



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza

## **PROYECTO FIN DE CARRERA**

# **DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE ATERRIJAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H**

---

**ALUMNO: D. FERNANDO BOBI BONA  
ESPECIALIDAD: MECÁNICA  
DIRECTOR: D. JESÚS ALIERTA NICODEMUS  
CONVOCATORIA: FEBRERO 2015**

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H



**PROPUESTA y ACEPTACIÓN DEL  
PROYECTO FIN DE CARRERA DE INGENIERÍA TÉCNICA**

**DATOS PERSONALES**

APELLIDOS, Nombre  
BOBI BONA, FERNANDO

Nº DNI 29135550R Dirección UN AMERICANO EN PARIS 63, 5ºD

C.P. 50019 Localidad ZARAGOZA

Provincia ZARAGOZA Teléfono 660316669 NIA: 484146

Firma:

**DATOS DEL PROYECTO FIN DE CARRERA**

INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL, Especialidad MECÁNICA

TITULO DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIZAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

DEPÓSITO EN: ZAGUAN (Obligatorio)  y CD-ROM  (si PFC es tipo B aplicación informática)

DIRECTOR Jesús Alierta Nicodemus; MªAngeles Pérez Anson (Ponente)

**VERIFICACIÓN EN SECRETARÍA**

El alumno reúne los requisitos académicos (1) para la adjudicación de Proyecto Fin de Carrera

SELLO DEL CENTRO

EL FUNCIONARIO DE SECRETARIA

Fdo.: \_\_\_\_\_

SE ACEPTA LA PROPUESTA DEL PROYECTO (2)

En Zaragoza, a 19 de FEBRERO de 2015

Fdo.: JESUS ALIERTA NICODEMOS

DIRECTOR DEL PFC

MªANGELES  
PEREZ ANSON  
(PONENTE)

SE ACEPTA EL DEPÓSITO DEL PROYECTO

En Zaragoza, a 19 de FEBRERO de 2015

Fdo.: JESUS ALIERTA NICODEMOS

DIRECTOR DEL PFC

MªANGELES  
PEREZ ANSON  
(PONENTE)

(1) Requisitos académicos: tener pendientes un máximo de 24 créditos o dos asignaturas para finalizar la titulación.

(2) Para que la propuesta sea aceptada por el Director, es imprescindible que este impreso esté sellado por la Secretaría de la EINA una vez comprobados los requisitos académicos.

## **RESUMEN**

En este Proyecto Fin de Carrera se ha plasmado el proceso de diseño de una instalación industrial para la fabricación de un tren de aterrizaje del helicóptero BEL UH-1H.

La instalación industrial se ha generado en base a las necesidades del proceso de fabricación y a las instalaciones ya existentes, adaptándolas en el beneficio propio y del proyecto.

En dicho proceso se ha desarrollado el tren de aterrizaje cumpliendo los requisitos legales que la FAA (Federal Aviation Administration) y EASA (European Aviation Safety Agency). En estas agencias, no solo se plantean cuestiones legales sino técnicas. El proceso de desarrollo de material aeronáutico requiere de certificaciones muy estrictas a nivel particular, y a su vez, debe ser aprobado en su conjunto, llegando a hacer ensayos de vuelo para probar la idoneidad del producto final.

En el caso de este tren, hemos podido verificar mediante Elementos Finitos las condiciones de carga para el caso más desfavorable posible. La capacidad para soportar el impacto después de una autorrotación ha quedado reflejada en el capítulo 2.1. Cálculos estructurales.

# ÍNDICE

## **1. Memoria descriptiva**

### **1.1. Título y objeto del proyecto**

### **1.2. Localización de la instalación**

### **1.3. Características de la instalación y del conjunto a fabricar**

### **1.4. Resumen del presupuesto**

## **2. Cálculos justificativos**

### **2.1. Cálculos estructurales.**

### **2.2. Cálculos económicos justificativos.**

## **3. Producto y proceso productivo**

### **3.1. Descripción del producto**

### **3.2. Descripción de la instalación industrial**

### **3.3. Descripción del proceso**

## **4. Estudio económico**

### **4.1. Estudio de mercado**

### **4.2. Estudio de viabilidad económica**

## **5. Bibliografía.**

### **ANEXO 1. Instrucciones y seguridad de la instalación industrial.**

**Anexo 1.1. Manual de instrucciones y declaración de conformidad**

**Anexo 1.2. Seguridad de la instalación industrial y prevención de riesgos laborales.**

### **ANEXO 2. Condiciones generales, técnicas y económicas.**

**Anexo 2.1. Condiciones generales y económicas**

**Anexo 2.1.1. Objeto del pliego.**

**Anexo 2.1.2. Régimen jurídico.**

**Anexo 2.1.3. Dirección de los trabajos.**

**Anexo 2.1.4. Medidas de seguridad.**

**Anexo 2.1.5. Contratación.**

**Anexo 2.1.6. Valoración.**

**Anexo 2.1.7. Plazos de ejecución.**

**Anexo 2.1.8. Seguros de riesgo.**

**Anexo 2.2. Condiciones técnicas y particulares.**

**Anexo 2.2.1. Características de los suministros.**

**Anexo 2.2.2. Recepción e instalación de máquinas.**

**Anexo 2.2.3. Ejecución de instalaciones.**

**Anexo 2.2.4. Planificación y ejecución de los trabajos.**

**Anexo 2.2.5. Propiedad industrial.**

**ANEXO 3. Detalle del presupuesto.**

**Anexo 3.1. Presupuestos parciales.**

**Anexo 3.1.1. Oficinas.**

**Anexo 3.1.1.1. Mobiliario y accesos.**

**Anexo 3.1.1.2. Red informática.**

**Anexo 3.1.2. Equipo almacén.**

**Anexo 3.1.3. Instalaciones.**

**Anexo 3.1.3.1. Instalación eléctrica.**

**Anexo 3.1.3.2. Instalación de ventilación.**

**Anexo 3.1.4. Maquinaria.**

**Anexo 3.1.5. Prevención de incendios.**

**Anexo 3.1.6. Equipo médico.**

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

**Anexo 3.1.7. Otros.**

**Anexo 3.1.7.1. Material de los empleados.**

**Anexo 3.2. Presupuesto general.**

**ANEXO 4. Planos.**

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIZAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H



**MEMORIA DESCRIPTIVA**

### **1.1. Título y objeto del proyecto**

El objetivo es el diseño de la INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE ATERRIZAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H.

El objeto del proyecto es consolidar en Europa una logística de gran nivel en materia de ensamblajes y repuestos para unos modelos de helicópteros que están en uso y continuo desarrollo, siendo los mismos considerados los helicópteros más versátiles y polivalentes de la historia.

Para ello se presenta el proyecto detallado a continuación de acuerdo a lo dispuesto en el Real Decreto 135/1980 sobre liberalización en materia de instalación, ampliación y traslado.

### **1.2. Localización de la instalación**

La industria se ubicará en la Plataforma Logística de Zaragoza (PLAZA), en el suelo correspondiente al desarrollo industrial en el término municipal de Zaragoza.

Se situará en la ronda de Ferrocarril, dentro del bloque de naves ALI\_12, en la parcela 12\_8\_12.

### **1.3. Características de la instalación y del conjunto a fabricar**

Dicha zona industrial cuenta con todos los servicios necesarios para el correcto desarrollo de una industria como pueden ser los sistemas de suministro de agua, electricidad y comunicaciones. Plaza delimita al oeste con el aeropuerto de Zaragoza, al este con el cuarto cinturón y al sur/sureste con la autovía de Aragón, la estación de alta velocidad y el apeadero de mercancías.

La nave dispone de una zona de oficinas, tanto para el personal de administración como el personal que realiza tareas de oficina técnica. En la misma planta baja disponemos del almacén, tanto de materia prima como de producto acabado y la planta de mecanizado. También podemos encontrar los vestuarios, y los sanitarios o servicios, que tienen un uso higiénico.

## DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE ATERRIZAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

El tren de aterrizaje es un tren fijo de patines. Dicho tren supone un ahorro en cuanto a mantenimiento y puesta en funcionamiento. Otras ventajas de este tipo de trenes de aterrizaje son que proporciona más estabilidad y más capacidad de solventar una toma del tipo rodada en caso de emergencia, frente a los trenes de aterrizaje del tipo sobre ruedas. Se ha realizado un cálculo del mismo mediante el método de los elementos finitos.

### **1.4. Compatibilidad con actividades colindantes.**

La compatibilidad con actividades colindantes es del 100%, puesto que este tipo de empresa y su fabricación no va a interferir o provocar ningún tipo de molestia ni a las personas que trabajen en el entorno de la nave ni a las instalaciones colindantes. No se va a utilizar ningún tipo de maquinaria que pudiera provocar tales inferencias. Tampoco se va a utilizar ningún tipo de sustancia química que pudiera ocasionar mareos, malestar, abrasiones o enfermedades crónicas en los alrededores, si bien los operarios de la propia empresa deberán utilizar sus propios EPI,s para no sufrirlas.

### **1.5. Accesibilidad.**

El acceso a la nave industrial para usuarios sin discapacidad física es pleno, al igual que para personas con discapacidad física ya que la nave objeto de este proyecto se encuentra a pie de calle, y no tiene ningún tipo de desnivel con la misma. En el interior los sanitarios se encuentran en la planta baja, por lo tanto no existe ninguna problemática con el acceso a los mismos. En el interior de uno de ellos se ha colocado una barra de apoyo para facilitar el acceso al sanitario. En todo caso se estaría cumpliendo la Ley 51/2003, de 2 de diciembre, acerca de la no discriminación y la ley de accesibilidad universal de las personas con discapacidad, al tratarse de un edificio para uso privado.

### **1.6. Impacto medioambiental.**

Entendemos por "medio ambiente" el entorno vital, conjunto de factores estéticos, culturales, sociales, naturales y económicos que se interaccionan con

el individuo y con la comunidad en que vive. Por tanto, no es algo envolvente al hombre, sino algo indiciadle de él, de su organización y progreso.

Por tanto, según lo comentado, el concepto de medio ambiente hace referencia al entorno espacial (lo que rodea al hombre) y temporal (uso que hace referido a la herencia cultural e histórico). Un uso anárquico de los recursos del medioambiente nos llevarían a una situación irreversible, pues la mayor parte de ellos no son renovables.

Tradicionalmente solo se ha estudiado la viabilidad técnica y económica para evaluar alternativas de diseño, localización, etc., pero en la actualidad es más rentable evaluar el efecto sobre el medio, que tratar posteriormente de remediar el daño producido sobre sí mismo, lo cual no es siempre posible. Sin embargo, la Evaluación del Impacto Ambiental no pretende ser una figura negativa no obstruccionista, ni un freno al desarrollo, sino un instrumento operativo para impedir sobreexplotaciones del medio natural y un freno al desarrollismo negativo y anárquico y buscar un equilibrio entre el desarrollo de actividad humana y medio ambiente.

El objetivo que persigue el estudio de impacto medio ambiental es valorar los impactos del proyecto sobre el medio natural y establecer medidas correctoras para eliminar o minimizar los impactos y realizar un programa de control y seguimiento de aquellos impactos residuales que así lo aconsejen. Esta necesidad de detener el deterioro del medio ambiente por la actividad humana y proceder a su protección a través de la regulación de las actividades que puedan dañarlo impulso la redacción del Real Decreto 1131/88, de 30 de septiembre de 1988, por el que se aprobó "El reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/86, de 28 de junio de 1986, de evaluación de impacto ambiental".

## **1.7. El helicóptero.**

El Bell UH-1H es un helicóptero militar utilitario, de tamaño medio polivalente, desarrollado por el fabricante estadounidense Bell Helicopter para las Fuerzas Armadas de los Estados Unidos. Fue el primer helicóptero propulsado con un

## DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE ATERRIZAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

motor turbosélice que utilizaron dichas Fuerzas Armadas. Comenzó su desarrollo en 1955. El motivo de su creación fue la necesidad de crear un helicóptero sanitario. Su primer vuelo se realizó en octubre de 1956, y no se fabricó en cadena hasta 3 años más tarde.

Tras denominarse XH-40, y posteriormente H-40, el Ejército de los Estados Unidos decidió denominarlo de acuerdo a su función. Fue entonces cuando se le bautizó como UH-1, siglas que significan Utility Helicopter, debido a su versatilidad y polivalencia. Usualmente, a los helicópteros estadounidenses se les suele aplicar también el nombre de una tribu nativa norteamericana y, en este caso, se eligió la tribu de los Iroqueses (Iroquois).

Existen numerosas variantes de este helicóptero, entre las que destacan tres grupos distintos: los modelos monoturbina y de cabina corta, los monoturbina de cabina larga y los biturbina.

Es famoso por su participación en la Guerra de Vietnam en la que fueron usados alrededor de 7.000 unidades. Este helicóptero ha sido utilizado por todo el mundo, y continúa en servicio en muchos ejércitos. Por ejemplo el Ejército de Tierra español y el Cuerpo de Marines de los Estados Unidos.

### **1.8. Resumen del presupuesto**

El presupuesto total de la instalación es de **949.945,23 €** (impuestos no incluidos). El detalle del mismo se encuentra en el Anexo 3.

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

<b>Personal</b>	<b>342.675,00€</b>
<b>Materias primas</b>	<b>235.281,25 €</b>
<b>Energía</b>	<b>41.877,50 €</b>
<b>Alquiler</b>	<b>173.160,00 €</b>
<b>Limpieza</b>	<b>17.000,00 €</b>
<b>Mantenimiento</b>	<b>86.000,00 €</b>
<b>Préstamo</b>	<b>37.093,92 €</b>
<b>Amortizaciones</b>	<b>16.857,81 €</b>
<b>Total</b>	<b>949.945,23 €</b>

Tabla 1. Resumen de presupuesto.



## **2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

## 2.1. Cálculos estructurales.

Las consideraciones para el cálculo justificativos, quedan resumidas en la situación más desfavorable a la que un tren de aterrizaje se ve forzado. Dicha situación es la denominada autorrotación. Toda aeronave que circule debe cumplir cierta normativa, como es evidente. En el caso de sus componentes de seguridad, más si cabe. Un tren de aterrizaje se considera un elemento estructural de gran importancia, puesto que en caso de una "toma dura", el mismo absorbe un 20% de la energía del impacto.

Antes de continuar, se va a definir que es una autorrotación. Una autorrotación es una maniobra de descenso sin potencia, en la que el rotor principal se desacopla mediante un sistema de rueda libre (un sistema de embrague). Las palas del rotor son impulsadas únicamente por el flujo ascendente de aire a través del rotor.

Una autorrotación se produce entonces por un fallo en los motores,



una ruptura o fallo en la transmisión, y en caso de pérdida del rotor de cola, deberíamos voluntariamente forzar a realizar una autorrotación con una parada de turbinas, de tal manera que evitaríamos que el helicóptero girase en cielo como una peonza al eliminar el efecto par que crea el rotor principal.

Existe una técnica de autorrotación común a todos los helicópteros, con diferentes matices dependiendo del peso, rpm, etc.

## DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE ATERRIZAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

Dicha técnica, consiste en mantener las revoluciones del rotor principal mediante el ángulo de paso de las palas, y la velocidad del helicóptero.

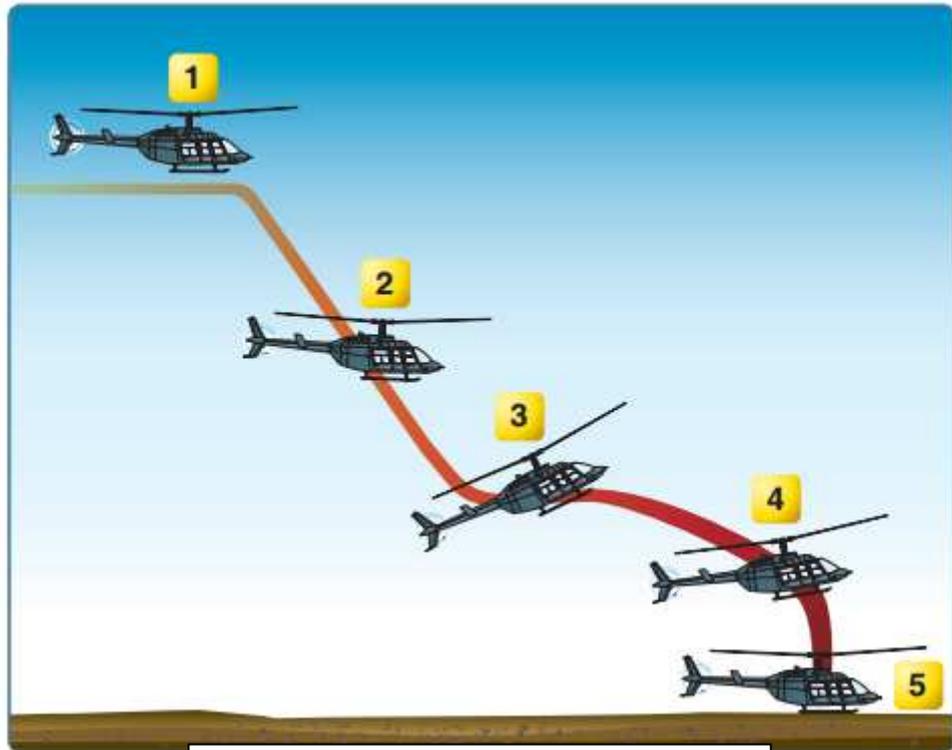


Figura 2. Fases de la Autorrotación.

En esta figura 2 se puede observar varios puntos. En el punto número 1, el helicóptero está en vuelo recto y nivelado, sufre una parada de motor y comienza una autorrotación. En el punto 2 se trata de mantener un número de vueltas del rotor principal modificando el ángulo de paso de las palas y adecuando la velocidad de avance. En el punto 3, habiendo llegado a una altura con respecto al suelo, se inicia el flare, que es una maniobra vital para el éxito de la autorrotación. En el mismo, se modifica la actitud del morro del helicóptero disminuyendo así su velocidad, y se disminuye la velocidad de descenso vertical, aumentando el ángulo de paso de las palas al máximo, de tal manera que conseguimos que el helicóptero "flote" una sola vez más, porque al hacer esto el rotor se frena y se pierden esas rpm que hasta ahora se habían

## DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE ATERRIZAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

mantenido. Después de eso, llega el punto 4, donde el helicóptero caerá a peso sobre el suelo. Dependiendo de la pericia del piloto este punto 4 será más alto, más bajo, más estático, más dinámico, y de todo esto dependerá la supervivencia. En el punto 5 se realizará un análisis y control de daños humanos y materiales.

Una vez comprendido el tipo de aterrizaje que supone una autorrotación, se puede entrar a valorar los cálculos justificativos.

Considerando el peso máximo al despegue, como la situación más desfavorable. Dicho peso es de 4310kg. Considerando 5G como la fuerza de impacto del helicóptero habiendo realizado el flare en las condiciones más desfavorable para la posterior toma.

Por simetría, siendo que cada patín soporta la misma carga que el otro, se va a comprobar el comportamiento unitario de cada arco transversal. Dichos arcos son los que soportan todo el impacto, de tal manera amortiguan el golpe contra el suelo.

La FAA (Federal Aviation Administration), exige a los fabricantes que después de hacer el flare, cualquier tren de aterrizaje tiene que soportar el impacto a 10 ft/sg (3.1 m/sg), y el tren sea capaz de absorber el impacto y no sufrir deformaciones permanentes. Además, considera que el tren debe soportar 20 ft/sg y absorber el impacto aún sufriendo deformaciones irreversibles.

El procedimiento de vuelo particular de este modelo de helicóptero considera que, ante un régimen de descenso superior a 500 ft/min (2.54 m/sg), se debe impactar primero con el puro de cola, para amortiguar el impacto y por tanto aumentar la supervivencia de la tripulación.

Se sabe además que la situación más desfavorable de toma, cumpliendo los estándares exigidos, el helicóptero sufre un impacto de 5G,s.

El peso máximo al despegue es de 4310 kg. Es el peso que suponemos para el estudio. Nunca será superior a este, y siendo razonables, cualquier fatalidad debería darse con un peso inferior,

## DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE ATERRIZAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

aunque sólo sea por el consumo de combustible entre el arranque y el tiempo previo al despegue (el consumo medio de este helicóptero es de 227 kg/hora).

Por tanto:

$$5G \quad F=5 \cdot 4310 \cdot 9.8=211190N \text{ (52797N por apoyo en cada patín)}$$

Sabiendo que el tren de aterrizaje está fabricado con Aluminio 6061:

Módulo de Young 68.9 GPa

Coefficiente de Poisson 0.33

$$\sigma_y=88 \text{ ksi}=606 \text{ MPa}$$

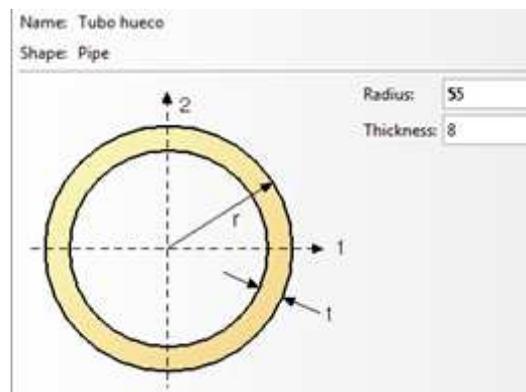


Figura 3. Perfil del tubo de la estructura del tren.

El perfil estructural circular y hueco, ofrece grandes ventajas. Por su forma cerrada y bajo peso presentan un mejor comportamiento a esfuerzos de torsión y resistencia al pandeo.

Nos permite una facilidad de montaje, permitiendo la realización de uniones simples por soldadura. Además, al no tener luego ángulos vivos ni rebabas, permite un fácil mantenimiento y protección contra la corrosión.

La resistencia típica a la flexión de la aleación 6061 se puede considerar igual que la resistencia del acero. Esta aleación estructural posee una alta resistencia considerando su reducida masa. Dependiendo del proceso de fabricación del tubo, en el caso de la extrusión, permite que el metal se distribuya sobre su eje neutral con una máxima eficiencia, lo que hace posible diseñar en

## DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE ATERRIZAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

aluminio con igual resistencia que el acero, pero con una masa equivalente al 50% de éste.

En este caso, el perfil elegido es un perfil circular de 55 mm de radio exterior, con un grosor de 8 mm.

Según los manuales de mantenimiento del helicóptero, y tolerancias después de una toma "dura", el apertura máxima entre los patines es de 91 mm (45.5mm por cada lado).

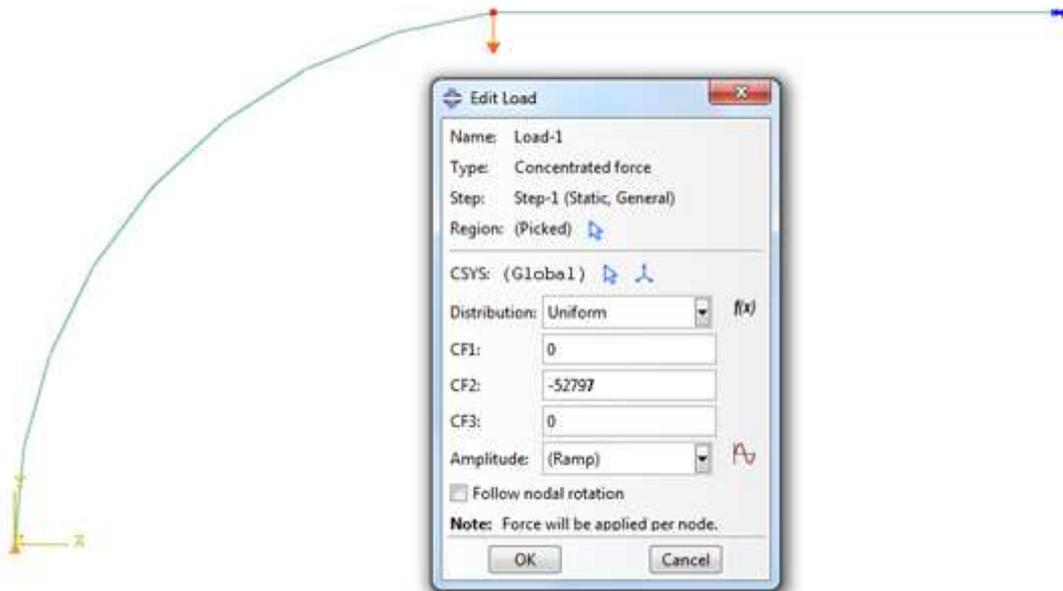


Figura 4. Supuesto de carga en travesaño.

Por simetría, se puede tomar el medio travesaño, porque el esfuerzo del impacto es el mismo en cada patín, y por tanto las fuerzas que sufren son simétricas.

Si por algún casual no se impactase con los dos patines, el estudio realizado no sería inútil, puesto que el tren de aterrizaje no cumpliría su misión y el par de vuelco provocado supondría un accidente muy grave, de consecuencias desastrosas.

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIZAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

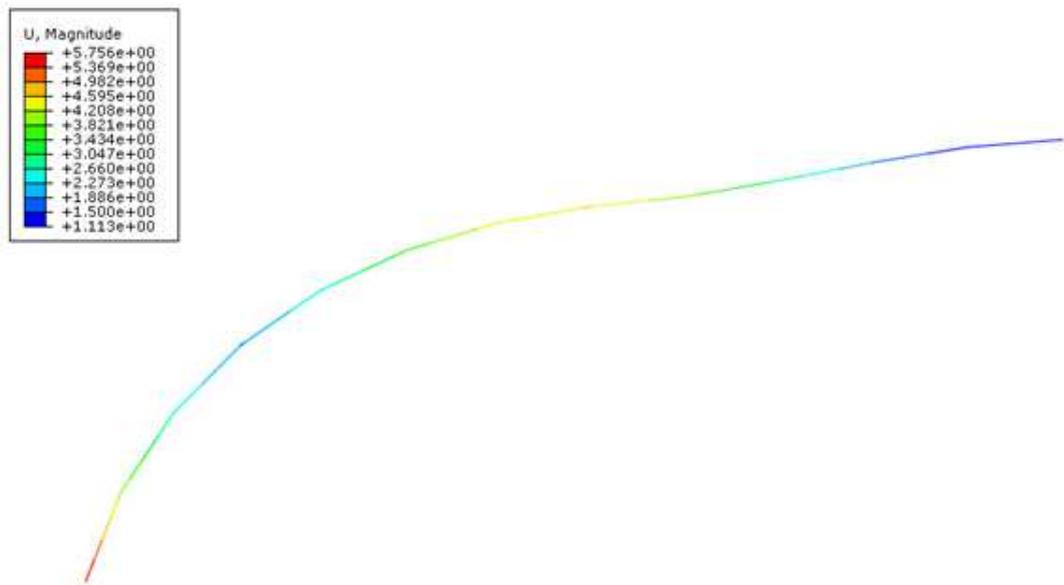


Figura 5. Desplazamientos en mm.

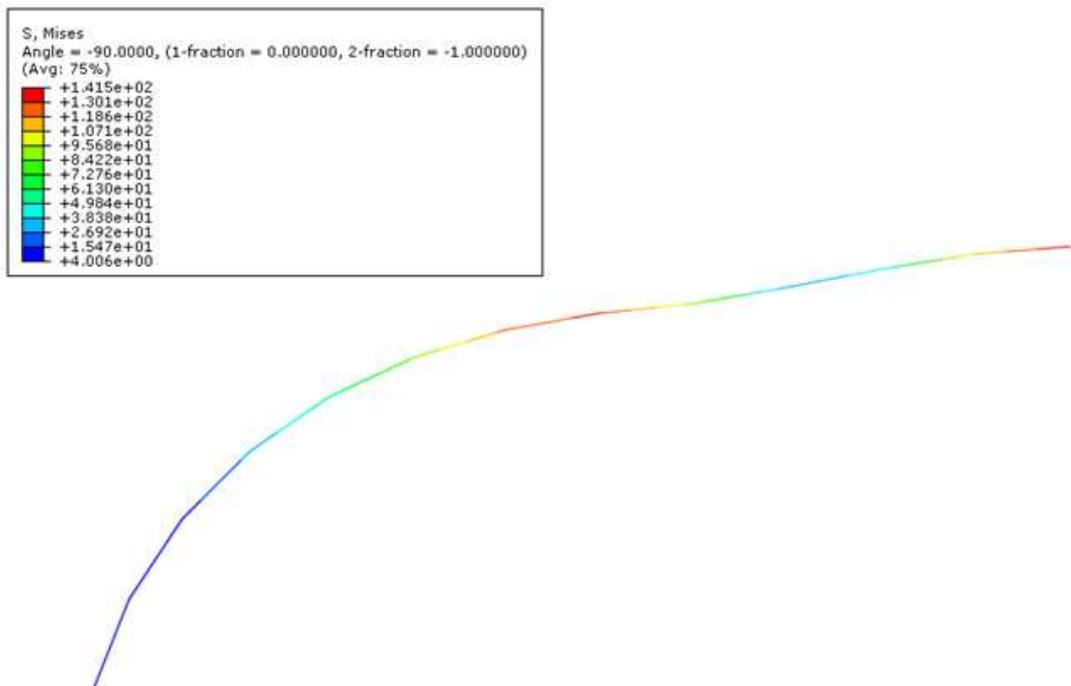


Figura 6. Tensión de Von Mises en MPa.

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

En la figura 5 se puede observar los desplazamientos en mm que soporta la mitad del travesaño, y por lo tanto, cumple los criterios señalados antes como apertura máxima de la distancia entre patines.

En la figura 6, donde está reflejado la tensión de von mises, se puede observar que el valor más elevado es de 141.5 MPa.

Por todo esto se puede observar que el tren de aterrizaje está del lado de la seguridad en los parámetros que se prefijaron, y ante una toma dura que impacte a 5G, el tren la soportará y no romperá. Esto, como ya se insistió antes, nos hace pensar que el propósito del tren está cumplido.

## 2.2. Cálculos económicos justificativos.

### Amortizaciones:

Las amortizaciones se consideran lineales según el número de años de utilidad.

Maquinaria: 216.710,50 € / 20 años = 10.835,53 € anuales.

Mobiliario: 25.421,79 € / 10 años = 2.542,12 € anuales.

Instalaciones: 34.585,96 € / 15 años = 2.305,73 € anuales.

Red informática: 8.221,00 € / 7 años = 1.174,43 € anuales.

Total amortizaciones: **16.857,81 €** anuales.

### RENTABILIDAD INDUSTRIAL:

#### Relación de costes anuales:

<b>Personal</b>	<b>342.675,00€</b>
<b>Materias primas</b>	<b>235.281,25 €</b>
<b>Energía</b>	<b>41.877,50 €</b>
<b>Alquiler</b>	<b>173.160,00 €</b>
<b>Limpieza</b>	<b>17.000,00 €</b>
<b>Mantenimiento</b>	<b>86.000,00 €</b>
<b>Préstamo</b>	<b>37.093,92 €</b>
<b>Amortizaciones</b>	<b>16.857,81 €</b>
<b>Total</b>	<b>949.945,23 €</b>

Tabla 2. Relación de costes anuales.

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

**Rentabilidad industrial = (Facturación - Costes) x100 / Facturación**

**Rent. Ind. = (1.112.500 - 949.945,23) x100 / 1.112.500 = 14,61%.**

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIZAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H



**3. Producto y proceso productivo**

### 3.1. Descripción del producto

El producto desarrollado en la industria será el del tren de aterrizaje del helicóptero BELL HU-1H. Dicho tren de aterrizaje se compone fundamentalmente de dos patines, dos travesaños, y las puntas de los patines, que son a su vez los escalones para subida al helicóptero.

Los trenes de aterrizaje fijos tienen numerosas ventajas con respecto a los trenes de aterrizaje sobre ruedas.

Entre las ventajas destaca que su mantenimiento es mucho más económico, que da la posibilidad de acoplar ciertos equipos a los mismos, o su uso como peldaños por



Figura 7. UH-1 Artillado

el rescatador/operador de grúa en helicópteros empleados en fines de salvamento y rescate.

Se cuenta con el permiso de licencia de trabajo de la empresa Agusta Bell, la cual liderará los pedidos de trenes de aterrizaje a los precios ya establecidos, con modificaciones anuales en las mismas proporciones que la empresa Agusta Bell modifique el precio total de los helicópteros.



Figura 8. Simulador UH-1

### **3.2. Descripción de la instalación industrial**

La instalación industrial lo formará una parcela de 4818 m<sup>2</sup>, con una nave de 2.128 m<sup>2</sup>, distribuido en un almacén de 470 m<sup>2</sup>, una zona de oficinas distribuidas en una sola planta de 370 m<sup>2</sup>, y una zona de mecanización y desarrollo del producto de 1850 m<sup>2</sup>.

#### **1. Almacén:**

El almacén tendrá una extensión de 470 m<sup>2</sup>. En él, se almacenarán la materia prima, los consumibles y los productos ya acabados.

Se usará la siguiente maquinaria:

Un ordenador, para llevar un control de existencias, tanto de materia prima como del producto acabado.

Un armario para proteger al ordenador.

Una impresora para imprimir albaranes.

Trabajarán dos operarios en el almacén, distribuidos por turno. Estos dos operarios se encargarán de mantener en orden todo el almacén, llevar el control informático de existencias y cargar y descargar los camiones.

#### **2. Mecanización:**

La zona destinada a la mecanización de los elementos que conforman el tren de aterrizaje tendrá una superficie de 1840 m<sup>2</sup>. En este espacio se realizarán las operaciones necesarias para dar a los elementos que conforman el producto su calidad y forma necesaria para su posterior etapa.

Esta zona se dividirá en dos líneas de trabajo, destinadas a cada uno de los elementos a mecanizar.

## DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE ATERRIZAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

La fabricación del peldaño y el tapón trasero se realizará mediante estampación con la prensa excéntrica BELT modelo BREN 80.

### **Prensa excéntrica BELT modelo BREN 80. Ficha Técnica:**



Figura 9. Prensa excéntrica BELT mod. BREN 80

Dimensiones de la mesa: 850 x 500  
Curso o carrera graduable 11 - 125  
Agujero de la mesa 260 x 260  
Altura de la mesa al carro 485 mm  
Altura de la placa sobremesa al carro 405 mm  
Alargamiento máximo de la bola 70 mm  
Profundidad del cuello de cisne 265 mm  
Paso entre montantes 315 mm  
Dimensiones de la base del carro 530 x 265  
Diámetro del agujero porta troqueles S/DIN 810 -> 50 mm  
Revoluciones por minuto del volante 310  
golpea por minuto 62  
Altura total de la máquina 2600 m  
Altura de la mesa al suelo 850 mm  
Peso neto aproximado 5000 kg  
Fuerza necesaria 7,5 H.P.

Una vez finalizado el proceso se llevarán a la zona de montaje para su posterior soldadura con la cortadora-soldadora TIG convex vision 4000.

### **Cortadora-soldadora TIG Convex Vision 4000 Ficha Técnica:**



Alimentación trifásica 50/60Hz: 400V.

Potencia instalación: 18,6 KVA

Tensión en vacío: 70V.

Campo de regulación: 10-400A

Dimensiones: 660, 290, 515 mm.

Peso: 39 kg.

Figura 10. Cortadora-soldadora TIG Convex Vision 4000

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIZAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

La mecanización de los tubos de aluminio de los patines y los travesaños empieza por su paso por la curvadora de tubos marca TEJERO modelo HR-80 CNC v3, donde se le dará la forma a cada uno.

**Curvadora de tubos TEJERO HR-80 CNC v3. Ficha Técnica:**



Figura 11. Curvadora de tubos TEJERO HR-80 CNC v3.

Ángulo de curvatura máxima (°): 190.

Velocidad del eje X (mm/s): 1.800.

Velocidad del eje Y (curvado) (°/s): 60.

Velocidad del eje Y (retroceso) (°/s): 90.

Velocidad del eje Z (°/s): 420.

Precisión eje X (mm): +/- 0,1

Precisión eje Y (°): +/- 0,1.

Precisión eje Z (°): +/- 0,1.

Potencia total instalada (kw): 35.

El siguiente paso será hacer los agujeros en los patines con la sierra para perforar tubos Ridgid modelo HC450.

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIZAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

**Sierra perforadora de tubos RIDGID mod. HC450. Ficha técnica:**



Motor universal 115v ó  
230v, 1800w.

RPM sin carga: 110.

Capacidad de  
perforación 120 mm.

Peso: 19 kg.

Figura 12. Sierra perforadora de tubos RIDGID mod. HC450

Para a continuación hacer los cortes de material sobrante con la cortadora-soldadora TIG convex vision 4000.

Con los peldaños y los tubos mecanizados, pasaremos al montaje y soldadura con la cortadora-soldadora TIG convex vision 4000.

Después de este paso, el siguiente será llevar el tren de aterrizaje a la cabina de pintura GM 7000, para así, dar por finalizado el proceso.

**Cabina de pintura GM 7000. Ficha técnica:**



Temperatura máxima de  
trabajo: 70°.

Potencia total: 9 kw.

Peso: 2500 kg.

Figura 13. Cabina de pintura GM 7000

## DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE ATERRIZAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

Frecuencia reciclado de aire: 294 veces/h.

Dimensiones: 7.000x5.400x3.550 mm (LxAxh)

Caudal: 25.000 m<sup>3</sup>/h.

Los operarios estarán cualificados para el desarrollo de las tareas correspondientes con el manejo de las máquinas-herramienta utilizadas.

Estos operarios se encargarán de revisar el buen funcionamiento de los equipos, de su alimentación y desalojo de material.

Cuando el producto final se da por terminado, el jefe de producción, que tendrá la titulación de Ingeniero Aeronáutico, certificará que el tren cumple con los requisitos de la EASA (European Aviation Safety Agency), y la FAA (Federal Aviation Administration) de los EE. UU.

### **3.3. Descripción del proceso**

El proceso productivo consta de una línea de producción. Desde el almacén se preparan las placas de aluminio para prensarlas y crear los peldaños y los tapones traseros de los patines.

Por otro lado los tubos son doblados en la plegadora. Luego se realizan los agujeros para introducir los travesaños.

Una vez hecho esto se procederá a la soldadura de los travesaños y tapas de los patines, y justo antes de hacerse, se limpiarán todas las uniones con un disolvente orgánico (acetona).

El primer requisito para obtener soldaduras de gran calidad es tener un especial cuidado en la eliminación de aceites, hidrocarburos, y de las pequeñas partículas procedentes de los bordes de las piezas cortadas antes de la soldadura. Los bordes de las piezas deben estar limpios y bien acabados.

Para disminuir el riesgo de porosidad e incursiones en la soldadura, es necesario poner énfasis en la limpieza de las superficies que van a ser

## DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE ATERRIZAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

soldadas. El hidrógeno puede provocar porosidad, y el oxígeno puede causar inclusiones en la soldadura. Óxidos, grasas y películas de aceite contienen oxígeno e hidrógeno que, si quedan en los bordes de la junta que va a ser soldada, provocará soldaduras defectuosas con pobres propiedades mecánicas y eléctricas.

Después de la soldadura se cortarán las partes sobrantes de los patines y se soldarán los peldaños.

Una vez se han realizado todas las soldaduras, el tren de aterrizaje tipo patín se lleva a la cabina de pintura. Allí se limpia, se lija, y se vuelve a limpiar con un detergente biodegradable ARDROX 6025 de la empresa CHEMTETALL.

Una vez limpio y seco se mezcla la imprimación AERODUR PRIMER S-15/90 del fabricante AKZO NOBEL con su catalizador HARDENER S-66/14 y el disolvente THINER C-25/90, los tres del mismo fabricante, y se da una capa a todo el patín.

Se deja secar, y se dan dos capas de pintura de poliuretano CA 8311, del color que se requiera según la necesidad, puesto que dependiendo de la utilidad del helicóptero, cambiará la combinación de colores junto con su catalizador CA 8310B. El precio de la pintura no varía con el color, puesto que sus prestaciones han de ser las mismas.

Una vez seco, se perfilan y se protegen las zonas que van del color anteriormente descrito, para evitar que se manchen, y se pinta el perfil superior con pintura antideslizante negra NONSLIP 52564 7SB27038 del fabricante AZCO NOBEL.

Una vez todo pintado y seco, se procederá a su embalado y protección para un posterior envío.



## **4. Estudio económico**

#### **4.1. Estudio de mercado**

El modelo de helicóptero mas comercializado en el mundo tanto a nivel militar como civil, en los últimos 60 años es el BELL UH en sus diferentes versiones.

Existe una necesidad de distribución de repuestos en Europa tanto para sus diferentes Ejércitos, como empresas privadas y públicas que hacen uso de estos modelos de helicóptero.

La empresa Agusta Bell solicita los trenes de aterrizaje para el montaje de sus helicópteros, y la sustitución de los que hayan tenido algún aterrizaje forzoso con resultado negativo para la supervivencia del tren.

#### **4.2. Estudio de viabilidad económica**

##### **Facturación:**

La producción media efectiva diaria prevista de trenes de aterrizaje es de 0,5 al día. Teniendo en cuenta que se trabajan 250 días laborables al año, esto supone una producción de 125 trenes de aterrizaje al año. El precio de venta de cada tren es de 8.900,00 euros, lo que supone una facturación de 1.112.500,00 euros al año.

##### **Relación de gastos:**

Mano de obra:

Coste Operario = Salario Bruto Operario + Régimen General de Seguridad Social de la Empresa.

Salario Bruto Operario = Salario Neto + Seguridad Social + IRPF.

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIZAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

PUESTO	Nº	Salario Bruto	Seguridad Social	IRPF	Salario Neto	Régimen General	Coste Total
DIRECTOR	1	43.750,00 €	2.800,00 €	5.250,00 €	35.700,00 €	13.125,00 €	56.875,00 €
SECRETARIO	1	16.000,00 €	1.024,00 €	1.920,00 €	13.066,00 €	4.800,00 €	20.800,00 €
JEFE VENTAS	1	35.000,00 €	2.240,00 €	4.200,00 €	28.560,00 €	10.500,00 €	45.500,00 €
JEFE PRODUCCIÓN	1	35.000,00 €	2.240,00 €	4.200,00 €	28.560,00 €	10.500,00 €	45.500,00 €
COMERCIAL	1	35.000,00 €	2.240,00 €	4.200,00 €	28.560,00 €	10.500,00 €	45.500,00 €
OPERARIO	4	21.000,00 €	1.340,00 €	2.520,00 €	17.136,00 €	6.300,00 €	109.000,00 €
ALMACEN	1	15.000,00 €	960,00 €	1.800,00 €	12.240,00 €	4.500,00 €	19.500,00 €
<b>TOTAL</b>							<b>342.675,00€</b>

Tabla 3. Costes salariales.

**El coste total de la mano de obra es de 342.675,00€**

- **Piezas en bruto:**

La materia prima a utilizar en la fábrica se refiere a los tubos de aluminio para los patines, con un coste aproximado de 279 € la unidad, los travesaños, con un coste de 189 € la unidad, las planchas para realizar los peldaños, con un coste de 18 € la unidad, y las planchas de los tapones con un coste de 12 € la unidad.

Cada tren de aterrizaje costaría 996 € en materia prima. El coste anual de materia bruta es de **124.500,00 €**.

- **Pintura:**

Los precios de los materiales utilizados para esta fase tienen los siguientes precios:

- Detergente biodegradable ARDROX 150 € las latas de 10 litros.
- Imprimación AERODUR PRIMER S-15/90 175 € las latas de 5 litros.
- Catalizador HARDENER S-66/14 180 € las latas de 5 litros.
- Disolvente THINER C-25/90 75 € las latas de 5 litros.

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

- Pintura de poliuretano CA 8311 390 € las latas de 3 litros.
- Catalizador de pintura de poliuretano CA 8310B 125 € la lata de 1 litro.
- Cinta perfiladora 3€ la unidad.
- Pintura antideslizante negra NONSLIP 52564 7SB27038 145 € la lata de 1 litro.

Para un tren de aterrizaje hacen falta:

- Cinco litros de detergente.
- Un litro de imprimación, catalizador y disolvente.
- Tres litros de pintura de poliuretano y uno de su catalizador.
- Una cinta perfiladora.
- Un litro y medio de pintura antideslizante.

El coste de pintar un tren completo alcanza los 881,50 euros.

El coste anual será de 881,50€ x125 unidades = **110.187,50 euros.**

- **Embalaje:**

El embalaje final del tren de aterrizaje será un protector de cartón y plástico que los recubrirá para evitar rozaduras durante el transporte.

Cada embalaje tendrá un coste de 4,75 €/u.

Total: 125u. x 4,75 €/u = **593,75 €**

**La suma de toda la materia prima a comprar durante el año: 235.281,25€**

**Coste de energía:**

Horario de trabajo 09:00 a 13:00 y de 15:00 a 19:00 horas.

Hora PUNTA de 17:00 a 23:00 horas a 0,142310 € Kw/h.

Hora LLANO de 08:00 a 17:00 horas a 0,116980 € Kw/h.

Potencia instalada en circuitos de fuerza 141 Kw.

Potencia instalada en circuitos de alumbrado y T.C. 28,8 Kw.

Potencia total instalada 169,8 Kw.

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

Llano:  $6h \times 141 \text{ Kw} \times 0,116980 \text{ Kw/h} = 119,1792 \text{ €/día}$ .

Punta:  $2h \times 141 \text{ Kw} \times 0,142310 \text{ Kw/h} = 48,3284 \text{ €/día}$ .

Coste día laboral de energía eléctrica 167.51 €.

Días efectivos trabajados al año: 250.

Coste anual de electricidad: **41.877,50 €**

**Gastos de alquiler:**

La empresa será situada en la Plataforma Logística de Zaragoza PLAZA, en la parcela ALI 12\_8\_12. Dicha instalación tiene 4.810 m<sup>2</sup>. El precio del m<sup>2</sup> acordado con la gestoría GTI (Gabinete Técnico Inmobiliario) es de 3€/m<sup>2</sup> el mes, con lo que el cálculo de cuotas queda de la siguiente manera:

Cuota mensual:  $4.810 \text{ m}^2 \times 3 \text{ €/ m}^2 = 14.430 \text{ €/mes}$ .

Cuota anual:  $14.430 \text{ €/mes} \times 12 \text{ meses} = \mathbf{173.160 \text{ €/año}}$ .

**Subcontratas:**

- Limpieza:
  - El servicio de limpieza se subcontrata con la empresa Limpiezas Anayet, la cual nos da un presupuesto para la limpieza cada dos días de toda la superficie con un coste anual sin IVA de **17.000 €**.
- Mantenimiento:
  - El servicio de mantenimiento se subcontrata con la empresa Montajes Pineta, la cual nos proporciona un presupuesto para el mantenimiento preventivo y correctivo de toda la planta con un coste anual sin IVA de **86.000 €**.

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

**Plan de inversión inicial:**

<b>APARTADO</b>	<b><u>PRESUPUESTO PARCIAL</u></b>
Máquina curvadora	160.000,00 €
Herramienta y equipo de soldadura	1.790,25 €
Cabina de pintura	9.980,00 €
Maquinaria prensa	33.950,00 €
Maquinaria taladro.	10.990,00 €
Equipo de almacén	74.398,00 €
Mobiliario y accesorios	25.421,79 €
Red informática	8.221,00 €
Instalación eléctrica	32.584,06 €
Instalación de ventilación	2.001,90 €
Prevención de incendios	2.971,80 €
Equipo médico	1.322,00 €
Material de empleados	3.695,00 €
<b>TOTAL</b>	<b>367.325,26 €</b>

Tabla 4. Plan de inversión inicial.

Del total de la inversión inicial, el 75% del total se financiará mediante un préstamo ICO a diez años con un interés fijo del 6,235. La cuota mensual es de 3.091,16 €, y la cuota anual es de 37.093,92 €.

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

El 25% restante de la inversión inicial se hará frente con el capital de los socios fundadores de la empresa, resultando 91.831,32 €.



## **5. BIBLIOGRAFÍA**

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIZAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales (BOE, 10 de Nov. de 1995).
- Ley 21/1992 por la que se establecen las normas básicas de ordenación de las actividades industriales por las Administraciones Públicas.
- RD 485/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de señalización de seguridad y de salud en el trabajo.
- RD 486/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- RD 773/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- RD 1215/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- RD 1495/1986, por el que se aprueba el reglamento de seguridad en máquinas.
- RD 1435/1992, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva 89/392/CEE, sobre máquinas.
- RD 1644/2008, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Instalación industrial para la fabricación y montaje de válvulas de mariposa.
- RD 842/2002 por el que se establece el reglamento electrotécnico para baja tensión, (BOE, 18 de septiembre de 2002).
- RD 614/2001, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- RD 1942/1993, por el que se aprueba el reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIZAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

- RD 786/2001, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- RD 2667/2004, por el que se aprueba el reglamento de instalaciones de protección contra incendios en los establecimientos industriales.
- RD 769/1999, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 97/23/CE, relativa a los equipos de presión, (BOE, 31 de Mayo de 1999).
- Manual de Abaqus v. 6.11.
- Direcciones WEB:
  - [www.aenor.es](http://www.aenor.es)
  - [www.plazalogistica.com](http://www.plazalogistica.com)
  - [www.EASA.com](http://www.EASA.com)
  - [www.FAA.gov](http://www.FAA.gov)
  - [www.tejero.es](http://www.tejero.es)
  - [www.ridgid.com](http://www.ridgid.com)
  - [www.directindustry.com](http://www.directindustry.com)
  - [www.maquinariamadrid.com](http://www.maquinariamadrid.com)
  - [www.besttechmachinery.com](http://www.besttechmachinery.com)
  - [www.carlstahl-lifting.com](http://www.carlstahl-lifting.com)

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H



**ANEXO 1. INSTRUCCIONES Y SEGURIDAD  
DE LA INSTALACIÓN INDUSTRIAL.**

## **ANEXO 1.1. Manual de instrucciones y declaración de conformidad.**

La directiva 98/37/CE se refiere a las máquinas y a los componentes de seguridad de las mismas, comercializados por separado. Esta directiva determina los objetivos o “requisitos esenciales” de seguridad e higiene que debe cumplir la fabricación y comercialización de las máquinas y los componentes de seguridad.

Nuestra empresa garantiza y asegura que la siguiente documentación, estará y permanecerá disponible en los locales para un posible control eventual:

- El plano de conjunto de la máquina y los planos de los circuitos de mando.
- Los planos detallados y completos, acompañados eventualmente de cálculo, resultados de pruebas, etc., que permitan comprobar que cumple los requisitos esenciales de seguridad y de salud.
- La lista de los requisitos esenciales de anexo I de la Directiva del Consejo 89/392/CEE sobre máquinas de las normas y de las restantes especificaciones técnicas utilizadas para el diseño de la máquina.
- La descripción de las soluciones adoptadas para prevenir los peligros presentados por la máquina.
- Si se desea, cualquier informe técnico o cualquier certificado obtenido de un organismo o laboratorio competente.
- Si se declara la conformidad a una norma armonizada que lo prevea, cualquier informe técnico que dé los resultados de los ensayos efectuados a su elección, bien por él mismo, bien por un organismo o laboratorio competente.
- Un ejemplar del manual de instrucciones de la máquina.

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIZAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

<b>Datos del fabricante:</b>	<b>Fecha:</b>
Nombre: TEJERO	15 - 07 -2014
Dirección: Polígono Ind. Malpica	
Teléfono: 661 384 537	
<b>Datos del producto:</b>	
Tipo: Plegadora de tubo.	
Modelo: Modelo HR-80 CNC v3	
País de fabricación: España	

Figura 14. Certificado CE.

## **Anexo 1.2. Seguridad de la instalación industrial y Prevención de Riesgos Laborales.**

- **Condiciones en los puestos de trabajo.**

En cumplimiento de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, la empresa ha integrado en el sistema de gestión de la misma la prevención de riesgos laborales a través de la implantación y aplicación del Plan de Prevención de Riesgos Laborales.

Los instrumentos para la gestión y aplicación de este plan han sido la evaluación de riesgos laborales y la planificación de la actividad preventiva.

Todos los trabajadores de la empresa disponen de la formación adecuada en materia preventiva, disponen de los equipos de protección individual necesarios, han sido informados de las medidas que han de adoptar en materia de seguridad y salud, y han sido sometidos a controles periódicos de vigilancia de la salud.

- **Condiciones en los puestos de trabajo.**

- **Espacios de trabajo.**

Las dimensiones de los puestos de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para la seguridad y salud y en condiciones ergonómicas óptimas.

Sus dimensiones serán las siguientes: 4 metros de altura desde el piso hasta el techo. En los servicios y oficinas la altura se reducirá a 2,5 metros. Dos metros cuadrados de superficie libre por trabajador. Diez metros cúbicos, no ocupados, por trabajador.

La separación entre las cajas, máquinas y materiales en el puesto de trabajo será suficiente para que los trabajadores puedan ejecutar su labor en buenas condiciones. Cuando el espacio libre disponible no permita que el trabajador tenga la libertad de movimientos necesaria

para desarrollar su actividad, deberá disponer de espacio adicional suficiente en las proximidades del puesto de trabajo.

En las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de exposición a elementos agresivos, las cabinas de pintura y el equipo oxiacetilénico, deberán estar claramente señalizadas.

Los suelos de la nave deberán ser fijos, estables y no resbaladizos, sin irregularidades ni pendientes peligrosas.

- **Vías de circulación.**

Todas las vías de circulación de los lugares de trabajo, tanto las situadas en el exterior del edificio como en el interior y en el muelle de carga, deberán poder utilizarse de forma fácil y con total seguridad para los trabajadores o vehículos que circulen por ellas.

La dimensión del muelle de carga será el suficiente para poder transportar los trenes de aterrizaje.

La anchura de las vías por las que circulen carretillas y/o peatones deberá permitir su paso simultáneo.

Para garantizar la seguridad de los trabajadores, el trazado de las vías de circulación, tanto de trabajadores como de carretillas, deberá estar claramente señalizado.

- **Puertas y portones.**

Los portones de vaivén de paso del almacén a la zona de carga serán transparentes o tendrán partes transparentes que permitan la visibilidad de la zona a la que se accede.

Los portones de carga en la zona de carga que se abren hacia arriba estarán dotados de un sistema de seguridad que impida su caída.

Los portones mecánicos de la zona de carga deberán funcionar sin riesgo para los trabajadores. Tendrán dispositivos de parada de emergencia de fácil identificación y acceso, y podrán abrirse de forma manual.

Los portones destinados básicamente a la circulación de vehículos, de paso del almacén a la zona de carga, dispondrán en su proximidad inmediata de puertas destinadas al paso de peatones.

- **Orden, limpieza y mantenimiento.**

Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de la nave y oficinas y, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en caso de emergencia, permanecerán, en todo momento, libres de obstáculos, de forma que sea posible utilizarlas sin dificultades y sin riesgo para el personal.

Los lugares de trabajo y sus respectivos equipos e instalaciones, se limpiarán periódicamente y siempre que sea necesario, por medio de los propios operarios para mantenerlos en todo momento en condiciones higiénicas adecuadas.

Se eliminarán con rapidez los desperdicios. Las manchas de aceite o grasa se cubrirán con sepiolita hasta su posterior retirada, para evitar resbalones y caídas.

Las operaciones de limpieza no constituirán una fuente de riesgo para los trabajadores que las efectúen, o para terceros. Estas tareas se realizarán en los momentos, y forma más adecuados. Generalmente este tipo de limpiezas se efectuará en momentos de parada de equipos.

El sistema de ventilación, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento y un sistema de control indicará toda avería siempre que sea necesario para la salud de los trabajadores. El sistema de ventilación estará compuesto por tres ventiladores de flujo axial instalados en el tejado.

- **Condiciones ambientales en los lugares de trabajo.**

La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores y empleados.

La temperatura de las oficinas donde se realizan trabajos sedentarios se mantendrá entre 17 y 27°C, mediante la utilización de un equipo de aire acondicionado doméstico con un split de bomba de calor.

Los empleados de la oficina no deberán estar expuestos a corrientes de aire cuya velocidad supere los 0.5 m/s.

Los trabajadores de producción y de almacén no deberán estar expuestos a corrientes de aire cuya velocidad exceda los 0.75m/s.

Para una efectiva ventilación de la nave se utilizarán dos ventanas instaladas en el techo de la nave, que los trabajadores podrán abrir y cerrar. Además están instalados los tres ventiladores coaxiales, que deberán funcionar para mantener unas buenas condiciones de la planta de producción.

- **Iluminación en los lugares de trabajo.**

La iluminación de cada zona o parte de trabajo deberá adaptarse a las características de la actividad que se efectúe en ella, los riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores dependientes de las condiciones de visibilidad.

Los niveles mínimos de iluminación en la oficina serán de 200 lx y los de la nave 100 lx. La distribución de los niveles de iluminación será lo más uniforme posible. Se evitará las variaciones bruscas de luminancia dentro de la zona de operación y entre ésta y sus alrededores, además de los deslumbramientos directos producidos por la luz solar o por las fuentes de luz artificial de alta luminancia.

No se utilizarán focos de luz que perjudiquen la percepción entre objetos en la zona de trabajo. Además no deben de originar riesgos eléctricos, de incendio o de explosión, cumpliendo la normativa.

Las zonas de trabajo en los que un fallo de alumbrado normal suponga un riesgo para la seguridad de los trabajadores, dispondrán de un alumbrado de emergencia de evacuación de seguridad.

- **Servicios higiénicos y zonas de descanso.**

Se dispondrá de vestuario para que los trabajadores se cambien de ropa. Dichos vestuarios dispondrán de asientos, taquillas individuales con llave, con capacidad de poder guardar ropa y calzado. Los armarios tendrán un separador para la ropa de calle y de trabajo. Los vestuarios dispondrán de cuarto de aseo con lavabos, espejos y duchas con agua caliente y fría. Los vestuarios y aseos estarán separados, para el personal masculino y femenino.

Además se dispondrá de un aseo habilitado para personas de movilidad reducida.

- **Material y locales de primeros auxilios.**

Se dispondrá de un cuarto de primeros auxilios con material para primeros auxilios en caso de accidente. Éste será adecuado en cuanto a su cantidad y características, al número de trabajadores y a los riesgos a que estén expuestos. Dispondrá de camilla y fuente de agua potable.

Además se dispondrá de un botiquín portátil en el cuarto de los primeros auxilios que contengan desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, vendas, esparadrapos, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables. Así mismo se dispondrá de tres botiquines portátiles situados en la nave con el mismo equipamiento.

El material de primeros auxilios será revisado cada tres meses y se irá reponiendo tan pronto como caduque o sea utilizado.

- **Protección contra incendios.**

El presente documento da cuenta detallada de la justificación y cumplimiento de que la instalación contra incendios proporcionará los medios adecuados para la prevención y actuación de primer nivel en caso de producirse un incendio en las instalaciones de la nave.

- **Medidas generales de prevención:**

Se deberán extremar las precauciones dependiendo de cada puesto de trabajo. Habrá unas normas particulares para los riesgos propios de cada fase del proceso.

Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a cuadros de alimentación sin utilizar las clavijas homologadas macho-hembra.

Se prohíbe realizar conexiones o derivación sin clavija, en malas condiciones o empalmes inadecuados.

No se permite manipular los cuadros eléctricos o armarios de conexiones sin la capacitación adecuada. En cualquier caso nunca hacerlo en tensión, ni alterar los dispositivos de protección.

Se prohíbe la manipulación de aparatos o maquinaria en caso de tener los pies y/o manos en una zona húmeda.

No mezclar productos químicos por peligro a generar gases tóxicos.

Todos los productos utilizados para la fabricación del tren de aterrizaje deben estar perfectamente identificados, debiendo estar detallado en su etiqueta los riesgos por imprudencia.

No utilizar envases de bebidas o alimentos para contener productos y material de trabajo.

Informarse sobre los equipos de trabajo.

Se deben seguir todas las medidas de seguridad higiene que se indiquen, prestando atención a las señales de advertencia, obligación y prohibición.

El lugar de trabajo se debe mantener en las mejores condiciones posibles de orden y limpieza.

Utilizar correctamente los medios de protección facilitados a los trabajadores.

Se obliga a cumplir todas las medidas de seguridad con el propósito de proteger la seguridad y salud de los trabajadores.

## DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE ATERRIZAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

La iluminación deberá ser suficiente de forma que permita trabajar en las mejores condiciones de seguridad.

En caso de avería en el alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación, deberán estar equipadas con equipos auxiliares de iluminación.

Extremar la higiene personal, sobre todo antes de las comidas y al abandonar el trabajo.

Se prohíbe el consumo de bebidas alcohólicas y la ingesta de cualquier sustancia estupefaciente antes y durante la jornada de trabajo.

- **Riesgos. Trabajos a realizar. Prevenciones.**

La no prevención de estos riesgos produce una serie de accidentes que originan en los trabajadores lesiones y enfermedades:

**Riesgos generales:**

- Caídas al mismo nivel. Producidas principalmente por la falta de limpieza y orden en la fábrica. Originan en el trabajador esguinces, contusiones y heridas con frecuencia alta.
- Caídas de objetos por desplome. Producida por falta de protección colectiva, falta de señalización de peligro, falta de protección individual, suele producir contusiones y heridas.
- Caída de los objetos en manipulación. Debida a la falta de orden en el puesto de trabajo, un incorrecto almacenaje de los materiales necesarios para el trabajo y/o la falta de protección colectiva bajo el lugar de trabajo. Ocasiona frecuentemente contusiones, heridas en el trabajador y daños materiales en la obra.
- Pisadas sobre los objetos. El accidente se produce por falta de orden y limpieza en el trabajo, así como la no

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIZAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

utilización de la medida de protección adecuada (calzado resistente), produciendo en el trabajador esguinces y heridas con infección con demasiada frecuencia.

- Choques contra objetos inmóviles. Producidos por errores de almacenaje y la falta de atención del operario, además de la falta de protección individual, ocasionan en el trabajador heridas y contusiones con, afortunadamente, no demasiada frecuencia.
- Choques contra objetos móviles. Producidos fundamentalmente por falta de orden en la nave industrial, falta de atención en el operario y falta de señalización, producen ocasionalmente contusiones y fracturas en los trabajadores.
- Golpes y cortes con herramientas u otros materiales: son debidos, además de por un mal uso de la protección individual, al mal estado de las herramientas, la falta de atención del operario y la falta de destreza del manejo de las herramientas. Originan en el trabajador con demasiada frecuencia contusiones y pequeñas fracturas.
- Proyección de partículas en los ojos. Originadas, como casi siempre por la falta de protección individual, la realización de operaciones con herramienta inadecuada y la falta de destreza en el manejo de la misma, causan muy frecuentemente contusiones en la cornea y lesiones oculares.
- Atrapamiento por y entre objetos. Se producen por la falta de destreza en el manejo de los materiales, falta de atención del operario, operaciones inadecuadas y ausencia del equipo de protección individual, llegando a producir en ocasiones, además de contusiones y pequeñas fracturas, la pérdida de algún miembro del trabajador.

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIZAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

- Atropellos o golpes con vehículos. Producidos normalmente por la falta de atención del operario y del conductor, se debe también a la falta de señalización de los recorridos de la fábrica, la falta de señales acústicas o de mantenimiento de los vehículos.
- Atrapamiento por vuelco de las máquinas. Producidos por la falta de destreza en el manejo de vehículos o maquinaria, falta de atención del operario o de ausencia de señalización de recorridos, ocasionan contusiones y politraumatismos, y afortunadamente en pocos casos el fallecimiento del trabajador.
- Sobreesfuerzos. Se producen por sobrecarga en el transporte manual o en el izado de materiales, o una postura inadecuada en el manejo de cargas de manera continua. Estos sobreesfuerzos generan en el trabajador, lumbalgias y hernias, además de problemas musculares.
- Contactos térmicos. Producidos normalmente por el desconocimiento del estado o la situación de los elementos a altas temperaturas, debido sobre todo a la distracción del operario y a la ausencia de la protección individual adecuada. No son muy frecuentes, pero originan quemaduras e infecciones en el trabajador.
- Contactos eléctricos. Se producen por falta de protección colectiva en los medios auxiliares, falta de orden en el sistema eléctrico y un uso inadecuado de la protección individual, ocasionando en el trabajador quemaduras con heridas, e incluso paradas cardiorespiratorias.
- Exposición a sustancias nocivas. Producido por la falta de orden en el almacenaje, falta de indicativos de advertencia en los envases y un uso excesivo y continuado de productos tóxicos sin la adecuada protección individual. Ocasionan al trabajador, con poca frecuencia,

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIZAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

intoxicaciones, mareos, y afecciones digestivas y pulmonares.

- Contacto con sustancias causticas o corrosivas. Producidas por el desconocimiento del operario, la falta de etiquetado, defecto de envasado y, por supuesto, la no utilización de protecciones individuales, ocasionando en el trabajador quemaduras, dermatitis y afecciones digestivas y pulmonares, aunque con poca frecuencia.
- Incendios. Producidos por la falta de orden en el almacenaje de las materias inflamables o por focos de ignición en lugares inadecuados con falta de elementos de protección colectiva. Ocasionan, aunque no con demasiada frecuencia, quemaduras, infecciones, intoxicaciones y la muerte del trabajador.
- Exposición a ruido y vibraciones. Producidas por ambientes con excesivo ruido o trabajos con muchas vibraciones. Ocasionan al trabajador sordera profesional o hipoacusia, cataratas por energía radiante, enfermedades osteoarticulares con baja frecuencia.

**Medidas de prevención generales:**

- El responsable de fábrica deberá revisar los equipos antes de su primera utilización.
- Los equipos deben estar sellados con el símbolo CE, adjuntar el manual de instrucciones y un libro de mantenimiento con todas sus revisiones al día.
- Todos los operarios deben conocer la máquina que van a manejar en todo momento, con la finalidad de prevenir los accidentes laborales.
- Se prohíbe la manipulación de los equipos por personal no especializado.
- Se deberá avisar de cualquier anomalía (vibraciones, deterioros, etc...) en los equipos. Si es preciso, se

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

inmovilizará el equipo hasta que se haya solucionado esa mal función.

- Los cables, clavijas, conexiones, etc., deberán ser revisadas antes de su puesta en funcionamiento.
- No se debe llevar en los bolsillos ninguna herramienta punzante o cortante.
- Los equipos deben usarse con las medidas de protección individuales necesarias.

**Trabajos:**

**Corte y soldadura:**

Riesgos:

Caídas de objetos por manipulación.

Riesgo TOLERABLE (consecuencia LEVE, probabilidad MEDIA). TRIVIAL tras medidas de seguridad.

Golpes y cortes con herramientas u otros materiales.

Riesgo TOLERABLE (consecuencia LEVE, probabilidad MEDIA). TRIVIAL tras medidas de seguridad.

Proyección de partículas en los ojos.

Riesgo TOLERABLE (consecuencia GRAVE, probabilidad BAJA). TRIVIAL tras medidas de seguridad.

Exposición a ruido y vibraciones.

Riesgo TOLERABLE (consecuencia LEVE, probabilidad MEDIA). TRIVIAL tras medidas de seguridad.

Contactos eléctricos.

Riesgo TOLERABLE (consecuencia GRAVE, probabilidad BAJA). TRIVIAL tras medidas de seguridad.

Caída de los objetos en manipulación.

Riesgo MODERADO (consecuencia GRAVE, probabilidad MEDIA). TRIVIAL tras medidas de seguridad.

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

Medidas preventivas y protecciones colectivas.

Se almacenará todo el material previo a la manipulación, y posterior a la misma en los soportes dedicados a tal efecto.

Prohibido fumar durante la realización de los trabajos.

Iluminación suficiente en la zona de trabajo.

Las herramientas cumplirán con la normativa.

Equipo de protección individual.

Calzado con puntera reforzada.

Calzado de seguridad con suela aislante y antideslizante.

Gafas de seguridad anti impactos.

Protectores auditivos.

Mascarillas anti polvo para ambientes pulvígenos.

Guantes de cuero.

Ropa de trabajo impermeable.

Cinturones portaherramientas.

Fajas de protección dorsolumbar.

**Curvado de tubos:**

Riesgos:

Caídas de objetos en manipulación.

Riesgo TOLERABLE (consecuencia LEVE, probabilidad MEDIA). TRIVIAL tras medidas de seguridad.

Golpes con herramientas u otros materiales.

Riesgo TOLERABLE (consecuencia LEVE, probabilidad MEDIA). TRIVIAL tras medidas de seguridad.

Proyección de partículas en los ojos.

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

Riesgo TOLERABLE (consecuencia GRAVE, probabilidad BAJA). TRIVIAL tras medidas de seguridad.

Exposición a ruido y vibraciones.

Riesgo TOLERABLE (consecuencia LEVE, probabilidad MEDIA). TRIVIAL tras medidas de seguridad.

Contactos eléctricos.

Riesgo TOLERABLE (consecuencia GRAVE, probabilidad BAJA). TRIVIAL tras medidas de seguridad.

Caída de los objetos en manipulación.

Riesgo MODERADO (consecuencia GRAVE, probabilidad MEDIA). TRIVIAL tras medidas de seguridad.

Medidas preventivas y protecciones colectivas.

La zona de actuación deberá permanecer acotada, libre de obstáculos y limpia de residuos.

Iluminación suficiente de la zona de trabajo.

Equipo de protección individual.

Calzado con puntera reforzada.

Calzado de seguridad con suela aislante y antideslizante.

Gafas de seguridad antiimpactos.

Protectores auditivos.

Guantes de cuero.

Ropa de trabajo adecuada.

Fajas de protección dorsolumbar.

**Perforado de tubo:**

Riesgos:

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIZAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

Caídas de objetos en manipulación.

Riesgo TOLERABLE (consecuencia LEVE, probabilidad MEDIA). TRIVIAL tras medidas de seguridad.

Golpes con herramientas u otros materiales.

Riesgo TOLERABLE (consecuencia LEVE, probabilidad MEDIA). TRIVIAL tras medidas de seguridad.

Proyección de partículas en los ojos.

Riesgo TOLERABLE (consecuencia GRAVE, probabilidad BAJA). TRIVIAL tras medidas de seguridad.

Exposición a ruido y vibraciones.

Riesgo TOLERABLE (consecuencia LEVE, probabilidad MEDIA). TRIVIAL tras medidas de seguridad.

Contactos eléctricos.

Riesgo TOLERABLE (consecuencia GRAVE, probabilidad BAJA). TRIVIAL tras medidas de seguridad.

Medidas preventivas y protecciones colectivas.

La zona de actuación deberá permanecer acotada, libre de obstáculos y limpia de residuos.

Iluminación suficiente de la zona de trabajo.

Equipo de protección individual.

Calzado con puntera reforzada.

Gafas de seguridad antiimpactos.

Protectores auditivos.

Guantes de cuero.

Ropa de trabajo adecuada.

Fajas de protección dorsolumbar.

### **Estampación:**

#### Riesgos:

Caídas de objetos en manipulación.

Riesgo TOLERABLE (consecuencia LEVE, probabilidad MEDIA). TRIVIAL tras medidas de seguridad.

#### **Golpes con herramientas u otros materiales.**

Riesgo TOLERABLE (consecuencia LEVE, probabilidad MEDIA). TRIVIAL tras medidas de seguridad.

Proyección de partículas en los ojos.

Riesgo TOLERABLE (consecuencia GRAVE, probabilidad BAJA). TRIVIAL tras medidas de seguridad.

Exposición a ruido y vibraciones.

Riesgo TOLERABLE (consecuencia LEVE, probabilidad MEDIA). TRIVIAL tras medidas de seguridad.

Contactos eléctricos.

Riesgo TOLERABLE (consecuencia GRAVE, probabilidad BAJA). TRIVIAL tras medidas de seguridad.

Caída de los objetos en manipulación.

Riesgo MODERADO (consecuencia GRAVE, probabilidad MEDIA). TRIVIAL tras medidas de seguridad.

Medidas preventivas y protecciones colectivas.

La zona de actuación deberá permanecer acotada, libre de obstáculos y limpia de residuos.

Iluminación suficiente de la zona de trabajo.

Medidas de protección de la maquinaria en perfecto estado.

Equipo de protección individual.

Calzado con puntera reforzada.

Calzado de seguridad con suela aislante y antideslizante.

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIZAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

Gafas de seguridad antiimpactos.

Protectores auditivos.

Guantes de cuero.

Ropa de trabajo adecuada.

Fajas de protección dorsolumbar.

**Soldadura:**

Riesgos:

Caídas de objetos en manipulación.

Riesgo TOLERABLE (consecuencia LEVE, probabilidad MEDIA). TRIVIAL tras medidas de seguridad.

Golpes con herramientas u otros materiales.

Riesgo TOLERABLE (consecuencia LEVE, probabilidad MEDIA). TRIVIAL tras medidas de seguridad.

Proyección de partículas en los ojos.

Riesgo MODERADO (consecuencia GRAVE, probabilidad MEDIA). TRIVIAL tras medidas de seguridad.

Exposición a ruido y vibraciones.

Riesgo TOLERABLE (consecuencia LEVE, probabilidad MEDIA). TRIVIAL tras medidas de seguridad.

Contactos eléctricos.

Riesgo MODERADO (consecuencia GRAVE, probabilidad MEDIA). TRIVIAL tras medidas de seguridad.

Medidas preventivas y protecciones colectivas.

La zona de actuación deberá permanecer acotada, libre de obstáculos y limpia de residuos.

Iluminación suficiente de la zona de trabajo.

Medidas de protección de la maquinaria en perfecto estado.

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIZAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

Las salidas de humos estarán conectadas durante los trabajos que allí se realicen.

Equipo de protección individual.

Calzado con puntera reforzada, suela aislante y antideslizante.

Gafas de soldadura.

Guantes de cuero.

Ropa de trabajo adecuada.

**Pintura:**

Riesgos:

Proyección de partículas en los ojos

Riesgo MODERADO (consecuencia GRAVE, probabilidad MEDIA). TRIVIAL tras medidas de seguridad.

Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas.

Riesgo TOLERABLE (consecuencia LEVE, probabilidad MEDIA). TRIVIAL tras medidas de seguridad.

Exposición a sustancias nocivas.

Riesgo TOLERABLE (consecuencia GRAVE, probabilidad BAJA). TRIVIAL tras medidas de seguridad.

Incendios.

Riesgo TOLERABLE (consecuencia GRAVE, probabilidad BAJA). TRIVIAL tras medidas de seguridad.

Medidas preventivas y protecciones colectivas.

Prohibido fumar, comer o usar cualquier cosa que produzca chispas, en lugares donde se manipulen pinturas que contengan disolventes orgánicos o pigmentos tóxicos. La mezcla de aire y

## DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE ATERRIZAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

vapor del disolvente deberá permanecer por debajo de los límites de exposición.

Las pinturas, disolventes y demás sustancias tóxicas o inflamables serán almacenados y manipulados según las indicaciones del fabricante. Se realizará en los lugares indicados para tal efecto, alejados de las altas temperaturas.

Las pistolas de pintura se utilizarán siguiendo las indicaciones del fabricante. Al igual que para su limpieza.

Prohibido realizar trabajos de soldadura y oxicorte próximos a pinturas.

Equipo de protección individual.

Calzado de seguridad con suela aislante y antideslizante.

Gafas de seguridad antiimpactos.

Protectores auditivos.

Guantes de goma o PVC.

Ropa de trabajo adecuada.

### **NORMAS DE APLICACIÓN:**

Es de aplicación el CTE documento básico SI corregido a 26 de junio de 2013 en las zonas no destinadas a uso industrial, como zonas de oficinas y vestuarios.

- **Conformidad a las restricciones de ocupación.**

La altura máxima de evacuación ascendente del edificio es inferior a 5 metros y no se destinan a la ocupación habitual de personas ninguna zona en que los recorridos de evacuación precisen salvar una altura en sentido ascendente de 5 metros.

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIZAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

La altura máxima de evacuación del edificio no es superior a 6 metros, por lo que no existen restricciones, en cuanto a la ocupación habitual por personas, en ninguno de los sectores de incendios del edificio.

o **Instalaciones de protección contra incendios.**

A continuación se describen las instalaciones de protección contra incendios del edificio, cuya dotación es conforme a las exigencias de los Reglamentos que son de aplicación en la instalación.

1. Sistema de comunicación de alarma:

Como la suma de la superficie construida de todos los sectores de incendio del establecimiento industrial no es de 10.000 m<sup>2</sup>, no es obligatorio instalar un sistema de comunicación de alarma, pero para ofrecer más seguridad, se instalarán dos sirenas electrónicas con foco de 24v, que se activaran por medio de cada uno de los 5 pulsadores distribuidos por la nave.

2. Extintores de incendio:

Se instalarán extintores de incendio portátiles en todos los sectores de la instalación. El emplazamiento de los mismos, permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles. Estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse un incendio y su distribución será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor, no supere los 15 metros.

Se han proyectado los siguientes extintores de incendios:

SECTOR	Nº Extintores	Tipo	Eficacia
OFICINAS	1	Polvo ABC	27 A
PRODUCCIÓN	8	Polvo ABC	27A

Tabla 5. Distribución de extintores

### 3. Alumbrado de emergencia:

De acuerdo con la normativa vigente, la instalación contará sistema de alumbrado de emergencia de 300 lx en las vías de evacuación y los sectores de incendio del edificio.

La instalación o cuadro de control de las instalaciones técnicas de servicios o de los proceso también deberá de contar con un alumbrado de emergencia.

La instalación de los sistemas de alumbrado de emergencia cumplirán las siguientes condiciones:

- a) Será fija. Estará provista de fuente propia de energía y entrará automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo del 70 por ciento de su tensión nominal de servicio.
- b) Mantendrá las condiciones de servicio durante una hora desde el momento en que se produzca el fallo.
- c) Proporcionará una iluminancia de un lux en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación.
- d) La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y mínima sea menor de 40.

### 4. Señalización:

Se procederá a la señalización de las salidas de uso habitual o de emergencia, así como la de los medios de protección contra incendios de utilización manual, cuando no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona corregida.

- **Plan de emergencia.**

La extinción de incendios es una labor de equipo, y ésta debe programarse detalladamente con suficiente antelación.

## DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE ATERRIZAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

El plan de Emergencia deberá estar disponible permanentemente en un lugar accesible, conocido y seguro y comprenderá como mínimo los siguientes aspectos:

- Plano actualizado del edificio. Plano 01.21.

- Plano de la red de hidrantes de incendios, las instalaciones de protección contra incendios de que disponga el edificio, y las vías de evacuación. Plano 01.24.

El alumbrado de emergencia estará acorde con la norma UNE 20-062-73 "Aparatos autónomos para alumbrados de emergencia".

- o **Organización de equipos:**

El equipo de emergencia estará formado por tres elementos:

1. Los miembros de la primera intervención (E.P.I.) encargados de afrontar las emergencias tipo 1. Estará formado por el mismo personal de la planta. Su función es la de advertir e intervenir, siendo la fuerza de acción inmediata con los medios disponibles. El equipo de primera intervención estará formado por tres operarios de la zona de producción.
2. Los miembros de la segunda intervención (E.S.I.) que actuarán con medios más importantes, propios o ajenos, una vez que se ha dado la alarma y se encargarán de afrontar emergencias de tipo 2. Estará formado por los miembros de E.P.I., el encargado de almacén y el jefe de producción. Este último deberá encargarse de coordinar al resto de los miembros del E.S.I. y de sustituir al Director de la emergencia en ausencia del mismo.
3. Vigilantes de servicio, durante los periodos en los que la factoría está parada. Son los encargados de avisar al servicio de bomberos.

## DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE ATERRIZAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

La notificación de incidente será realizada por cualquier persona que detectase la situación de riesgo. Se avisará, verbalmente o por teléfono al mando más inmediato de la instalación, del tipo de emergencia ocurrida.

El director de la emergencia es el mayor categoría existente en el momento de producirse la situación de emergencia. Éste será el coordinador de la misma mientras dure la situación de riesgo y hasta que los servicios de emergencia se hagan cargo de la misma.

Tendrá facultad para ordenar el paro de las instalaciones y en caso necesario para evacuar al personal que trabaja en las mismas.

### ○ **Plan de evacuación:**

La ocupación del edificio de la nave en la que se localizará la instalación, así como las construcciones anexas a la misma, es mínima, por lo que se considera que la evacuación del personal puede hacerse por las puertas principales de la nave.

Todas las puertas de la instalación, tales como servicios, oficinas, salas d espera, etc. deberán comunicar bien con la propia nave o directamente con el exterior, por lo que la evacuación del personal no revestirá problemas de dimensionamiento de pasillos, salidas u ocupación de recintos.

Las puertas de la nave serán de apertura manual con deslizamiento por guía corredera y estarán dimensionadas con la normativa vigente.

No se dan las circunstancias para que alguna de las puertas pudiera bloquearse.

En el caso de tener que evacuar la planta, los operarios de la instalación lo harán de forma ordenada, lo más rápidamente

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

posible, manteniendo la calma, y acudirán a sus puestos de concentración situados en zonas concretas, en el exterior de las instalaciones.

No circularán vehículos que no tengan la misión específica de Emergencia.

Los vehículos aparcados, caso de no ser afectados, o que estuvieran circulando en ese momento, se interrumpirán y solo se permitirán las llamadas motivadas por el siniestro.

El Director de la emergencia será el responsable de llamar a los servicios de emergencia a través del 112.

La instalación dispondrá de vías de acceso y escape adecuadas y correctamente señalizadas.

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H



**ANEXO 2. CONDICIONES GENERALES,  
TÉCNICAS Y ECONÓMICAS.**

## **ANEXO 2.1. CONDICIONES GENERALES Y ECONÓMICAS**

### **Anexo 2.1.1. Objeto del pliego**

Este documento tiene por objetivo establecer y regular las condiciones en las que deberá ejecutarse el proyecto, garantizando el cumplimiento de todos los requerimientos legales.

El proyecto al que hace referencia este pliego proporciona todos los diseños, instrucciones, planos y especificaciones para poner en marcha una instalación industrial dedicada a la fabricación del tren de aterrizaje de un helicóptero BELL UH-1H.

La ejecución del proyecto implicará, entre otros, la realización de lo siguientes trabajos:

- Instalación de maquinaria,
- Instalación de líneas eléctricas de potencia y alumbrado,
- Instalación de línea de aire comprimido,
- Instalación de elementos y sistemas de extinción de incendios,
- Instalación de elementos de seguridad y de evacuación en caso de emergencia.

### **Anexo 2.1.2. Régimen jurídico**

Antes del comienzo de los trabajos serán preceptivas las notificaciones, licencias y autorizaciones requeridas por la Administración Pública. La responsabilidad legal por el comienzo de los trabajos sin las debidas licencias y autorizaciones, recaerá totalmente sobre el propietario. La fecha de comienzo será comunicada por escrito y llevará las firmas del director del proyecto y del director técnico de la instalación.

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

La solicitud de inscripción en el Registro Industrial se cursará en conformidad con lo establecido en el RD 2135/80 y requerirá la presentación ante el órgano administrativo correspondiente del proyecto redactado y firmado por un técnico competente y visado por el colegio profesional al que pertenece.

La normativa aplicada a las instalaciones es la siguiente:

- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales (BOE, 10 de Nov. de 1995).
- Ley 21/1992 por la que se establecen las normas básicas de ordenación de las actividades industriales por las Administraciones Públicas.
- RD 485/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de señalización de seguridad y de salud en el trabajo.
- RD 486/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- RD 773/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- RD 1215/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- RD 1495/1986, por el que se aprueba el reglamento de seguridad en máquinas.
- RD 1435/1992, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva 89/392/CEE, sobre máquinas.
- RD 1644/2008, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- RD 842/2002 por el que se establece el reglamento electrotécnico para baja tensión, (BOE, 18 de septiembre de 2002).

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

- RD 614/2001, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- RD 1942/1993, por el que se aprueba el reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- RD 786/2001, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- RD 2667/2004, por el que se aprueba el reglamento de instalaciones de protección contra incendios en los establecimientos industriales.
- RD 769/1999, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 97/23/CE, relativa a los equipos de presión, (BOE, 31 de Mayo de 1999).

### **Anexo 2.1.3. Dirección de los trabajos**

El director técnico será el responsable de dirigir y controlar los trabajos de acuerdo a lo previsto específicamente en el proyecto. Siendo el contratista la persona o entidad que asume el proyecto y se encarga de ejecutarlo, corresponde a la dirección técnica:

- Facilitar al contratista todos los documentos del proyecto y suplir, incluso con su cálculo, aquello que deba modificarse.
- Comunicar al contratista las instrucciones para aclarar, interpretar o modificar la información del proyecto.
- Practicar los reconocimientos que considere necesarios, recabando del contratista los datos precisos.
- Emitir las disposiciones de orden técnico o facultativo sobre la instalación. Dar instrucciones y supervisar el cumplimiento de las normas de seguridad.

#### **Anexo 2.1.4. Medidas de seguridad**

Durante los trabajos se cumplirán y se respetarán las instrucciones generales y regulaciones particulares en materia laboral. La referencia legal que sirve como soporte básico para el desarrollo de la actividad laboral es la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

El contratista adoptará las medidas necesarias con el fin de que los equipos sean adecuados para las tareas a realizar y convenientemente adaptados a tal efecto, de forma que garanticen la seguridad y salud de los trabajadores al utilizarlos.

El contratista y las empresas subcontratadas deberán proporcionar a sus trabajadores equipos de protección personal homologados y velar por su uso cuando por la naturaleza de los trabajos sea necesaria su utilización. Si varias empresas subcontratadas participan en los trabajos de instalación, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre riesgos laborales.

#### **Anexo 2.1.5. Contratación**

La contratación se realizará de acuerdo al RD 2720/1998, que establece las bases de los contratos de duración determinada.

El contrato deberá especificar con precisión y claridad el carácter de la contratación e identificar suficientemente la obra o servicio que constituya su efecto. La duración del contrato será la del tiempo exigido para la realización de los trabajos.

El contrato será formalizado por escrito mediante documento privado y podrá elevarse a escritura pública, a petición de cualquiera de las partes y con arreglo a las disposiciones vigentes. El contrato será firmado por el propietario y el contratista de acuerdo con las cláusulas que queden estipuladas entre ambas partes. Podrá ser rescindido por cualquiera de las causas conocidas como válidas en la legislación o en las cláusulas del mismo.

## DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE ATERRIAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

El contratista se comprometerá a ejecutar los trabajos de instalación ajustándose en todo momento a lo dispuesto en el proyecto y a las instrucciones que le sean facilitadas por el director técnico. Si entre la redacción del proyecto y la firma del contrato hubiera transcurrido un periodo de tiempo elevado, tanto el propietario como el contratista podrán solicitar la redacción de un nuevo presupuesto.

Las diferencias o faltas de acuerdo en el cumplimiento del contrato serán resueltas por vía judicial, pudiendo no obstante, acatar el fallo dictaminado por un tercer perito o tribunal nombrado a tal efecto.

### **Anexo 2.1.6. Valoraciones**

El director técnico expondrá una relación valorada de los trabajos completamente terminados. Si fuera necesario valorar trabajos incompletos, se practicará una deducción del 10% sobre el presupuesto inicial.

Los componentes y materiales serán valorados según las unidades que corresponda a cada uno de acuerdo a lo que se determina en el presupuesto. No se abonarán otros componentes o materiales que estén fuera del objeto del proyecto, salvo que hayan sido omitidos y sean imprescindibles para la ejecución del proyecto.

La valoración de modificaciones posteriores, no motivadas por un mal funcionamiento, deberá acordarse entre las partes.

### **Anexo 2.1.7. Plazos de ejecución**

La instalación se ejecutará en el plazo establecido de acuerdo al programa de trabajo. En el caso de superar este plazo el contratista se hará cargo de todos los gastos.

El incumplimiento de los plazos de entrega supondrá una penalización de un 10% del total presupuestado, siempre y cuando las causas sean ocasionadas por el contratista. En el contrato podrán establecerse otro tipo de penalizaciones.

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

Toda disminución de la capacidad de producción de la instalación será subsanada por el contratista en el menor tiempo posible, modificando la instalación si fuera necesario.

**Anexo 2.1.8. Seguros de riesgo**

El contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante el tiempo que dure su ejecución hasta la entrega definitiva. El contratista deberá hacer una póliza de responsabilidad civil para daños causados a terceros.

El propietario deberá ser enterado de la póliza contratada. La póliza no podrá sustituir al seguro obligatorio de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

En caso de siniestro, el importe abonado por la entidad aseguradora, se ingresará a nombre del propietario para pagar la instalación a medida que ésta se vaya realizando.

## **Anexo 2.2. CONDICIONES TÉCNICAS Y PARTICULARES**

### **Anexo 2.2.1. Características de los suministros**

No será aceptado ninguna máquina, material o equipo que no cumpla las correspondientes especificaciones de seguridad y salud. Todos incluirán el marcado CE.

En todos los casos, deberán tener las características necesarias para desarrollar las operaciones y trabajos para los que fueron concebidos.

El proveedor deberá facilitar toda la documentación necesaria para la instalación, operación y mantenimiento.

Se comprobará el estado de los embalajes y el estado de las superficies de los materiales y equipos suministrados. En el caso de observar defectos, se pondrán en conocimiento del proveedor.

### **Anexo 2.2.2. Recepción e instalación de máquinas**

No será aceptada ninguna máquina que no se ajuste a lo especificado en el contrato de compra. Además del marcado CE, todas las máquinas dispondrán de su correspondiente manual de instrucciones. Cada máquina tendrá en sitio bien visible la placa de características técnicas y se dispondrá de toda la información necesaria sobre la máquina o equipo y sobre las medidas de seguridad que se han de aplicar durante su utilización.

Se comprobará que todas las máquinas llevan los medios de protección adecuados al tipo de riesgo que conllevan y que todas tienen un dispositivo de parada de emergencia en un lugar accesible para el operario.



Figura 15. Brazo grua Carlstahl

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

Para el traslado del conjunto montado se usará un brazo de grúa para apiladora de la marca Carlstahl, que se acoplará a cualquiera de las dos máquinas elevadoras Toyota Traigo 80.

A continuación se indica la relación de máquinas que formarán parte de la instalación y los dispositivos de seguridad que incluye cada una:

- Curvadora hidráulica Tejero modelo HR 80 CNC V3. Los dispositivos de seguridad necesarios serán un cordón perimetral para evitar la proximidad de cualquier empleado durante su trabajo. El proceso de trabajo comienza después de introducir el perfil a doblar y activarse desde su puesto de control.
- Cabina de pintura GM 7000. Como cualquier cabina de pintura, los operarios deberán usar los EPI,s (Equipos de protección individual), compuesto de mono, mascara, guantes, gafas y pantallas protectoras para los ojos. Además, la cabina de pintura tendrá un sistema de protección frente a los gases inflamables.
- Prensa excéntrica marca BELT modelo BREND 80. Para poder accionar esta potente prensa, el dispositivo de seguridad obliga a accionarla usando ambas manos, de tal manera que sea imposible introducir nada en la parte de la maquinaria que ejerce la presión sobre el metal a prensar.
- Puesto de soldadura TIG Convex Vision 2020 h 210. En este puesto, el operario debe portar su EPI específico para la soldadura. Guantes, protectores oculares, etc. La zona de soldadura y corte estará separada del resto de la nave mediante unos mamparos. También habrá instalado en esa zona un extractor de aire.
- Taladro Ridgid modelo HC 450. La medida de seguridad más importante es que sin existir tensión en la cadena soporte, el taladro no se puede activar, de tal manera que no se podría encender de manera accidental.

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

Todas las máquinas llevarán su correspondiente documento de garantía, de manera que durante el periodo de vigencia, el proveedor se compromete a cumplir las condiciones establecidas en ella.

Todos los equipos se colocarán en los espacios asignados. Si esto no fuera posible por el desarrollo de las tareas de instalación, se mantendrán provisionalmente en sitio adecuado y resguardado. La fijación de las máquinas se realizará cumpliendo las condiciones de cimentación adecuadas para el anclaje y a través de los correspondientes elementos de amortiguación y aislamiento.

El proveedor debe asegurar el correcto funcionamiento. El técnico instalador será el encargado de realizar las pruebas correspondientes y de entregar la máquina en perfecto estado.

Se realizarán las siguientes pruebas de funcionamiento:

- En máquinas-herramientas: alimentación eléctrica, inyección de refrigerante, velocidad límite alcanzada por el cabezal, fijación de la bancada, velocidad de desplazamiento de los carros, funcionamiento correcto del control numérico, posiciones límite de trabajo,...
- En otro tipo de máquinas y equipos de proceso: alimentación eléctrica, alimentación hidráulica o neumática, procesado de diferentes tipos de materiales, tiempos de ejecución de operaciones simples, velocidades máximas de trabajo,...
- Instalaciones de acabado, cabinas de pintura, equipos de soldadura,...: comprobación de la capacidad de extracción en atmósferas sobresaturadas.
- Equipos de elevación y transporte: carga máxima, desplazamiento-elevación con carga máxima, potencia y consumo de motores,...

El parque de máquinas elevadoras se compondrá, como ya se comentó anteriormente, de dos máquinas eléctricas modelo Nissan 30 UGD02A30PQ, atendiendo a las siguientes normas y resoluciones especificadas en los distintos Boletines Oficiales del Estado:

## DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE ATERRIZAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

- BOE número 24 del 28 de enero de 2009 por el que se establece la formación de todo empleado que ejerza su trabajo en una carretilla elevadora.
- BOE número 159 de 4 de julio de 1985 por el que se prorroga la fabricación y normas a seguir para ello de carretillas elevadoras, de carga frontal y de conductor sentado.
- Normativa sobre los niveles de Ruido y Emisiones Sonoras en el entorno debido a las máquinas de uso al aire libre: Directiva 98/37/CE.
- Normativa relativa a la aproximación de la legislación de los Estados miembros sobre máquinas: Directiva 98/37/CE.
- Directiva 94/9/CE relativa a la aproximación de la legislación sobre los aparatos y sistemas de protección para uso en atmosferas potencialmente explosivas.
- Reglamento sobre la responsabilidad civil y seguro en la circulación de vehículos a motor: Real Decreto 7/2001.
- Ley 22/1994 de Responsabilidad civil por los daños causados por productos defectuosos.

### **Anexo 2.2.3. Ejecución de las instalaciones**

El contratista es el responsable de los problemas que se deriven de la ejecución de las instalaciones, de la falta de materiales o de los defectos que se puedan producir. Serán de su cuenta y riesgo todos los medios auxiliares necesarios par puesta en marcha y ejecución de los trabajos.

- La instalación eléctrica deberá ser capaz de proporcionar la potencia necesaria demandada por cada máquina y por la instalación en su conjunto. Cumplirá la normativa legal vigente y las prescripciones de carácter específico.

La instalación incluirá el sistema de iluminación y el sistema eléctrico de emergencia y se comprobará que el alumbrado es satisfactorio en todas las áreas.

## DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE ATERRIZAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

- La instalación de protección contra incendios será realizada por una empresa instaladora autorizada. Instaladores y mantenedores cumplirán los requisitos que para ellos establece la normativa. El titular de la instalación deberá solicitar a un organismo facultado la inspección periódica.
- La instalación de aire comprimido suministrará la presión y el caudal de aire necesario para la alimentación de todas las máquinas y equipos, así como llegar a cada uno de los puntos donde es necesario su uso. Se comprobará que no existen fugas en todo el circuito.

El director técnico comprobará la correcta ejecución de las instalaciones y presentará un informe detallado de los trabajos, pruebas y controles realizados. En el caso de observar deficiencias, el director técnico tendrá capacidad para exigir modificaciones o tomar las medidas que considere oportunas, fijando un plazo de subsanación.

### **Anexo 2.2.4. Planificación y seguimiento de los trabajos**

Se establecerá un programa de trabajo que deberá contar con la aprobación del director técnico. Una vez aprobado, éste será obligatorio para el contratista. En la elaboración del programa se tendrán en cuenta:

- Las unidades o partes principales que integran el proyecto.
- Los medios necesarios (materiales, equipos, instalaciones, personal) para la ejecución de los trabajos.

Se entregará una valoración semanal del programa previsto.

El cliente podrá supervisar por sí mismo o por inspectores debidamente autorizados a su cargo los trabajos realizados. Las inspecciones no deberán producir perturbaciones o retrasos, excepto si se observan faltas justificadas en la calidad.

### **Anexo 2.2.5. Propiedad industrial**

La totalidad de la instalación pasará a propiedad y riesgo del cliente (propietario) en la fecha de recepción y pago del último plazo, siendo hasta ese momento propiedad del contratista.

El contratista será responsable de las deficiencias solamente en el caso de que el cliente siga las instrucciones de mantenimiento y explotación y que no efectúe ninguna modificación sin la correspondiente aprobación. La garantía del conjunto de la instalación no cubrirá los defectos que provengan de una utilización inadecuada. Esta garantía permanecerá vigente durante el periodo fijado por el contratista.

Si la realización del proyecto operando de acuerdo a las instrucciones del contratista constituyese una infracción a terceros en patente o en derechos de propiedad industrial, el contratista será el único responsable.

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H



**ANEXO 3. DETALLE DEL PRESUPUESTO**

## ANEXO 3.1. PRESUPUESTOS PARCIALES

### ANEXO 3.1.1. OFICINAS.

#### Anexo 3.1.1.1. Mobiliario y accesorios.

Denominación	Unidades	Precio Unidad	Total
Sillón dirección rocada	1	349,29 €	349,29 €
Silla giratoria contacto	1	264,77 €	264,77 €
Sillón confidente dirección	14	260,66 €	3.649,24 €
Mesa despacho	3	3.500,00 €	10.500,00 €
Mesa secretario	1	769,00 €	769,00 €
Mesa de junta	1	2.000,00 €	2.000,00 €
Mesa de centro	1	98,28 €	98,28 €
Armario oficina	4	300,00 €	1.200,00 €
Modulo espera	3	142,14 €	426,42 €
Lámpara halógena sobremesa	3	51,17 €	153,51 €
Lámpara fluorescente con base	1	83,99 €	83,99 €
Panel durable para 24 llaves	1	29,90 €	29,90 €
Caja de seguridad ignifuga sentry SO 607	1	454,29 €	454,29 €
Cenicero para exteriores arena	3	112,75 €	338,25 €
Papelera metálica ignífuga 20l	6	32,60 €	195,60 €
Expositor de pie curvo	1	155,66 €	155,66 €
Destructor Raxel V35 WS	1	63,50 €	63,50 €
Pizarra reuniones 700x1000mm	1	79,47 €	79,47 €
Teléfono fax	6	100,00 €	600,00 €
Fotocopiadora HP	2	1.423,00 €	2.846,00 €
Cajones oficina	4	250,00 €	1.000,00 €
Perchero	2	82,31 €	164,62 €
			<b>25.421,79 €</b>

Tabla 5. Mobiliario y accesorios.

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIZAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

**Anexo 3.1.1.2. Red informática.**

<b>Denominación</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio Unidad</b>	<b>Total</b>
Ordenador de sobremesa HP	4	999,00 €	3.996,00 €
Impresora multifunción HP	4	90,00 €	360,00 €
Tarjetas de red	4	400,00 €	1.600,00 €
Plotter HP	1	1.600,00 €	1.600,00 €
Proyector HP	1	665,00 €	665,00 €
			<b>8.221,00 €</b>

Tabla 6. Red informática.

**TOTAL OFICINAS: 33.642,00 €**

**ANEXO 3.1.2. EQUIPO ALMACEN**

<b>Denominación</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio Unidad</b>	<b>Total</b>
Brazo grua Carl Stahl	2	500,00 €	1.000,00 €
Carretilla elevadora TOYOTA Traigo 80	2	35.900,00 €	71.800,00 €
Ordenador HP	1	999,00 €	999,00 €
Impresora HP	1	90,00 €	90,00 €
Armario ordenador	1	250,00 €	250,00 €
Traspaleta manual 2.500 kg	1	259,00 €	259,00 €
			<b>74.398,00 €</b>

Tabla 7. Equipo almacén.

### ANEXO 3.1.3. INSTALACIONES

#### Anexo 3.1.3.1. Instalación eléctrica.

Denominación	Unidades	Precio Unidad	Total
Caja general protección	1	245,50 €	245,50 €
Contador trifásico 400V	1	315,50 €	315,50 €
Voltímetro reactivo 400V	1	200,00 €	200,00 €
ICPM tripolar 1000A	1	102,50 €	102,50 €
ICPM tripolar 900A	1	102,50 €	102,50 €
Interruptor diferencial 300 mA	2	160,00 €	320,00 €
Interruptor diferencial 100 mA	1	140,00 €	140,00 €
Interruptor diferencial 30 mA	2	50,00 €	100,00 €
Interruptor automático 20 A	2	23,67 €	47,34 €
Interruptor automático 4 A	2	19,95 €	39,90 €
Interruptor automático 16 A	2	23,67 €	47,34 €
Interruptor automático 70 A	3	53,50 €	160,50 €
Interruptor automático 28 A	4	23,67 €	94,68 €
Interruptor automático 6 A	6	19,95 €	119,70 €
Toma de corriente 230V	32	4,00 €	128,00 €
Toma de corriente trifásica con protección T.T.	24	11,00 €	264,00 €
Lámpara fluorescente 50 W	30	39,95 €	1.198,50 €
Lámpara semintensiva 250 W	32	86,50 €	2.768,00 €
Lámpara de bombilla 50 W.	14	19,95 €	279,30 €
Armario de conexiones	3	200,00 €	600,00 €
Caja de derivación	12	25,90 €	310,80 €
Instalación	1	25.000,00 €	25.000,00 €
			<b>32.584,06 €</b>

Tabla 8. Instalación eléctrica.

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIZAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

**Anexo 3.1.3.2. Instalación de ventilación.**

<b>Denominación</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio Unidad</b>	<b>Total</b>
Ventilador axial monofásico	3	467,00 €	1.401,90 €
Instalación	1	600,00 €	600,00 €
			<b>2.001,90 €</b>

Tabla 9. Instalación de ventilación.

**TOTAL INSTALACIONES: 34.585,96 €**

**ANEXO 3.1.4. MAQUINARIA.**

<b>Denominación</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio Unidad</b>	<b>Total</b>
Prensa excéntrica BELT mod. BREN80	2	16.975,00 €	33.950,00€
Soldadura/corte TIG Convex Vision 2020 h210	2	895,25 €	1.790,25 €
Curvadora hidráulica Tejero HR80 CNC V3	1	160.000,00 €	160.000,00 €
Cabina de pintura GM7000	1	9.980,00 €	9.980,00 €
Taladradora perforador RIDGID mod. HC450	2	5.495,00 €	10.990,00 €
			<b>216.710,50 €</b>

Tabla 10. Maquinaria.

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIZAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H

### ANEXO 3.1.5. PREVENCIÓN DE INCENDIOS

Denominación	Unidades	Precio Unidad	Total
Extintor de polvo ABC	9	55,90 €	503,10 €
Pulsador de alarma	5	99,00 €	495,00 €
Carteles señalización de emergencia	15	2,90 €	43,50 €
Avisador de alarma por campana o timbre	2	7,50 €	15,00 €
Luces de emergencia	48	39,90 €	1.915,20 €
			<b>2.971,80 €</b>

Tabla 11. Prevención de incendios.

### ANEXO 3.1.6. EQUIPO MÉDICO.

Denominación	Unidades	Precio Unidad	Total
Armario botiquín pared	3	100,00 €	300,00 €
Armario botiquín fijo	1	120,00 €	120,00 €
Camilla	1	120,00 €	120,00 €
Lavador de ojos	2	340,00 €	680,00 €
Pack material primeros auxilios	1	102,00 €	102,00 €
			<b>1.322,00 €</b>

Tabla 12. Equipo médico.

### ANEXO 3.1.7. OTROS.

#### Anexo 3.1.7.1. Material de empleados.

Denominación	Unidades	Precio Unidad	Total
Banco doble central vestuario	5	209,00 €	1.045,00 €
Espejos baño	3	50,00 €	150,00 €
Taquillas	10	180,00 €	1.800,00 €
Herramientas de mano	1	700,00 €	700,00 €
			<b>3.695,00 €</b>

Tabla 13. Material de empleados.

## ANEXO 3.2 PRESUPUESTO GENERAL

En este último apartado se reflejan los presupuestos parciales, que sumados dan el presupuesto general.

A continuación se define la tabla con todos los presupuestos parciales, y la suma de todos ellos será el presupuesto general final.

APARTADO	PRESUPUESTO PARCIAL
OFICINAS	33.642,00 €
EQUIPO ALMACÉN	74.398,00 €
INSTALACIONES	34.585,96 €
MAQUINARIA	216.710,50 €
PREVENCIÓN DE INCENDIOS	2.971,80 €
EQUIPO MÉDICO	1.322,00 €
OTROS	3.695,00 €
<b>TOTAL</b>	<b>367.325,26 €</b>

Tabla 14. Presupuesto general.

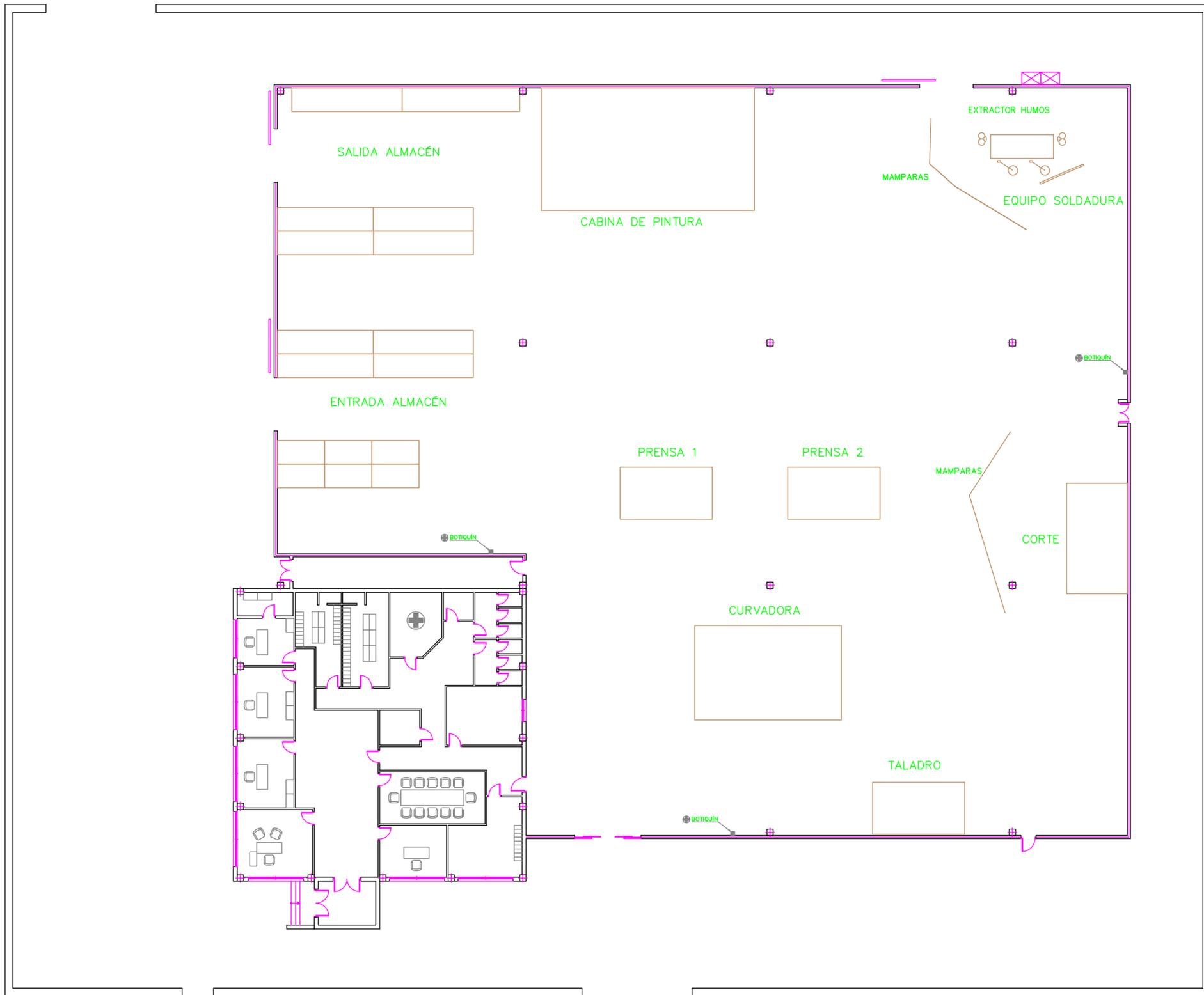
### PRESUPUESTO GENERAL:

El presupuesto asciende a 367.325,26 € (trescientos sesenta y siete mil trescientos veinticinco euros con veintiséis céntimos), impuestos NO incluidos.

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PARA LA FABRICACIÓN DEL TREN DE  
ATERRIZAJE DEL HELICÓPTERO BELL UH-1H



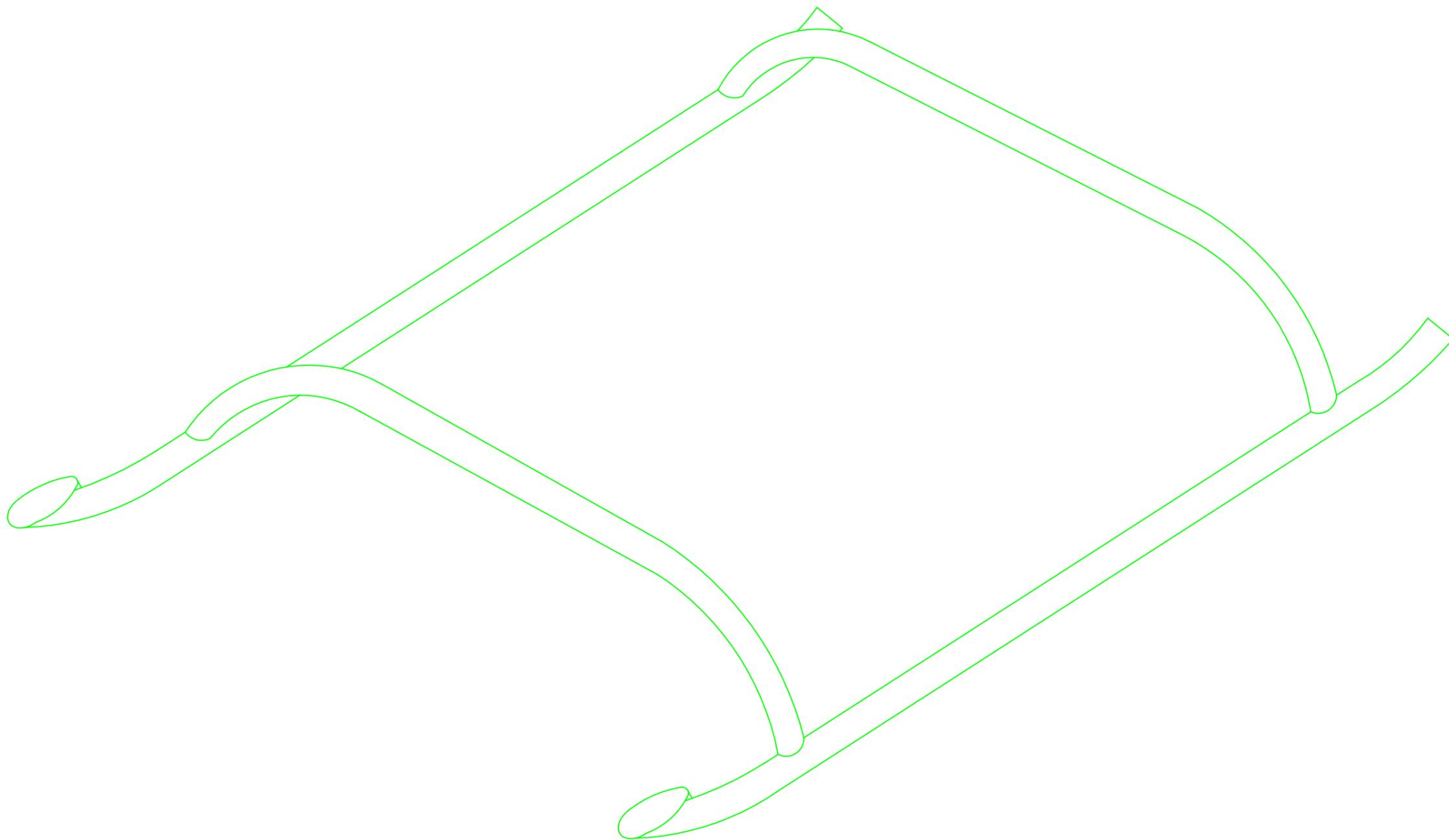
**ANEXO 4. PLANOS**



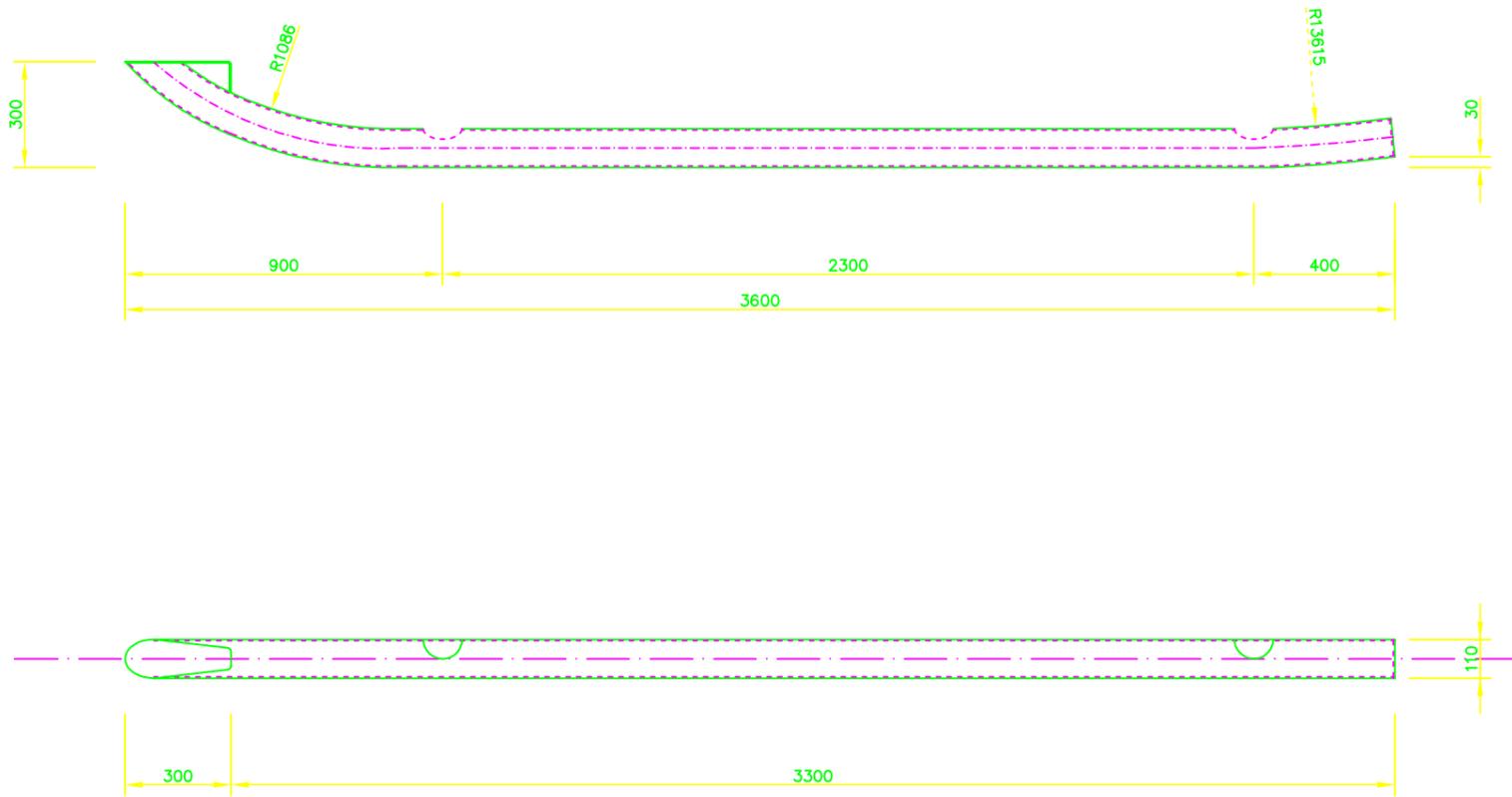
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

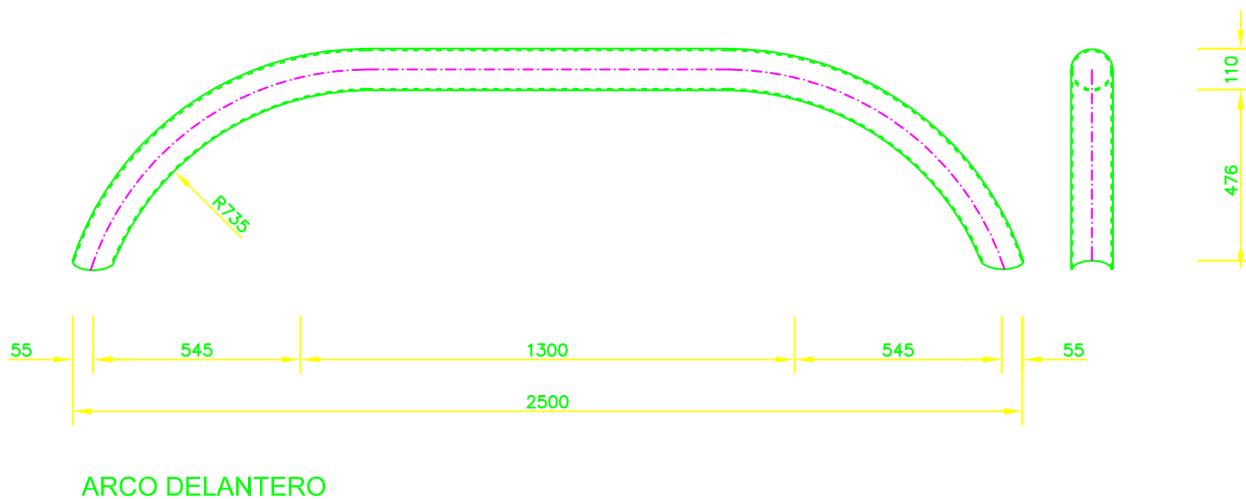
DIBUJADO	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TÉCNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
COMPROBADO	15-02-2015	FERNANDO BOBI BONA		
ID. S. NORMA				
ESCALA:	1 : 200		DISTRIBUCIÓN GENERAL	
			PLANO: 01	
			IND. TREN DE ATERRIZAJE	
			PFC	



DIBUJADO	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TÉCNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
COMPROBADO	15-02-2015	Fernando Bobi Bona		
ID. S. NORMA				
ESCALA:	TREN DE ATERRIZAJE			PLANO: 02
1/20				IND. TREN DE ATERRIZAJE
				PFC



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TÉCNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
DIBUJADO	15-02-2015	FERNANDO BOBI BONA		
COMPROBADO				
ID. S. NORMA				PLANO: <b>03</b>
ESCALA:	<b>ESQUI</b>			IND. TREN DE ATERRIZAJE
<b>1/20</b>				PFC



ARCO DELANTERO

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TÉCNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
DIBUJADO	15-02-2015	FERNANDO BOBI BONA		
COMPROBADO				
ID. S. NORMA				
ESCALA:	ARCO			PLANO:
1/20				04
				IND. TREN DE ATERRIZAJE
				PFC

