

### **2.5.2. El contrato**

El contrato se establece entre la propiedad o promotor y el contratista. Existen varias modalidades:

- A precio alzado: se estipula una cantidad para las obras que no se modificará aunque el volumen de las obras se modifique.
- Contrato por unidades de obra.

### **2.5.3. Arbitraje**

En casos de litigio o desavenencia entre la propiedad y la contrata se recurrirá en primer lugar a la dirección facultativa de la obra. En caso que el desacuerdo subsista, cada parte nombrará un perito, sometiéndose las partes al acuerdo entre éstos. En última instancia se acudirá a los tribunales.



---

## Capítulo 3

# Condiciones Particulares.

En este capítulo se pretende describir las condiciones técnicas, económicas y legales a las que se ha de someter el proyecto.

### 3.1. Condiciones técnicas particulares

Se procede a explicar las características que han de tener los materiales necesarios, los controles de calidad, así como las pruebas y ensayos a las que se verán sometidos.

Se organiza este apartado mediante la estructura en grupos de unidades de obra. Para la realización de una unidad de obra es necesario que se hayan cumplido todas las unidades de obra que le preceden.

Atendiendo a esta organización, las obras se agrupan como se muestra a continuación:

- Desarrollo e instalación del automatismo:
  - Programación del PLC
  - Programación del brazo robótico
- Disposición e implemetación de hardware:
  - Montaje, configuración y comunicación del laser tracker.
  - Montaje, configuración y comunicación del PLC.
  - Montaje, configuración y comunicación del brazo robótico.
- Diseño y realización de tests y resultados:
  - Pruebas de seguimiento de referencias.
  - Tratamiento de datos obtenido.

#### 3.1.1. Grupo 1: Desarrollo e instalación del automatismo

En este grupo se detallarán las unidades de obra relacionadas con los softwares empleados.

#### **3.1.1.1. Conocimiento del software previo**

Se estudiará con detenimiento la aplicación previa utilizada para el diseño de controles robóticos en procesos de soldadura.

#### **3.1.1.2. Programación de la aplicación**

Se creará un GRAFCET con las siguientes características:

- Selección del modo del proceso: Marcha continua o un ciclo.
- Introducción de los parámetros del ciclo de soldadura.
- Configuración del PLC.
- Configuración de las comunicaciones digitales del PLC y el robot.
- Posibilidad de exportar datos del experimento.
- Paradas de pausa y emergencia.
- Configuración de reinicio tras parada.

Trás la finalización de la aplicación se entregará el código fuente para que el cliente pueda continuar con su desarrollo y hacer los cambios que estime convenientes.

#### **3.1.1.3. Programación del PLC**

Se creará un bloque específico en la aplicación para intriducir el algoritmo de programación del PLC.

Trás la finalización del desarrollo se entregará el código fuente del programa para que se pueda seguir desarrollando éste.

### **3.1.2. Grupo 2: Disposición e implemetación de hardware**

En este grupo se detallará el montaje del prototipo de brazo robótico a utilizar. Se describe el montaje de cada elemento así como las comunicaciones necesarias para el control desde el ordenador.

#### **3.1.2.1. Montaje del controlador**

El controlador robótico deberá montarse según las especificaciones del fabricante, mostrando especial atención en la alimentación y colocación de nuestros elementos. Los elementos que forman el controlador son:

- Módulo de potencia.
- Transformador.
- Sistema computador.
- Computador principal.
- Módulo de entradas y salidas del usuario.

#### **3.1.2.2. Montaje del sistema computador**

Se montará un sistema computador con las siguientes características:

- Dos canales DeviceNet Master/Slave
- Dos canales Profibus DP Master/Slave
- Dos canales Interbus Master/Slave
- Ethernet IP Master/Slave

El montaje del sistema computador se llevará a cabo según las instrucciones del fabricante.

#### **3.1.2.3. Montaje del computador principal**

Se montará un panel de control con las siguientes características:

- Intel Celeron 1.2 GHz ( 6 veces S4Cplus).
- 64 MB DRAM (2 veces S4Cplus), ampliable a 512 MB.
- Capacidad de cálculo simultáneo para 36 ejes.
- Operaciones simultáneas con hasta 7 canales Ethernet 10/100 Mbps.

#### **3.1.2.4. Montaje del módulo de entradas y salidas del usuario**

##### **3.1.2.4.1 Módulos de entrada**

Se montarán dos módulos de entradas con las siguientes características:

- 16 entradas digitales.
- Voltaje de entrada de 24 V.
- Intensidad de entrada de 4 mA.
- Montaje en el carril DIN 35 mm.
- Dimensiones 45 x 100 x 75 mm
- Rango de temperatura [-20 – 60 °C]

El montaje de los módulos de entrada se llevará a cabo según las especificaciones del fabricante.

##### **3.1.2.4.2 Módulo de salida**

Se montará un módulo de salida con las siguientes características:

- 8 salidas digitales.
- Voltaje de entrada de 24 V.
- Salida de corriente permanente de 0,5 A.
- Montaje en el carril DIN 35 mm.
- Dimensiones 45 x 100 x 75 mm

- Rango de temperatura  $[-20 - 60\text{ }^{\circ}\text{C}]$

El montaje del módulo de salida se llevará a cabo según las especificaciones del fabricante.

### 3.1.3. Grupo 3: Diseño y realización de tests y resultados

Finalmente, es de suponer que algunas unidades de obra han sido ejecutadas según los objetivos previstos del proyecto y cumplen su función de forma satisfactoria.

#### 3.1.3.1. Pruebas de seguimiento de referencias

Se lleva a cabo un experimento para comprobar que el algoritmo desarrollado lleva al robot a los lugares donde debe realizar la soldadura. Se comprueba para cada uno de los puntos tanto en simulación de marcha continua como de un paso.

#### 3.1.3.2. Tratamiento de datos obtenidos

En esta unidad de obra se tratarán los datos obtenidos de las pruebas anteriores, de tal forma que puedan ser utilizados por Matlab para la realización de simulaciones, gráficos y obtención de resultados.

## 3.2. Condiciones económicas particulares

La duración del contrato será de un año. El pago al contratista se realizará en cuatro plazos. El primero se efectuará en el momento de la firma del contrato y su cuantía será del cuarenta por ciento (40 %) del precio fijado para la realización del proyecto. El segundo y tercer pago se abonarán en el cuarto y octavo mes respectivamente, contados desde la fecha del primer pago. La cuantía a abonar en cada caso será el veinte por ciento (20 %) del precio total fijado. El último pago se formalizará tres meses después de la expiración del contrato. Se deberá abonar el veinte por ciento (20 %) restante del precio total. Este último abono en diferido supondrá una garantía al promotor del proyecto en el caso de que una vez finalizado el contrato se detecten errores de fabricación del producto.

## 3.3. Condiciones legales particulares

### 3.3.1. Perfil del contratista

Para que el contratista pueda optar a la adjudicación del contrato del presente proyecto, deberá satisfacer, además de lo expuesto en el apartado uno, los siguientes requisitos mínimos:

- El precio propuesto por el contratista no deberá superar en ningún caso el veinte por ciento (20 %) de la cantidad indicada en el documento “*Presupuesto*”.
- Deberá contar, como mínimo, un graduado en ingeniería aeroespacial en su plantilla de empleados.

Asimismo, se valorará positivamente el programa social de la empresa especialmente en los puntos concretados a contiución:

- Participación de la empresa en programas de becas de prácticas de formación para alumnos de grados universitarios o ciclos formativos, así como para alumnos recién titulados.
- Disposición de un certificado de sostenibilidad medioambiental.

3.3.2. Criterios de adjudicación

La adjudicación del contrato se regirá por los criterios especificados en la tabla 3.1. El contrato se adjudicará a la oferta que presente la puntuación más elevada, la cual será computada con la suma de los puntos obtenidos para cada concepto.

Concepto	Puntuación
Precio	Precio mínimo ofertado: 60 Segundo precio mínimo: 45 Tercer precio mínimo: 20 Superiores al tercer precio: 0
Años de experiencia en diseño de PLC	Más de 10 años: 40 Entre 5 y 9 años: 30 Entre 1 y 4 años: 15 Inferior a 1 año: 0
Años de experiencia en control de robots industriales	Más de 10 años: 20 Entre 5 y 9 años: 15 Entre 1 y 4 años:8 Inferior a 1 año:0
Programa social de la empresa	Cumple con todos los puntos: 5 Cumple con 2 puntos: 3 Cumple con 1 punto: 2.5 No cumple con ninguno: 0

Tabla 3.1: Puntuaciones en la asignación de la contrata

3.3.3. Plazos

Plazo de pruebas

El contratista dispone de un plazo máximo de sesenta (60) días hábiles, contados a partir del día siguiente al de la formalización de contrato, para adaptar sus instalaciones a la ejecución del proyecto y fabricar como mínimo un total cinco (5) unidades del producto. En ese momento, la Dirección Facultativa realizará un exhaustivo control de calidad sobre las unidades en el que se evaluará el cumplimiento de todas las especificaciones técnicas presentadas en el apartado 3.1.

Si el resultado del control no es favorable, el contratista dispondrá de un plazo adicional de treinta (30) días hábiles, contados a partir de la entrega de los resultados de la prueba, para corregir aquellos problemas detectados y fabricar como mínimo un total de cinco (5) unidades



del producto. Las mismas serán nuevamente examinadas por la Dirección Facultativa. En el supuesto de unos resultados nuevamente desfavorables, la Dirección Facultativa se reserva el derecho a rescindir el contrato acordado con el contratista.

Si los resultados del control son favorables, el plazo de pruebas se dará por finalizado y se iniciará con normalidad la ejecución de las obras. Los plazos de finalización y entrega serán siempre superiores a 90 días y se comunicarán por escrito al constructor, debiendo éste devolver los originales comunicando el enterado mediante su firma al pie de todas las instrucciones, avisos u órdenes que reciba.