



UNIVERSIDAD de VALLADOLID



ESCUELA de INGENIERÍAS INDUSTRIALES

GRADO EN INGENIERÍA DE DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE
PRODUCTO

PROYECTO FIN DE CARRERA

**CONCEPTUALIZACIÓN PROCESO-PRODUCTO
DE UNA BICICLETA EN ENTORNOS VIRTUALES
3D**

Autora:

Juárez Pérez, Raquel

Tutor:

Sánchez Lite, Alberto

**Ingeniería de Procesos de
Fabricación**

DICIEMBRE-2015



ÍNDICE:

1.- JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	4
1.1 ALCANCE Y OBJETIVOS DEL PROYECTO	4
1.2 PLANIFICACIÓN	9
2.- MARCO TEORICO	10
2.1. HISTORIA DE LA BICICLETA	10
2.2. DISPOSICIONES LEGALES Y NORMATIVA APLICADA	14
2.2.1. NORMAS AENOR	14
2.2.2. CERTIFICACIÓN	15
2.3. ERGONOMÍA: CONCEPTOS BÁSICOS	20
2.3.1. ANÁLISIS ERGONÓMICO	20
2.3.2. MÉTODO DE VALORACIÓN ERGONÓMICA	26
2.4. PRIORIZACIÓN DE ALTERNATIVAS	46
2.5. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	47
2.5.1. TIPOS DE PLANTAS DE PRODUCCIÓN	50
2.5.2. IMPORTANCIA DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	51
2.5.3. OBJETIVOS DE LA REDISTRIBUCIÓN	51
2.5.4. FATIGA EN EL PUESTO DE TRABAJO	52



2.5.5. CAUSAS PARA UNA REDISTRIBUCIÓN	55
3.- HERRAMIENTAS Y METODOLOGÍA DE TRABAJO	73
3.1. INGENIERÍA CONCURRENTE	57
3.2. ETAPAS DEL PROYECTO	60
4.- CONCEPTUALIZACIÓN PROCESO-PRODUCTO	66
4.1 DISEÑO DE PRODUCTO.....	66
4.1.1. ESTUDIO DE MERCADO	66
4.1.2. ESTUDIO ERGONÓMICO	72
4.1.3. MATERIALES	78
4.1.4. MÉTODOS DE FABRICACIÓN	83
4.1.5. UNIONES	86
4.1.6. CÁLCULO ESTÁTICO	94
4.1.7. RUEDA DE LIDS	101
4.1.8. PRIORIZACIÓN DE ALTERNATIVAS	103
4.1.9. RENDERS FINALES	110
4.2 CONCEPTUALIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO	112
4.2.1. ELECCIÓN DE LA MEJOR OPCIÓN	112
4.2.2. ESTUDIO INDIVIDUAL DE LOS PUESTOS DE TRABAJO	112



4.2.3. MODELIZACIÓN	119
4.2.4. ESTUDIO ERGONÓMICO DEL PROCESO	122
5. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS	153
5.1. CONCLUSIONES	153
5.2. LÍNEAS FUTURAS	155
6. PRESUPUESTOS	157
6.1. COSTE DE PERSONAL	157
6.2. COSTE DE MATERIAL AMORTIZABLE	158
6.3. COSTE DE MATERIAL CONSUMIBLE	159
6.4. COSTES INDIRECTOS	159
6.5. COSTE TOTAL	160
6.6. ESTIMACIÓN COSTE DE LA BICICLETA	160
7. BIBLIOGRAFÍA	172
ANEXO 1: DIAGRAMAS DE PROCESOS	177
ANEXO 2: PIEZAS DE COMPRA	179
ANEXO 3: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	194
ANEXO 4: PLANOS	212



1. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.1. ALCANCE DEL PROYECTO Y OBJETIVOS

❖ JUSTIFICACIÓN

Este proyecto consiste en la conceptualización proceso-producto de un cuadro de bicicleta, con un modelado 3D en entornos virtuales.

Se pretende diseñar un cuadro de bicicleta con una serie de mejoras especificadas a continuación. Dicho diseño se estudiará ergonómicamente y se discutirá su viabilidad de acuerdo a los objetivos marcados y se propondrá un segundo diseño con todas las mejoras pertinentes.

El diseño del cuadro se propondrá para una bicicleta de paseo enfocada a un público adulto con recursos económicos medios-bajos, prestando especial atención al análisis ergonómico de la actividad, optimizando la comodidad del usuario, llegando a prevenir enfermedades y lesiones resultado de una mala utilización de los recursos disponibles y una mejora de las prestaciones del producto. Además se realizará un estudio del proceso de producción y un análisis postural de cada puesto de trabajo, también enfocado a la prevención de lesiones musculoesqueléticas y enfermedades profesionales debidas a una actividad con posturas inadecuadas de forma prolongada.

Se pretende ofrecer un producto con una gran carga estética y calidad, con precios más asequibles que los encontrados en el mercado actual. Estos objetivos no sólo se tendrán en cuenta con especial cuidado en el diseño del producto, sino que será imprescindible conseguir una buena organización y logística adecuada para el proceso productivo.



Una vez terminado el diseño, se someterá a un estudio estático de tensiones y deformaciones para determinar su validez y adaptación a nuestros requerimientos, y en base a los resultados obtenidos se propondrá una propuesta de mejora si fuera necesario.

En lo que respecta al proceso productivo del producto, se realizará un estudio de la validez de los métodos empleados en la actualidad, se reorganizará el método de trabajo y se adaptarán las estaciones de trabajo para lograr mayores motivaciones de los operarios, y por consiguiente un aumento de la productividad y calidad del producto.

❖ OBJETIVOS

El objetivo general del siguiente proyecto consiste en el diseño conceptual de un cuadro de bicicleta. Se pretende que el cuadro se ajuste a las preferencias de un público joven o de mediana edad, aunque no se limita completamente a éste. En la Figura 1.1 podemos ver una de las bicicletas tipo más demandadas actualmente por este perfil de usuario.

Para cumplir este objetivo y poder trabajar de forma eficiente para la concepción de producto-proceso se trabajará en un entorno virtual 3D con los siguientes objetivos específicos.

- Generar un estudio de mercado para conocer las características del mercado actual.
- Realizar un estudio ergonómico y mecánico para validar los requerimientos estructurales y su adaptación a los usuarios.
- Elegir una distribución de planta y del proceso de fabricación adecuados para las necesidades del producto con el fin de aumentar la productividad y mejorar la calidad tanto del producto como de la calidad de trabajo de los operarios.
- Conceptualizar el Proceso-Producto mediante herramientas de renderizado 3D para un mejor estudio de las variables objetivo.
- Planteamiento de varios conceptos para su posterior priorización de acuerdo con las principales variables elegidas: ergonomía, coste, comportamiento, técnica.
- Escoger aquellos materiales y procesos de fabricación más ventajosos y eficientes.



Con respecto al diseño del cuadro de bicicleta nuestro objetivo es incluir los condicionantes ergonómico necesarios para reducir los riesgos musculo esqueléticos que el usuario podría desarrollar por la utilización del producto de partida. Además se pretende crear un producto con una fuerte carga estética y llamativo al usuario, con una serie de evidentes ventajas para el consumidor.

Se tendrá en cuenta en el diseño del proceso aquellos factores que permitan una línea de producción segura y ecológica. En cada paso del proceso se tendrá en cuenta el cuidado del medio ambiente y la minimización de actividades perjudiciales para este.

En el cuadro de bicicleta, los objetivos principales son reducir el peso, lo cual se logrará con una reducción de la cantidad de material utilizado al simplificar las formas de la estructura y el replanteamiento del proceso productivo. Con la reducción de la forma estructural también se consigue una disminución del peso total de la bicicleta, además de tener una línea más atractiva y atrayente para los usuarios.

Para conseguir estos objetivos, el diseño estará basado en una reducción estructural del cuadro basado en el análisis postural del usuario durante la utilización del producto y una reorganización del proceso operativo de producción y montaje con el objetivo de reducir tiempos de producción y mejorar las condiciones existentes de los trabajadores, con la previsión de un mejor rendimiento de éstos. Se realizará un estudio ergonómico para analizar la idoneidad de la postura del usuario y en base a los resultados se realizarán las mejoras oportunas de acuerdo a los objetivos descritos.

Se realizará un estudio ergonómico de las posiciones más críticas de cada actividad y se comparará con las posturas utilizadas actualmente en las industrias de cuadros de bicicletas con abundante mano de obra.



Cada actividad de adecuación a los requerimientos ergonómicos obtenidos con los resultados. También se calculará el peso máximo que el operario podrá desplazar y el tiempo recomendado para dicha actividad.



Figura 1.1. Bicicleta actual

❖ ALCANCE DEL PROYECTO

Se realizará el diseño del cuadro de la bicicleta, el cual incluye: horquilla trasera, cuadro, y unión de la horquilla trasera con el cuadro, basándonos en un estudio biomecánico realizado para encontrar la posición óptima para la actividad que se va a realizar. Los elementos restantes serán piezas de compra adquiridas a las empresas especificadas en el anexo 2.

La bicicleta no llevará frenos convencionales ya que se empleará un freno a contra pedal que está integrado en la rueda trasera, la cual será una pieza de compra, como se especifica anteriormente.



Una vez definido el diseño se ha realizado un análisis mecánico mediante el uso de elementos finitos para comprobar que la estructura es resistente.

En la zona del cuadro donde se encuentra la tija del sillín, se ha añadido un refuerzo que permite mejorar mucho las características técnicas del producto. Además se realizará un estudio ergonómico para validar la estructura del cuadro, y se realizarán modificaciones en base a los resultados obtenidos, proponiendo un segundo diseño si fuera necesario.

Se realizará una comparación y estudio cuantitativo de los diseños de bicicleta con el objetivo de ofrecer al consumidor el producto que más se ajuste a sus necesidades. Se realizará una calificación de ambas soluciones mediante el uso de un proceso de jerarquía jerárquica (AHP) y otra cualitativa de los modelos y se escogerá el que más se ajuste a los objetivos propuestos.

En lo referente a la conceptualización en 3D de la línea de fabricación y montaje se modelarán los puestos más específicos, con los detalles más relevantes para poder realizar el estudio ergonómico de los puestos de trabajo. Posteriormente se renderizarán las representaciones 3D para ofrecer una visión más realista del proceso.

Es importante distinguir a la hora de analizar los puestos entre estáticos y dinámicos, para obtener unos resultados más precisos y ajustados a los requerimientos de cada momento del proceso. Entendiendo como estáticos aquellos en los que el operario no realiza desplazamiento físico con el producto, y dinámicos, los que sí lo realiza.

Se tendrá siempre en cuenta los impactos medioambientales de nuestras actividades y se diseñará siempre pensando en las posibles consecuencias ambientales.



1.2. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

Diagrama de Gantt:



Leyenda:





2. MARCO TEÓRICO

2.1 HISTORIA DE LA BICICLETA

Las primeras apariciones sobre la bicicleta se remontan a las antiguas civilizaciones de Egipto, China e India. Se puede encontrar en la obra de “Codez Atlanticus” de Leonardo da Vinci un boceto de una bicicleta de aproximadamente 1490 que se muestra en la imagen de la derecha.

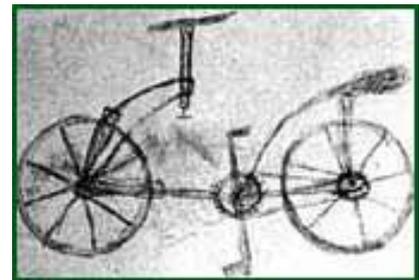


Figura 2.1. Boceto de Leonardo Da Vinci [1]

Da Vinci ya pensó en una transmisión por cadena como las que se utilizan en la actualidad.

A principios del siglo XVII, el Conde francés Mede de Sivrac inventó “el celífero” que se trataba de un vehículo compuesto por un bastidor de madera al que se añadían dos ruedas, no tenía manillar, el asiento era una almoadilla colocada en el bastidor y se propulsaba impulsando los pies contra el suelo.

El primer vehículo de dos ruedas con dispositivo de dirección, lo diseñó un noble alemán en 1816. Para permitir el giro de la rueda delantera, el mecanismo consistía en un manillar pivotante sobre el cuadro. Esta máquina se denominó “draisiana”.

Tomando una máquina como la darsiana, en 1839 Kirkpatrick Macmillan (herrero escocés), realizó dos innovaciones: añadió las palancas de conducción y los pedales.



Figura 2.2. Darsiana de Kirkpatrick Macmillan [1]

El sistema mecánico de impulsión consistía en pedales conectados por barras de palancas largas, que se encajaban al cuadro de la parte superior de la máquina. Las barras de conexión se unían a las palancas a casi un tercio de su longitud desde



los pedales. Por lo tanto, la máquina se impulsaba con el empuje de los pies hacia abajo y hacia adelante.

Tomando de nuevo el diseño de la darsiana, Ernest Michaux en 1861, incorporó unos pedales a la rueda delantera. Sin embargo, no era posible mantener el equilibrio con el movimiento a pedales.

Michaux es reconocido como el precursor directo de la bicicleta y su invento conocido como la “Michaulina” se empezó a producir en serie, lo que permitió el acceso a su producto de las clases populares. Este modelo se hizo muy famoso en Francia. Las ruedas y el cuadro se fabricaban en madera, los neumáticos eran de hierro y los pedales estaban colocados en el cubo de la rueda delantera.

La primera patente con el nombre de bicicleta surgió en Gran Bretaña en 1869 y en ella se introdujeron mejoras como el uso de neumáticos de goma maciza montados en el acero.

En 1873 surgen las famosas bicicletas de rueda alta de la mano de James Starley. La rueda delantera era tres veces más grande que la de atrás.



Figura 2.3. Modelo de James Starley [1]

El primer viaje en bicicleta alrededor del mundo lo realizó Thomas Stevens el 7 de enero de 1887.

El 31 de mayo de 1889 nació oficialmente el ciclismo de competición. Los hermanos Oliver que estaban asociados a la fábrica de Michaux, organizaron una carrera en el parque de Saint Cloud de París y a partir de entonces se despertó un gran interés por el ciclismo. Con esto, se centró la investigación en conseguir mayor velocidad y algunas soluciones fueron construir ruedas motrices de 3 metros de diámetro. Sin embargo, se empeoraba la seguridad, el equilibrio y el peso de las bicicletas. Por lo tanto, los fabricantes tendieron a homogeneizar sus máquinas reduciendo la rueda delantera hasta un diámetro de 1,2 metros y las traseras a 40 centímetros.



Las mejoras que llevaron a la bicicleta a la cumbre de su desarrollo fueron el cojinete de bolas, el neumático, el uso de tubos de acero soldados y los asientos de muelles. Aún seguía siendo algo inestable por lo que los inventores seguían esforzándose por reducir la altura de la bicicleta.

En torno a 1880 apareció la conocida máquina segura o baja, con las ruedas de tamaños similares y los pedales unidos a una rueda dentada que movían la rueda trasera a través de engranajes y una cadena de transmisión.

En 1885, la llamada “bicicleta de seguridad” la crea John Kemp Starley, en la cual la rueda delantera es más pequeña y con el uso de rodamientos es propulsada por una cadena. Además se le acopló frenos para dotarla de mayor seguridad.



Figura 2.4. Bicicleta de seguridad [1]

En 1888 se le incorporaron los neumáticos desarrollados por John Boyd Dunlop donde en su tubo interior se rellenan de aire y así permiten cierta amortiguación. Esta bicicleta se extendió rápidamente por todo el mundo industrializado.

En Francia, los hermanos Michelin crearon un neumático desmontable y en Italia, Giovanni Battista Pirelli hizo lo propio.

En 1903 tuvo lugar el primer Tour de Francia en el cual Henri Desgranges había ideado un recorrido de 2428 kilómetros. En 1909 se disputó el primer Giro de Italia y más adelante, en 1935, la primera Vuelta Ciclista a España ideada por Juan Pujol. Hasta 1951 no se celebró a Vuelta Ciclista a Colombia.

En las décadas de 1960 y 2070, debido a la gran contaminación atmosférica por los gases de los automóviles y a la crisis mundial del petróleo, aumentó significativamente el interés hacia la bicicleta. Más adelante, en las décadas de 1970 y 1980, surgió la preocupación por mantenerse



en forma por lo que se popularizó aún más su uso. Se generalizó la bicicleta de carreras de diez velocidades, con frenos de mano y neumáticos estrechos de alta presión.

A principios de los 70's se inició la moda de utilizar la bicicleta en caminos de tierra. Esta modalidad se comenzó a estilar por varios grupos de ciclistas en la montaña "Tamalpais" en el estado de California.



Figura 2.5. Bicicleta Schwinn Excelsior [1]

El problema era que utilizaban bicicletas con la llanta muy delgada por lo que algunos de los usuarios se les ocurrió colocarle a sus bicicletas Schwinn Excelsior llantas más anchas para así obtener más control y velocidad en la montaña. Se puede apreciar en la imagen de la izquierda los cambios en la bicicleta de montaña de Gary Fisher, uno de los primeros en llevarlos a cabo.

En 1974 Russ Mahon, Carter Cox y Bernie Mahon fueron los primeros ciclistas de montaña en participar en una carrera con un desviador trasero, inventado por el francés Campagnolo para las bicicletas de ruta. Tuvo tanto éxito que en 1975 todos los participantes de carreras ya contaban con uno. Con los nuevos componentes, esta bicicleta pesaba unos 20 kilos.

En 1987 se introdujo comercialmente la primera suspensión delantera por la compañía Trek y con la guerra de tecnología y comercialización Trek también presentó en 1990 la primera bicicleta con doble suspensión con un peso similar a aquella de 1974, unos 20Kg. [1]



Figura 2.6. Boceto de ruta Campagnolo [1]



2.2. DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS

2.2.1 NORMAS AENOR

UNE-EN 15532:2009. BICICLETAS. TERMINOLOGÍA

OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma europea establece una descripción de los términos y los símbolos comunes utilizados en el campo de las bicicletas. Los términos están clasificados bajo una nomenclatura de las diferentes piezas de bicicletas y presentados en inglés, francés, alemán, neerlandés, italiano y español.

UNE-EN 14764:2006. BICICLETAS DE PASEO. REQUISITOS DE SEGURIDAD Y MÉTODOS DE ENSAYO

OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma europea especifica los requisitos de seguridad y las prestaciones relativas al diseño, el montaje y los ensayos de las bicicletas y de sus subconjuntos previstas para su utilización en las vías públicas y proporciona las líneas directrices relativas a su utilización y mantenimiento.

Esta norma europea se aplica a las bicicletas que tienen una altura máxima de sillín de 635 mm o más y que están concebidas para su utilización en las vías públicas.

Esta norma no se aplica a las bicicletas de montaña ni a las bicicletas de carreras, de reparto, recostadas, tándem o las concebidas y equipadas para ser utilizadas en carreras reglamentarias.

UNE-EN ISO 4210-1:2014. CICLOS. REQUISITOS DE SEGURIDAD PARA BICICLETAS. PARTE 1: TÉRMINOS Y DEFINICIONES

OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN



Esta parte de la Norma ISO 4010 especifica los términos y definiciones relativos a los requisitos de seguridad y de prestaciones durante el diseño, montaje y ensayo de las bicicletas y sus subconjuntos con la altura del sillín dada en la tabla siguiente:

Tipo de bicicleta	Bicicletas de paseo	Bicicletas para adultos y jóvenes	Bicicletas de montaña	Bicicletas de carreras
Altura máxima del sillín (en mm)	635 o más	635 o más y menos de 750	635 o más	635 o más

Tabla 2.6. Altura del sillín en función del tipo de bicicleta.

Esta parte de la Norma ISO 4210 no se aplica a los tipos especializados de bicicletas como bicicletas de reparto, bicicletas reclinadas, tándems, bicicletas BMX y bicicletas diseñadas y equipadas para utilizarse en condiciones severas tales como eventos de competiciones oficiales, especialistas o maniobras acrobáticas.

UNE 69043:2004. NEUMÁTICOS, LLANTAS Y VÁLVULAS. NEUMÁTICOS PARA BICICLETAS. RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma proporciona las reglas que deben seguirse para utilizar con seguridad los neumáticos para bicicletas en lo que se refiere a sus condiciones de almacenamiento y montaje en las correspondientes llantas.

2.2.2. CERTIFICACIÓN

2.2.2.1. CALIDAD

SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD ISO 9001



La organización demuestra su capacidad para proporcionar de forma coherente productos o servicios que satisfacen los requisitos del cliente y los reglamentarios aplicables.

Entre otras ventajas, tiene la posibilidad de cumplir con clientes que, cada vez más, requieren proveedores certificados, aumentar la posibilidad de incrementar sus ventas en la Unión Europea, mejorar los sistemas de calidad propios, así como la documentación y los proveedores en cuanto a desempeño, e igualmente generar una mayor confianza entre proveedores y clientes.

Esta norma internacional promueve la adopción de un enfoque basado en procesos cuando se desarrolla, implanta y mejora la eficacia de un sistema de gestión de la calidad, basado a su vez en el ciclo de mejora continua PDCA (Planificar, Hacer, Comprobar, Actuar).

CERTIFICACIÓN EN GESTIÓN AVANZADA 9004

Se trata de una nueva herramienta de mejora de la gestión, que pone AENOR a disposición de las organizaciones que desean avanzar hacia la excelencia. Satisface la necesidad de aquellas organizaciones cuya gestión ha evolucionado y sobrepasa los criterios de cumplimiento de ISO 9001.

Es una autoevaluación que realiza la propia empresa conforme a la norma UNE 66174:2010 (Guía para la evaluación del sistema de gestión para el éxito sostenido de una organización según la norma UNE-EN ISO 9004:2009) y que, posteriormente verifica un equipo de expertos de AENOR.

Esta evaluación permite:

- Evolucionar de forma escalonada desde los sistemas de gestión tradicionales basados en la norma ISO 9001 hacia un modelo de excelencia global del negocio.



- Posicionar a la empresa en cuanto al grado de mejora aplicable en la gestión de la organización.
- Priorizar sobre los aspectos hacia donde debe dirigir sus esfuerzos para mejorar los productos/servicios.
- Mejorar las relaciones no solo entre los clientes sino entre todas las partes interesadas.

CERTIFICACIÓN BAJO EL MODELO EFQM EXCELENCIA EUROPEA

El esquema de reconocimiento a la excelencia europea ha sido creado para distinguir a aquellas organizaciones que siguen una estrategia orientada hacia la Excelencia y que han logrado alcanzar los objetivos marcados.

El Modelo EFQM de Excelencia está compuesto por nueve criterios diferenciándose claramente dos partes: el grupo formado por los llamados "Agentes Facilitadores" que se refieren a lo que la hace organización y cómo lo hace, y el grupo de criterios "Resultados" que dan cuenta de los éxitos obtenidos por la organización respecto a todos los grupos de interés (clientes, trabajadores, sociedad, proveedores) y en relación al cumplimiento del plan estratégico.

El sistema de reconocimiento otorga a las organizaciones:

- Prestigio y confianza para la sociedad, ya que sólo se reconocen a la organizaciones realmente excelentes en su gestión y que cumplen con los exigentes requisitos.
- Seguridad y profesionalidad, porque los agentes y el personal que intervienen e interactúan con las organizaciones están cualificadas al máximo nivel.
- Reconocimiento europeo de la European Foundation for Quality Management (EFQM). Junto al reconocimiento español otorga, automáticamente, el reconocimiento de la EFQM.



2.2.2.2. RIESGOS Y SEGURIDAD

SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO OHSAS 18001

Organizaciones de todo tipo están cada vez más interesadas en alcanzar y demostrar un sólido desempeño de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) mediante el control de sus riesgos, acorde con su política y objetivos de SST. Lo hacen en un contexto de una legislación cada vez más exigente, del desarrollo de políticas económicas y otras medidas para fomentar las buenas prácticas de SST, y de una mayor preocupación de las partes interesadas en esta materia.

OHSAS 18001 especifica los requisitos para un sistema de gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), destinados a permitir que una organización controle sus riesgos para la SST y mejore su desempeño de la SST.

Implantar y certificar un Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo según OHSAS permite a las empresas:

- Disminuir la siniestralidad laboral y aumentar la productividad, identificando, evaluando y controlando los riesgos asociados a cada puesto de trabajo, y evitando las causas que originan los accidentes y las enfermedades en el trabajo. La percepción de un entorno más seguro por los trabajadores, conlleva una disminución de las enfermedades, bajas o absentismo laboral, un aumento de la productividad, una reducción progresiva de la siniestralidad y una disminución de sanciones y gastos innecesarios.
- Cumplir la legislación en materia de prevención, integrando ésta última en los procesos de la organización, lo que conlleva una reducción de los costes y sanciones administrativas derivadas de su incumplimiento, además de una mejora de la gestión interna de la organización y de la comunicación entre empresa-trabajador, y empresa-administraciones y partes interesadas.



- Fomentar una cultura preventiva mediante la integración de la prevención en el sistema general de la empresa (exigido por ley) y el compromiso de todos los trabajadores con la mejora continua en el desempeño de la SST.

Por todo ello, la Certificación OHSAS 18001 de AENOR resulta la herramienta perfecta para establecer una adecuada política de seguridad y salud en el trabajo en aquellas empresas con voluntad de mejora continua. [2]

MARCADO CE

El Mercado **CE** garantiza la libre circulación dentro del mercado europeo de todos aquellos productos que cumplan con los requisitos legales de la Unión Europea, generalmente relacionados con cuestiones sobre seguridad y salud de las personas y sus bienes, y protección del medio ambiente.

Todos los elementos que se compren al por mayor deberán ir con su correspondiente marcado CE para asegurar su calidad y poder así ofrecer garantías al cliente. La bicicleta del proyecto pertenece a la siguiente directiva:

MÁQUINAS. DIRECTIVA: 2006/42/CEE

La Directiva 2006/42/CE se aplica a las máquinas, los equipos intercambiables, los componentes de seguridad, los accesorios de elevación, las cadenas, cables y cinchas, los dispositivos amovibles de transmisión mecánica, y las cuasi máquinas. [3]



2.3. ERGONOMÍA: CONCEPTOS BÁSICOS

2.3.1. ANÁLISIS ERGONÓMICO

En este apartado se va a realizar un estudio ergonómico general en cuanto al sector del ciclismo, centrándose más en una la bicicleta urbana ya que es la que se va a fabricar. Se han tomado las consideraciones ergonómicas necesarias que se aplican actualmente a una bicicleta fixie. Aún así más adelante se mostrarán las tablas de los percentiles 95 y 5 que se utilizan para este tipo de estudios.

2.3.1.1. OBJETIVOS ERGONÓMICOS DEL PROYECTO

- Identificar la postura más recomendable para el uso de una bicicleta urbana
- Reducir el riesgo de padecer lesiones.
- Redimensionar el cuadro de la bicicleta en base al análisis ergonómico.

2.3.1.2. MEDIDAS ANRTOPOMÉTRICAS A TENER EN CUENTA

- Longitud de la pierna.
- Altura rodilla.
- Profundidad del sillín.
- Longitud rodilla trasero.
- Longitud del pie.
- Anchura del pie.
- Alcance del puño hacia delante,
- Longitud codo puño.
- Longitud antebrazo punta de los dedos.

DIMENSIONES DE MANO Y PIE DE HOMBRES Y MUJERES ADULTOS, EN PULGADAS Y CENTIMETROS, SEGUN SELECCION DE PERCENTILES											
		I	J	K	L*	M*	N	O	P	Q	R
95	pulg.	9.07	4.63	3.78	9.11	10.95	11.44	8.42	4.16	10.62	2.87
	cm	20,5	11,8	9,6	23,1	27,8	29,1	21,4	10,6	27,0	7,3
5	pulg.	7.00	3.92	3.24	7.89	9.38	9.89	7.18	3.54	9.02	2.40
	cm	17,8	10,0	8,2	20,0	23,8	25,1	18,2	09,0	22,9	6,1

* Permetro

2.9. Dimensiones según los percentiles. [4]

DIMENSIONES FUNCIONALES DEL CUERPO DE HOMBRES Y MUJERES ADULTOS, EN PULGADAS Y CENTIMETROS, SEGUN EDAD, SEXO Y SELECCION DE PERCENTILES													
		A		B		C		D		E		F	
		pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm	pulg.	cm
95	HOMBRES	38.3	97,3	46.1	117,1	51.6	131,1	35.0	88,9	39.0	86,4	88.5	224,8
	MUJERES	36.3	92,2	49.0	124,5	49.1	124,7	31.7	80,5	38.0	96,5	84.0	213,4
5	HOMBRES	32.4	82,3	39.4	100,1	59.0	149,9	29.7	75,4	29.0	73,7	76.8	195,1
	MUJERES	29.9	75,9	34.0	86,4	55.2	140,2	26.6	67,6	27.0	68,6	72.9	185,2

Figura 2.10. Dimensiones de cuerpo según percentiles. [4]

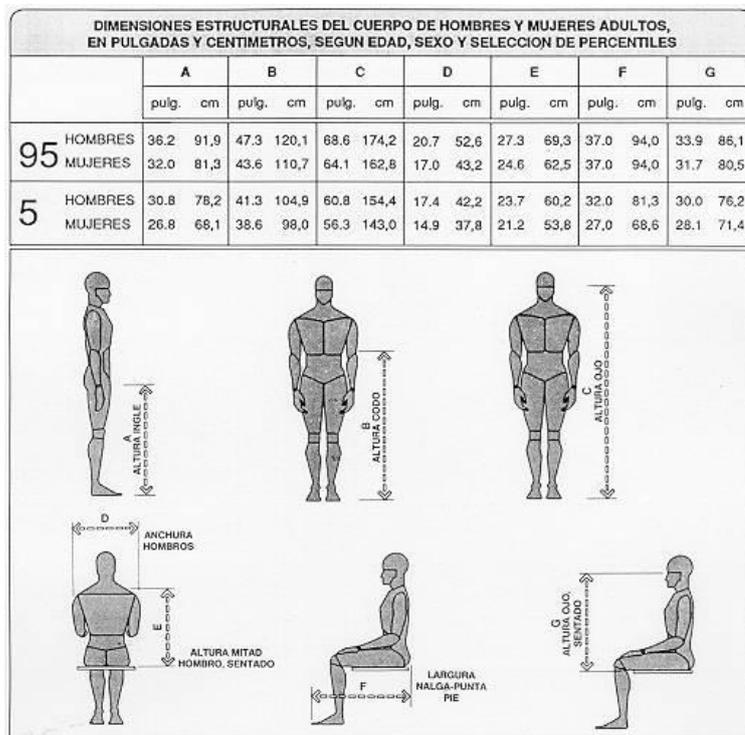


Figura 2.11. Dimensiones estructurales según percentiles. [4]

2.3.1.3. NORMATIVA VIGENTE

- **UNE-EN 547-3:1997.** Seguridad de las máquinas. Medidas del cuerpo humano. Parte 3: Datos antropométricos.
- **UNE-EN ISO 7250:1998.** Definiciones de las medidas básicas del cuerpo humano para el diseño tecnológico.
- **UNE-EN ISO 15536-1:2005.** Ergonomía. Maniqués informatizados y plantillas del cuerpo humano. Parte 1: Requisitos generales.
- **UNE-EN ISO 15537:2004.** Principios para la selección y empleo de personas en el ensayo de aspectos antropométricos de productos y diseños industriales. [5]

2.3.1.4. RESULTADOS ERGONÓMICOS DEL PROYECTO

El informe ergonómico definió algunos de los siguientes parámetros bajo el criterio de evitar la aparición de lesiones.

- El tamaño del cuadro. (Dimensiones)
- El sillín. (Altura, Nivelación y desviación respecto al eje del pedalier)
- Manillar y pedales

2.3.1.5. POSTURA BÁSICA Y DINÁMICA

Las tres zonas que soportan los apoyos de todo el cuerpo al andar en bicicleta son las manos, los pies y las nalgas. Si se adopta una mala postura (posición incorrecta de la pelvis), puede causar dolores en hombros, espalda, partes perineales, etc.



Figura 2.12. Postura de la espalda. [6]

Un sillín demasiado alto o bajo con respecto del manillar, provoca una posición inadecuada de la pelvis por lo que la tija de un sillín que nos permita su regulación será una pieza clave.

2.3.1.6. POSICIÓN SEGÚN LA GEOMETRÍA DE LA BICICLETA



Figura 2.13. Postura en función del tipo de bicicleta. [6]

De izquierda derecha se puede apreciar la posición del ciclista en una bicicleta clásica holandesa, una citybike, una de cicloturismo y una deportiva. Dependiendo de la actividad a realizar, cada bicicleta tiene una geometría concreta la cual determina su eficacia funcional.

Bicicleta urbana (citybike): La geometría de esta bicicleta hace que el torso se incline ligeramente con un ángulo de entre 60 a 70°. Al tratarse de una inclinación leve, seguimos teniendo una visibilidad buena además esta posición nos da más fuerza para el pedaleo y nos permite una conducción muy segura con más velocidad.



2.14. Posibles ángulos de la espalda [6]

El punto débil de esta geometría es que las muñecas deben colocarse adecuadamente sobre los puños, de otro modo pueden darse molestias en el brazo por un cierto encogimiento de los hombros. El montaje de la tija de sillín, el manillar y la potencia que lo sujeta deben estar perfectamente montados con criterios ergonómicos.

2.3.1.7. POSICIÓN DEL SILLÍN

La altura del sillín adecuada es aquella que permite que cuando el pie repose sobre el pedal nos permita tener la pierna bien estirada. Un error que muchos usuarios de bicicletas tienen es que creen que es más seguro el poder apoyar los pies en el suelo sin tener que levantarse del sillín ya que esto puede provocar lesiones musculares en el futuro. La posición correcta para ejercer la fuerza del pie sobre el pedal es con la parte distal o **ante pie**. Por otra parte, la rodilla debe quedar recta cuando el pedal está en la posición más baja.



En los sillines convencionales hay una abrazadera regulable que permite ajustar la horizontalidad de este. En otros sillines, tales como los diseñados para aligerar la presión perineal, la inclinación adecuada es la que marca el fabricante para que los isquiones reposen de forma correcta. La posición ergonómica, en este tipo de sillines (*100% free perineal pressure*), también debe facilitar que la rótula esté situada exactamente por encima del eje del pedal. También hay que considerar que la correcta posición ergonómica cuando ambos pedales se sitúan paralelos al suelo, la pierna debe dibujar un ángulo de 90 ° respecto al suelo. Para ello se dispone de la tija del sillín.

2.3.1.8. ALTURA DEL MANILLAR

Es fundamental colocar el manillar a la altura adecuada para conseguir que la inclinación del torso sea la más favorable para cada uso de la bicicleta.

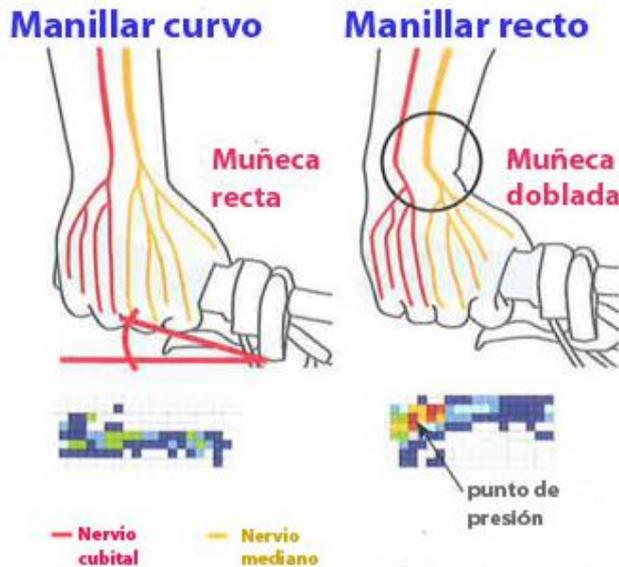
Bicicleta de la ciudad: un ángulo de 75-80° es el más ergonómico. Sin embargo, muchas personas prefieren un ángulo menor, hasta unos 60°. Esto da menos apoyo y obliga a trabajar más los hombros-brazos-manos.

2.3.1.9. TIPOS DE MANILLARES

La anchura del manillar debe ser al menos de la medida que hay entre los hombros. El ancho del manillar se mide desde el centro de la posición del puño. Así, aunque la distancia sea la misma, un manillar curvado será ligeramente menor que en un manillar plano.

Un manillar más ancho ofrece un mejor control, pero requiere de más esfuerzo en el proceso.

Particularmente, en las bicicletas de paseo, un manillar más ancho es una buena idea a considerar por razones de seguridad. Un manillar más ancho es menos aerodinámico, ya que opone mayor resistencia al aire cuando se pedalea a mayor velocidad. Un manillar recto es más aerodinámico y permite un agarre más firme con lo que conseguimos más potencia muscular.



La posición adecuada de la mano

Cuando el brazo y la mano trazan una línea recta y por tanto la muñeca no está inclinada, es la posición más cómoda para la mano. En esta posición, el nervio cubital y el nervio mediano se alinean y esto minimiza cualquier dolor.

Figura 2.16. Posición de la muñeca. [6]

Por ello, muchos médicos deportivos se decantan por el manillar curvado. Cuanto más corta es la distancia de los hombros mayor debe ser la curvatura del manillar la cual sería de hasta 28°. Los manillares planos son más adecuados para las bicicletas deportivas, tales como bicicletas de montaña o de carretera. Proporcionan más agarre y control sobre la dirección. Sin embargo, provocan puntos de mayor presión muscular que los manillares curvos lo cual ocasiona una mayor tensión en los músculos de los brazos y de los hombros. [6]

2.3.2. MÉTODOS DE VALORACIÓN ERGONÓMICA

En este apartado se utilizarán dos herramientas distintas del programa Catia V5 en función de si se quiere estudiar un esfuerzo estático o dinámico. Se utilizará el módulo RULA.

2.3.2.1. ESFUERZO ESTÁTICO



El trabajo muscular se considerará estático cuando la contracción de los músculos sea continua y se mantengan durante un cierto tiempo.

Una mala postura continuada durante un cierto periodo genera fatiga y a la larga trastornos en el sistema musculo esquelético. Para analizar este tipo de esfuerzos se van a utilizar el comando RULA.

Fundamentos del método RULA:

El método Rula fue creado por los doctores McAtamney y Corlett de la Universidad de Nottingham en 1993 para evaluar la exposición de los operarios a factores de riesgo que pueden ocasionar problemas en los miembros superiores del cuerpo: posturas, repetitividad de movimientos, fuerzas aplicadas, actividad estática del sistema musculo-esquelético...

El RULA divide el cuerpo en dos grupos, el grupo A que incluye los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas) y el grupo B, que comprende las piernas, el tronco y el cuello. Mediante las tablas asociadas al método, se asigna una puntuación a cada zona corporal (piernas, muñecas, brazos, tronco...) para, en función de dichas puntuaciones, asignar valores globales a cada uno de los grupos A y B.

Las puntuaciones de los miembros se realizarán en función de los ángulos que formen las distintas posturas del trabajador en las diversas actividades realizadas.

El método determina para cada miembro la forma de medición del ángulo. Posteriormente, las puntuaciones globales de los grupos A y B son modificadas en función del tipo de actividad muscular desarrollada, así como de la fuerza aplicada durante la realización de la tarea.

El valor final proporcionado por el método RULA es proporcional al riesgo que conlleva la realización de la tarea, e informa de la necesidad de replantear el método de trabajo.

Como ya se ha comentado, la evaluación se divide en dos grupos:

1. Grupo A: Miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas).
2. Grupo B: Piernas, tronco y cuello.

❖ Grupo A:

El método comienza con la evaluación de los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas) organizados en el llamado Grupo A.

Puntuación del brazo:

Para determinar la puntuación a asignar a dicho miembro, se deberá medir el ángulo que forma con respecto al eje del tronco, la Figura 1.1 muestra las posturas consideradas y pretende orientar al evaluador al realizar las mediciones pertinentes.

Dependiendo del ángulo formado por el brazo, se obtendrá una calificación consultando la tabla que se muestra a continuación (Tabla 1.1).

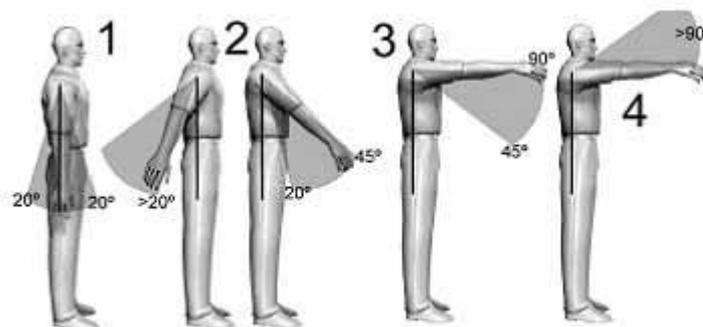


Figura 1.4. Posiciones del brazo [7]

La puntuación relacionada al brazo podrá ser modificada si el trabajador tiene los hombros levantados, si presenta rotación del brazo, si el brazo se encuentra separado o abducido respecto al tronco, o si existe un punto de apoyo durante el desarrollo de la tarea.

Puntos	Posición
1	desde 20° de extensión a 20° de flexión
2	extensión >20° o flexión entre 20° y 45°
3	flexión entre 45° y 90°
4	flexión >90°

Tabla 1.1. Puntuación del brazo. [7]

Cada una de estas circunstancias aumentará o disminuirá la calificación inicial de la posición del brazo.

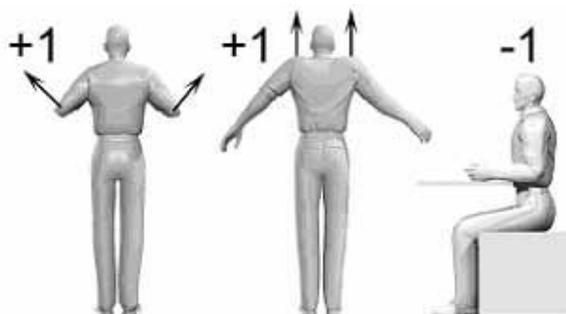


Figura 1.5. Posiciones que modifican la puntuación del brazo. [7]

Puntos	Posición
+1	Si el hombro está elevado o el brazo rotado.
+1	Si los brazos están abducidos.
-1	Si el brazo tiene un punto de apoyo.

Tabla 1.2. Modificaciones sobre la puntuación del brazo. [7]

Puntuación del antebrazo:

A continuación será analizada la posición del antebrazo. El valor asignado al antebrazo se calculará en función de su posición. La Figura 1.6 ilustra las distintas posibilidades.

Después de determinar la posición del antebrazo y su ángulo, se irá a la Tabla 1.3 para determinar el valor establecido por el método.

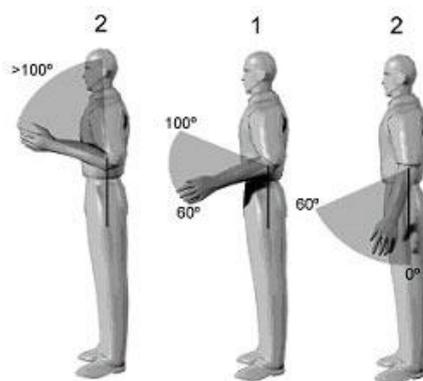


Figura 1.6. Posiciones del antebrazo. [7]

Puntos	Posición
1	flexión entre 60° y 100°
2	flexión < 60° ó > 100°

Tabla 1.3. Puntuación del antebrazo. [7]

El valor correspondiente al antebrazo se incrementará en dos casos: si el antebrazo cruzara la línea media del cuerpo, o si se realizase una actividad a un lado de éste.

Ambos casos resultan excluyentes, por lo que como máximo podrá verse aumentada en

un punto la puntuación original.

La Figura 1.7 muestra las dos posiciones comentadas anteriormente y en la Tabla 1.4 se puede ver las modificaciones a aplicar.



Figura 1.7. Posiciones que modifican la puntuación del antebrazo. [7]

Puntos	Posición
+1	Si la proyección vertical del antebrazo se encuentra más allá de la proyección vertical del codo
+1	Si el antebrazo cruza la línea central del cuerpo.

Tabla 1.4. Modificación de la puntuación del antebrazo. [7]

Puntuación de la Muñeca:

Por último, se analizará la posición de la muñeca como último miembro perteneciente al grupo A. En primer lugar, se asignará el grado de flexión de la muñeca.

La Figura 1.8 ilustra las tres posiciones posibles consideradas por el método. Posteriormente, se procederá a la elección de la puntuación correspondiente

contrastando las puntuaciones que aparecen en la Tabla 1.5.

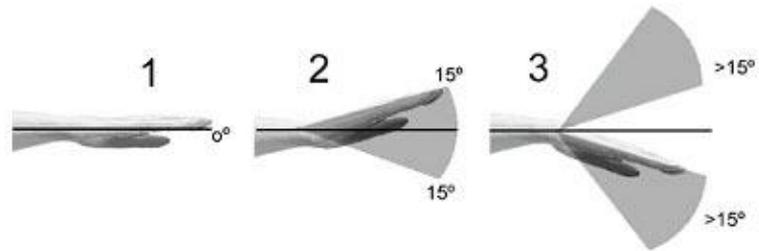


Figura 1.8. Posiciones de la muñeca. [7]

Puntos	Posición
1	Si está en posición neutra respecto a flexión.
2	Si está flexionada o extendida entre 0° y 15°.
3	Para flexión o extensión mayor de 15°.

Tabla 1.5. Puntuación de la muñeca. [7]

El valor calculado para la muñeca se verá modificado si existe desviación radial o cubital (Figura 1.9). En ese caso se incrementa en una unidad dicha puntuación.



Figura 1.9. Desviación de la muñeca. [7]



Puntos	Posición
+1	Si está desviada radial o cubitalmente.

Tabla 1.6. Modificación de la puntuación de la muñeca. [7]

Conseguida ya la puntuación de la muñeca se estudiará su giro. Este nuevo valor será independiente y no se sumará a la puntuación anterior, ya que servirá posteriormente para obtener la valoración global del grupo A.

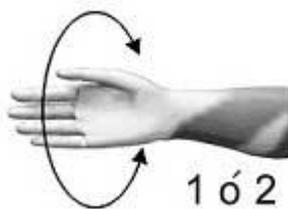


Figura 1.10. Giro de la muñeca. [7]

Puntos	Posición
1	Si existe pronación o supinación en rango medio
2	Si existe pronación o supinación en rango extremo

Tabla 1.7. Puntuación del giro de la muñeca. [7]

❖ **Grupo B:** Puntuaciones para las piernas, el tronco y el cuello.

Puntuación del cuello:

Se evaluará primero la flexión de este miembro: la puntuación asignada por el método se muestra en la Tabla 1.8. La Figura 1.11 ilustra las tres posiciones de flexión del cuello así como la posición de extensión puntuadas por el método.

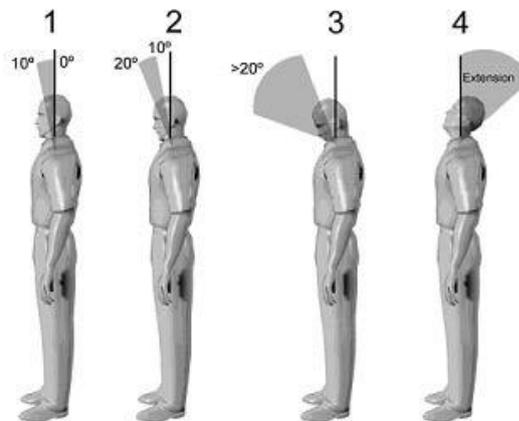


Figura 1.11. Posiciones del cuello. [7]

Puntos	Posición
1	Si existe flexión entre 0º y 10º
2	Si está flexionado entre 10º y 20º.
3	Para flexión mayor de 20º.
4	Si está extendido.

Tabla 1.8. Puntuación del cuello. [7]

La calificación por el momento conseguida para el cuello podrá ser incrementada si el trabajador presenta inclinación lateral o rotación, tal y como indica la Figura 1.12.

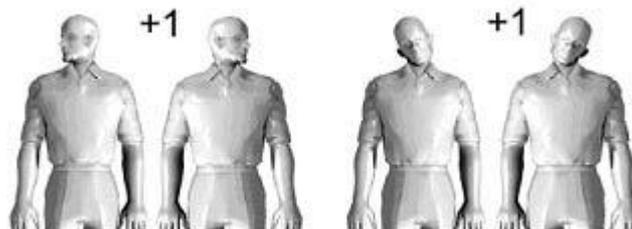


Figura 1.12. Posiciones que modifican la puntuación del cuello. [7]

Puntos	Posición
+1	Si el cuello está rotado.
+1	Si hay inclinación lateral.

Tabla 1.9. Modificación de la puntuación del cuello. [7]

Puntuación del tronco:

Se deberá determinar si el trabajador realiza la tarea sentada o de pie, indicando en este último caso el grado de flexión del tronco. Se seleccionará la calificación adecuada de la Tabla 1.10.

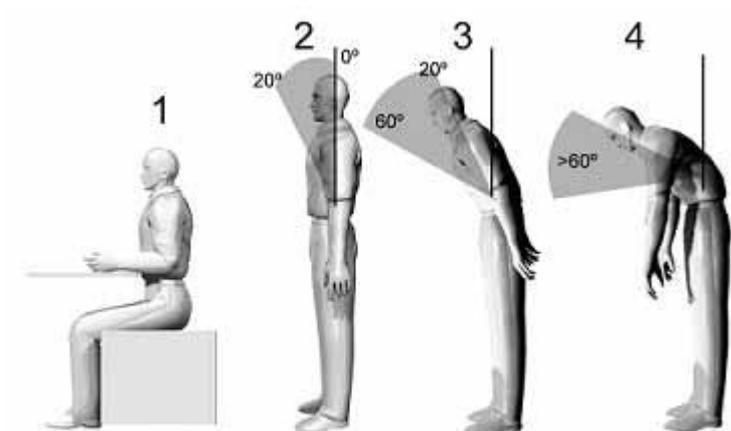


Figura 1.13. Posiciones del tronco. [7]

Puntos	Posición
1	Sentado, bien apoyado y con un ángulo tronco-caderas $>90^\circ$
2	Si está flexionado entre 0° y 20°
3	Si está flexionado entre 20° y 60° .
4	Si está flexionado más de 60° .

Tabla 1.10. Puntuación del tronco. [7]

La puntuación del tronco elevará su valor si presenta torsión o lateralización del tronco. Ambas situaciones no son excluyentes y por tanto podrán incrementar el valor original del tronco hasta en 2 unidades si se dan simultáneamente.

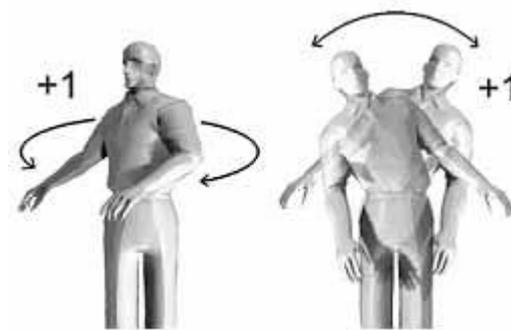


Figura 1.14. Posiciones que modifican la puntuación del tronco. [7]

Puntos	Posición
+1	Si hay torsión de tronco.
+1	Si hay inclinación lateral del tronco.

Tabla 1.11. Modificación de la puntuación del tronco. [7]

Puntuación de las piernas:

En este caso se le restará importancia a los ángulos. Por el contrario, se enfocará el estudio en la distribución del peso entre las piernas, los posibles apoyos y la posición sentada o de pie. Con la ayuda de la Tabla 1.12 será finalmente obtenida la puntuación.

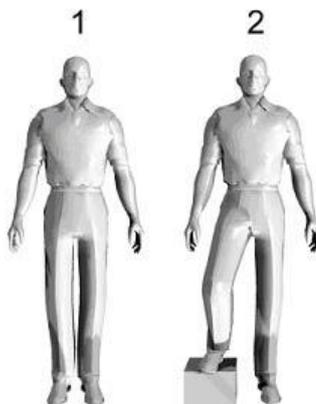


Figura 1.15. Posición de las piernas. [7]

Puntos	Posición
1	Sentado, con pies y piernas bien apoyados
1	De pie con el peso simétricamente distribuido y espacio para cambiar de posición
2	Si los pies no están apoyados, o si el peso no está simétricamente distribuido

Tabla 1.12. Puntuación global. [7]

Puntuaciones globales:

Una vez obtenidas las puntuaciones de los grupos A y B individualmente, se asignará una puntuación global a ambos grupos.

Puntuación global para los miembros del grupo A:



Con las puntuaciones de brazo, antebrazo, muñeca y giro de muñeca, se asignará mediante la Tabla 1.13 una puntuación global para el grupo A.

Brazo	Antebrazo	1		2		3		4	
		Giro de Muñeca		Giro de Muñeca		Giro de Muñeca		Giro de Muñeca	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9

Tabla 1.13. Puntuación global para el grupo A. [7]



Puntuación global para los miembros del grupo B.

Posteriormente, se conseguirá una puntuación general para el grupo B partiendo de la puntuación del cuello, el tronco y las piernas consultando la Tabla 1.14.

	Tronco											
	1		2		3		4		5		6	
	Piernas											
Cuello	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

Tabla 1.14. Puntuación global para el grupo B. [7]

Puntuación del tipo de actividad muscular desarrollada y la fuerza aplicada:

En función del tipo de actividad de que se disponga las puntuaciones de los grupos pueden variar dependiendo de si la actividad es estática (la postura analizada se mantiene más de un minuto seguido), como es nuestro caso, o repetitiva (más de 4 repeticiones cada minuto).

Si la tarea es ocasional, poco frecuente y de corta duración, se considerará actividad dinámica y las puntuaciones no se modificarán.



Además, para considerar las fuerzas ejercidas o la carga manejada, se añadirá a los valores anteriores la puntuación conveniente según la siguiente tabla:

Puntos	Posición
0	Si la carga o fuerza es menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente.
1	Si la carga o fuerza está entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente.
2	Si la carga o fuerza está entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva.
2	si la carga o fuerza es intermitente y superior a 10 Kg.
3	Si la carga o fuerza es superior a los 10 Kg., y es estática o repetitiva.
3	Si se producen golpes o fuerzas bruscas o repentinas.

Tabla 1.15. Puntuación para la actividad muscular y las fuerzas ejercidas. [7]

Puntuación Final:

La puntuación C es la suma de las puntuaciones del grupo A la correspondiente a la actividad muscular y la consecuente de las fuerzas aplicadas.

Por otro lado, la puntuación D será la suma del grupo B con la consecuente con la actividad muscular y las fuerzas aplicadas.

A partir de las puntuaciones C y D se obtendrá una puntuación final global para la tarea que oscilará entre 1 y 7, siendo mayor cuanto más elevado sea el riesgo de lesión.

La puntuación final se ilustra de la Tabla 1.16.



Puntuación C	Puntuación D						
	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8	5	5	6	7	7	7	7

Tabla 1.16. Puntuación final. [7]

Por último, conocida la puntuación final, y mediante la Tabla 1.17, se obtendrá el nivel de actuación propuesto por el método RULA.

De esta manera somos capaces de evaluar las puntuaciones obtenidas y determinar si el puesto de trabajo requiere un rediseño o un replanteamiento de la ejecución de la actividad. Se detectan rápidamente los problemas ergonómicos tanto a corto como a largo plazo y permite priorizar los trabajos que deben ser modificados con anterioridad.

En la tabla 1.17 se puede apreciar las recomendaciones que RULA aporta dependiendo de los resultados obtenidos. Nuestro límite de aceptación de un resultado como válido es de 3. Por encima de esta puntuación el puesto se somete a estudio y modificación.



Nivel	Actuación
1	Cuando la puntuación final es 1 ó 2 la postura es aceptable.
2	Cuando la puntuación final es 3 ó 4 pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio
3	La puntuación final es 5 ó 6. Se requiere el rediseño de la tarea; es necesario realizar actividades de investigación.
4	La puntuación final es 7. Se requieren cambios urgentes en el puesto o tarea.

Tabla 1.17. Niveles de actuación según la puntuación final obtenida. [7]

El procedimiento del método RULA es el siguiente:

1. Determinar los ciclos de trabajo y observar al trabajador durante estos ciclos.
2. Seleccionar las posturas que se evaluarán.
3. Determinar qué lado del cuerpo se examinará, si el izquierdo o el derecho.
4. Se determinarán las puntuaciones para cada parte del cuerpo.
5. Obtener la puntuación total del análisis y el nivel de actuación para determinar la existencia de riesgo para el operario.
6. Rediseñar el puesto de trabajo o introducir cambios para mejorar la postura si es necesario.



7. En caso de modificación, evaluar de nuevo la postura con el método Rula para comprobar la efectividad de la mejora.

[8]

En cuanto a la interpretación de resultados, Rula determina cuatro niveles de acción en relación con los valores que se han ido obteniendo a partir de la evaluación de los factores de exposición antes citados.

- Nivel de acción 1: Puntuación 1 ó 2: Indica que postura aceptable si no se repite o mantiene durante largos períodos.
- Nivel de acción 2: Puntuación 3 ó 4: Indica la necesidad de una evaluación más detallada y la posibilidad de requerir cambios.
- Nivel de acción 3: Puntuación 5 ó 6: Indica la necesidad de efectuar un estudio en profundidad y corregir la postura lo antes posible.
- Nivel de acción 4: Puntuación 7 ó +: Indica la necesidad de corregir la postura de manera inmediata.

Parámetros marcados en el análisis:

Lado: Se selecciona el lado del maniquí que será analizada. Como es una actividad simétrica, se marcan indiferentemente un lado u otro.

Postura: Se marca la opción “repetidas”, puesto que el movimiento de pedaleo se repetirá más de 4 veces por minuto.

Además, se seleccionará la opción de brazos apoyados, para proporcionar a Rula información adicional para una mejor interpretación de la actividad.



2.3.2.2. ESTUDIO DINÁMICO

Se utilizará para el análisis de transporte de cargas. Una carga se considera dinámica cuando hay una sucesión de tensiones y relajaciones de los músculos que intervienen en la actividad, apareciendo la fatiga más tardíamente. Se van a utilizar e comando Lift-Lower Analysis para el análisis de estos esfuerzos.

Lift-Lower Analysis:

Esta tarea describe el procedimiento de análisis de elevación inferior utilizando el cuadro de diálogo Análisis de elevación inferior.

Metodología:

Se selecciona el Lift-Lower Analysis desde la barra de herramientas. El cuadro de diálogo Ascensor-Baja Análisis aparece cuando se selecciona el maniquí.

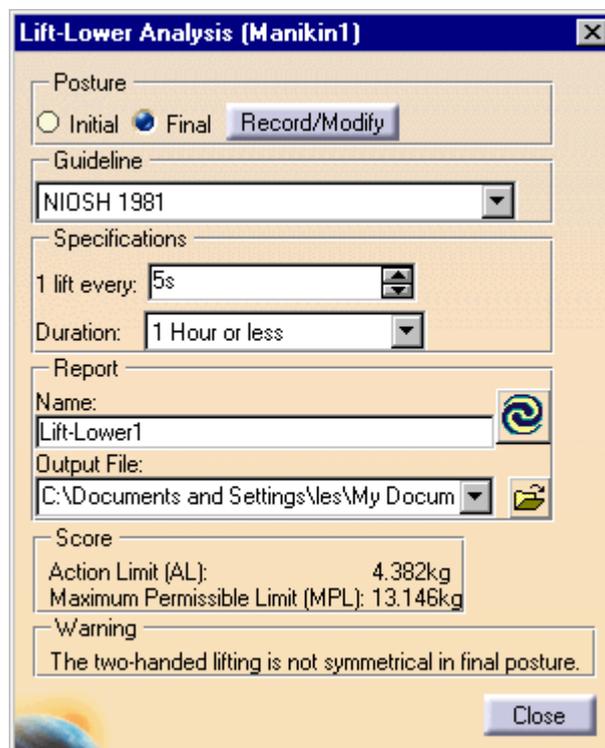


Figura 1.16. Cuadro de opciones de estudio dinámico (Lift-Lower Analysis).



Los campos a elegir son:



Figura 1.17. Postura.

Orientación:

Las especificaciones y puntuaciones cambiarán dependiendo de qué se elija como directriz, nosotros se escoge la opción NIOSH 1991, para obtener resultados más actualizados.

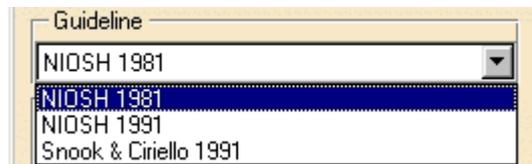


Figura 1.18. Opciones.

En la Figura 1.19 se puede apreciar las opciones referentes a la frecuencia de actividad, su duración y el peso de la carga trasladada. [9]



2.4. PRIORIZACIÓN DE ALTERNATIVAS

El Proceso Analítico Jerárquico (*Analytic Hierarchy Process, AHP*), fue propuesto por Saaty en 1980, se basa en la idea de que la complejidad inherente a un problema de toma de decisión con criterios múltiples, se puede resolver mediante la jerarquización de los problemas planteados.

La principal característica del AHP es que el problema de decisión se modeliza mediante una jerarquía en cuyo vértice superior está el principal objetivo, en nuestro caso, la elección de la bicicleta más adaptada a las necesidades de los usuarios potenciales, meta a alcanzar y, en la base, se encuentran las posibles alternativas a evaluar. En los niveles intermedios se representan los criterios base a los cuales se toma la decisión

La segunda característica del método es que, en cada nivel de la jerarquía, se realizan comparaciones entre pares de elementos de ese nivel, en base a la importancia o contribución de cada uno de ellos al elemento de nivel superior al que están ligados. Este proceso de comparación conduce a una escala de medida relativa de prioridades o pesos de dichos elementos. [26]

2.4.1. AXIOMAS BÁSICOS

Los axiomas básicos en los que se basa la teoría AHP son:

- Axioma de comparación recíproca: El decisor debe ser capaz de realizar comparaciones y establecer la fuerza de sus preferencias. La intensidad de estas preferencias debe satisfacer la condición recíproca: "Si A es x veces preferido que B , entonces B es $1/x$ veces preferido que A ".
- Axioma de homogeneidad: "Las preferencias se representan por medio de una escala limitada".



- Axioma de independencia: "Cuando se expresan preferencias, se asume que los criterios son independientes de las propiedades de las alternativas".
- Axioma de las expectativas: "Para el propósito de la toma de una decisión, se asume que la jerarquía es completa". [24]

2.4.2. METODOLOGÍA DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO

Las etapas generales de la metodología AHP propuestas por Saaty en su formulación inicial son:

1. Modelización:

En esta etapa se construye una estructura jerárquica en la que quedan representados todos los aspectos considerados relevantes en el proceso de resolución: actores, escenarios, factores, elementos e interdependencias. La jerarquía resultante debe ser completa, representativa, no redundante y minimalista. Su construcción es la parte más creativa del proceso de resolución, pudiendo aparecer posiciones enfrentadas entre los distintos participantes.

2. Valorización:

En la segunda etapa se incorporan las preferencias, gustos y deseos de los actores mediante los juicios incluidos en las denominadas matrices de comparación por pares. Estas matrices cuadradas reflejan la dominación relativa de un elemento frente a otro respecto a un atributo o propiedad común. El significado teórico es el siguiente, de los dos elementos comparados, se toma como referencia el que posee en menor medida o grado la característica en estudio y se da un valor numérico de las veces que "el mayor" incluye, recoge, domina o es más preferido que "el menor" respecto al atributo estudiado.



3. Priorización y síntesis:

Esta última etapa proporciona las diferentes prioridades consideradas en la resolución del problema. Se entiende por prioridad una unidad abstracta válida para cualquier escala en la que se integran las preferencias que el individuo tiene al comparar aspectos tangibles.

- **Las prioridades locales:** Que son las prioridades de los elementos que cuelgan de un nodo común.
- **Las prioridades globales:** Que son la importancia de esos elementos respecto a la meta global fijada para el problema. La forma de calcularlas prioridades globales consiste en aplicar el principio de composición jerárquica: multiplicando los diferentes pesos que aparecen en el recorrido de la jerarquía desde el elemento inferior hasta la meta.
- **La prioridad final o total:** De una alternativa se obtiene agregando las prioridades globales obtenidas para esa alternativa en los diferentes caminos que la unen con la meta. El método habitualmente empleado en AHP para la agregación es el equivalente a la suma ponderada.

4. Análisis de sensibilidad:

Se suele hacer para examinar el grado de sensibilidad del resultado obtenido en una decisión al realizar cambios en las prioridades de los criterios principales de un problema. Lo que se lleva a cabo es un cambio en la prioridad de un determinado criterio manteniendo las proporciones de las prioridades de los otros criterios, de manera que todos ellos, incluido el criterio alterado, al modificarse sigan sumando la unidad.

[25]



2.5. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

2.5.1. TIPOS DE PLANTAS DE PRODUCCIÓN

La distribución de las áreas y el equipo de trabajo es uno de los planteamientos de mejora principales para todas las plantas industriales actualmente.

Este problema de redistribución, incluye por supuesto el elemento humano como parte del sistema, como consecuencia, hace imprescindible la consideración de los trabajadores, en todos los niveles de la distribución, y que éstos deben entender y emplear las estrategias de distribución en planta para conseguir, junto a las instrucciones gerenciales, la evolución de las operaciones del sistema productivo.

Richard Muther, en su obra “Distribución en Planta” define a la distribución en planta como:

“El proceso de ordenación física de los elementos industriales de modo que constituyan un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos fijados de la forma más adecuada y eficiente posible. Esta ordenación ya practicada o en proyecto, incluye tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, como el equipo de trabajo y el personal de taller “.

En esta referencia se refiere a la distribución física ya existente o a una nueva proyectada y al departamento encargado de la distribución en planta, con su estudio correspondiente.



2.5.2. IMPORTANCIA DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Gracias a la distribución en planta se obtiene un más eficiente funcionamiento del lugar de trabajo.

El campo de aplicación comprende aquellas plantas de fabricación en las cuales se requiera una disposición de unos medios físicos en un espacio.

En nuestro proyecto contribuye a un importante objetivo la reducción del coste de fabricación y el incremento tanto de la producción como de su calidad.

2.5.3. OBJETIVOS DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Se quiere conseguir una reubicación de las zonas de trabajo y las instalaciones, que sea la más eficiente para el trabajo, a la vez que sea la más segura para los trabajadores. Las ventajas de una buena distribución en planta se convierten en reducción del costo de fabricación, entre los siguientes objetivos:

- Reducción del riesgo para la salud, ya que se disminuye la probabilidad de desarrollar enfermedades profesionales.
- Incremento de la seguridad de los empleados.
- Aumento de la realización y la autoestima del obrero.
- Incremento de la producción.
- Descenso de los retrasos en la producción.
- Ahorro espacial de área ocupada.
- Disminución del manejo de materiales.
- Una mayor eficiencia de la maquinaria.
- Reducción del material en curso.



- Disminución de los tiempos de fabricación.
- Reducción del trabajo indirecto.
- Mejor supervisión del trabajo.
- Aumento de la calidad del producto.

Los objetivos básicos que ha de conseguir una buena distribución en planta son:

- Unidad: Conseguir la integración de todos los elementos o factores implicados en la unidad productiva, para que se funcione como una unidad de objetivos.
- Circulación mínima: Procurar que los espacios utilizados por los materiales y operarios, de estación en estación de trabajo sean óptimos.
- Seguridad: Garantizar la seguridad, satisfacción y comodidad del personal, mejorando el ambiente de trabajo y la calidad de éste.
- Flexibilidad. En la medida de lo posible se deben adoptar sistemas flexibles para poder aceptar posibles cambios en el producto o en el proceso. [10]

2.5.4. FATIGA EN EL PUESTO DE TRABAJO

Es necesario estudiar la fatiga laboral a la hora de analizar los riesgos psicosociales y ergonómicos. Al estudiar los riesgos ergonómicos (tanto física, como mental, emocional y sensorial). Se puede presentar como consecuencia de las dificultades, lesiones o enfermedades que puedan relacionarse de alguna forma con el desempeño de la actividad laboral. La fatiga es un indicador de que algo debe ser modificado, ya sea en las condiciones de trabajo o en su organización. De esta forma, se incrementa la salud y bienestar del trabajador, además de la capacidad y eficiencia productiva.

También está relacionada con la desmotivación, el aumento del absentismo y la rotación en los puestos de trabajo. Uno de los objetivos del proyecto es evitar estos problemas.



Según la Universidad Complutense de Madrid, se puede definir la fatiga como la disminución de la capacidad física y mental de un individuo después de haber realizado un trabajo durante un período de tiempo determinado. Las causas de la fatiga pueden ser por posturas corporales, desplazamientos, sobreesfuerzos o manejos de cargas (físicos) y/o por excesiva recepción de información, tratamiento de la información, fatiga por intentar dar respuesta a todo, etc.

Carga física: Cuando se habla de un trabajo predominantemente muscular se habla de carga física y se define como el conjunto de requerimientos físicos a los que se ve sometida la persona a lo largo de su jornada laboral. En la Imagen 1.1 se puede ver un esquema sobre la carga física de un trabajador.

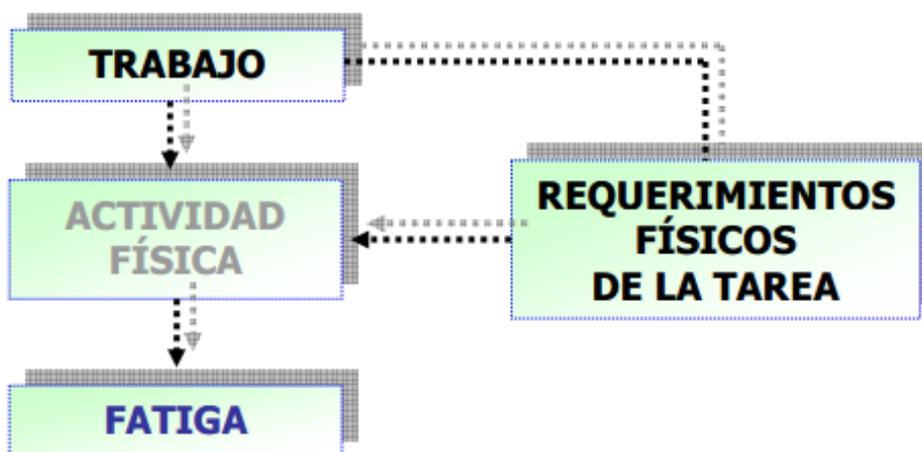


Figura 1.19. Requerimientos físicos según la UCM. [11]

Es muy importante en nuestro proyecto estudiar las limitaciones ergonómicas humanas para poder diseñar los puestos de trabajo y actividades conforme a unos límites aceptables para los trabajadores.



Carga mental: Por el contrario, definimos la carga mental como el nivel de actividad intelectual requerido para el desempeño del trabajo. La carga mental está condicionada por la cantidad y el tipo de información que debe asimilarse y ejecutarse en un puesto de trabajo.

Un trabajo intelectual implica que el cerebro recibe unos estímulos a los que debe dar respuesta, lo que supone una actividad cognitiva que se puede representar mediante el la Figura 1.20:

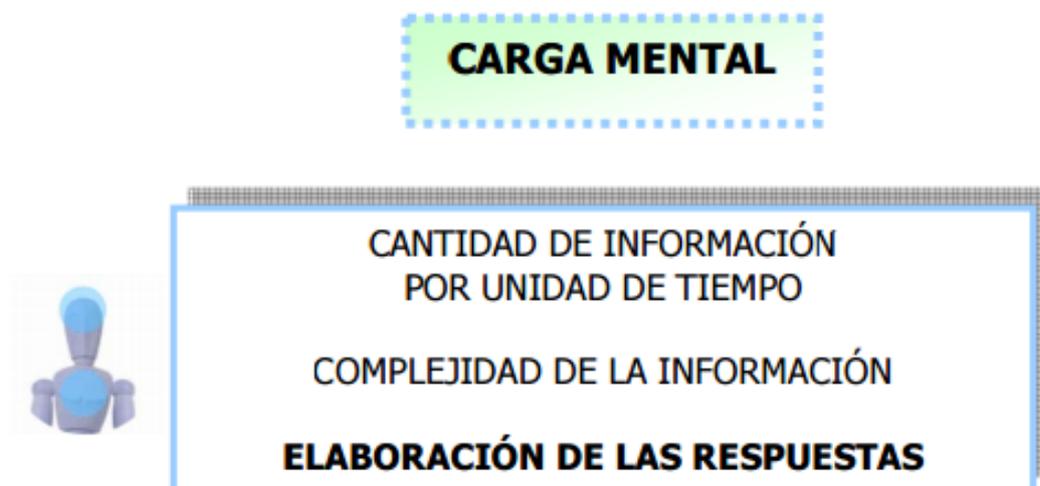


Figura 1.20. Carga mental. [11]

Nuestra línea de producción no tiene un excesivo procesamiento de información, pero sí puede provocar fatiga mental debido a la monotonía de la actividad. Para ello nuestra misión es implementar turnos rotatorios adecuados al nivel de especialización del operario para que éste renueve la atención que debe prestar a la máquina. [11]

Como vimos anteriormente, uno de nuestros principales objetivos consistía en la reducción de la fatiga del trabajador.



2.5.5. CAUSAS PARA UNA REDISTRIBUCIÓN

Como ya hemos definido en el campo de aplicación, nos centraremos en mejorar la distribución en planta de una línea de producción poco automatizada, situada en centro y Suramérica.

Es importante tener en cuenta que la mayoría de las distribuciones quedan diseñadas eficientemente para las condiciones de partida, pero a medida que la organización crece debe adaptarse a cambios internos y externos lo que hace que la distribución inicial se vuelva menos adecuada hasta que llega el momento en que la redistribución se hace necesaria.

Los motivos que hacen necesaria la redistribución se deben a tres tipos de cambios:

- En el volumen de la producción: Nuestro objetivo productivo son pequeñas series diarias.
- En la tecnología y en los procesos: No se dispondrá de máquinas avanzadas automatizadas.
- En el producto: Se trata de un producto en el cual el montaje es una parte fundamental, por lo que pondremos especial dedicación y cuidado a este proceso. Son productos poco flexibles, no admiten modificaciones, aunque cuenta con unas tolerancias superficiales bastante amplias.

Las condiciones principales por las que una planta productiva requiere un cambio en la distribución son las citadas a continuación:

- Congestión y deficiente utilización del espacio.
- Acumulación excesiva de materiales en proceso.
- Excesivas distancias a recorrer en el flujo de trabajo.



- Simultaneidad de cuellos de botella y ociosidad en centros de trabajo.
- Trabajadores cualificados realizando demasiadas operaciones poco complejas.
- Ansiedad y malestar de la mano de obra.
- Accidentes laborales.
- Dificultad de control de las operaciones y del personal. [11]



3. METODOLOGÍA Y HERRAMIENTAS

3.1. INGENIERÍA CONCURRENTENTE

¿Por qué utilizar la Ingeniería Concurrente?

Hoy en día, el funcionamiento de los mercados está basado en un continuo cambio de producto, innovación y descubrimientos que consiguen una evolución continua del producto. Por este motivo, es necesario emplear una Ingeniería Concurrente como modelo de trabajo, el cual consigue unos niveles de competitividad muy elevados. Además reduce la respuesta antes los cambios en las necesidades de los clientes y mejora la calidad asociada a una disminución de los precios. Esta bajada está condicionada por un ahorro en la producción puesto que es un sistema flexible capaz de adaptarse a los cambios.

Está formado por equipos de trabajo con gente preparada pero sobre todo motivada, que integra la multifuncionalidad y flexibilidad a cambios que requiere este tipo de planificación, con un claro enfoque a la búsqueda de mejoras continuas, y de alcanzar el objetivo en el tiempo estipulado.

En el Gráfico de Arturo Tadeo se puede apreciar la metodología que utiliza la Ingeniería Concurrente. [12]

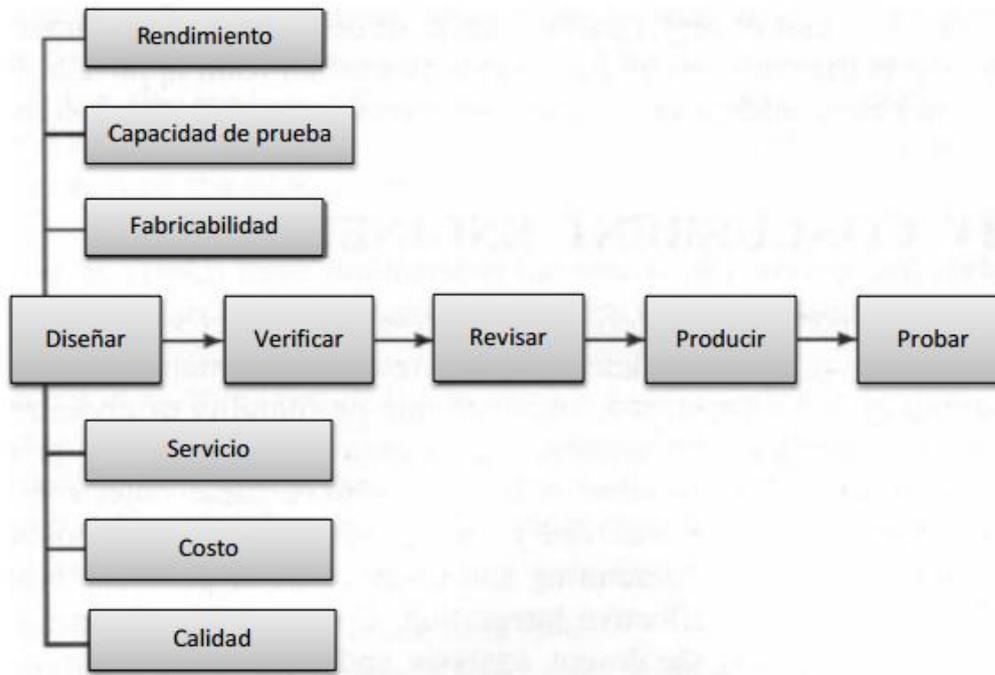


Figura 1.20. Gráfico de Arturo Tadeo Calderón Salazar [12]

La IC (Ingeniería concurrente) se basa en la coordinación e integración de las distintas actividades que surgen en una empresa al dividir los problemas de los procesos de diseño y de fabricación de un nuevo producto.

Cada nuevo proyecto se trabaja en conjunto con un grupo multidisciplinario.

Éste equipo de trabajo debe estar formado por ingenieros de diseño, ingenieros de fabricación, personal de mercadotecnia, de compras, finanzas y proveedores del equipo de fabricación y componentes a utilizar.

En la Figura 1.21 se ve como la Ingeniería concurrente integra a todos los especialistas que forman el equipo multidisciplinario de trabajo.

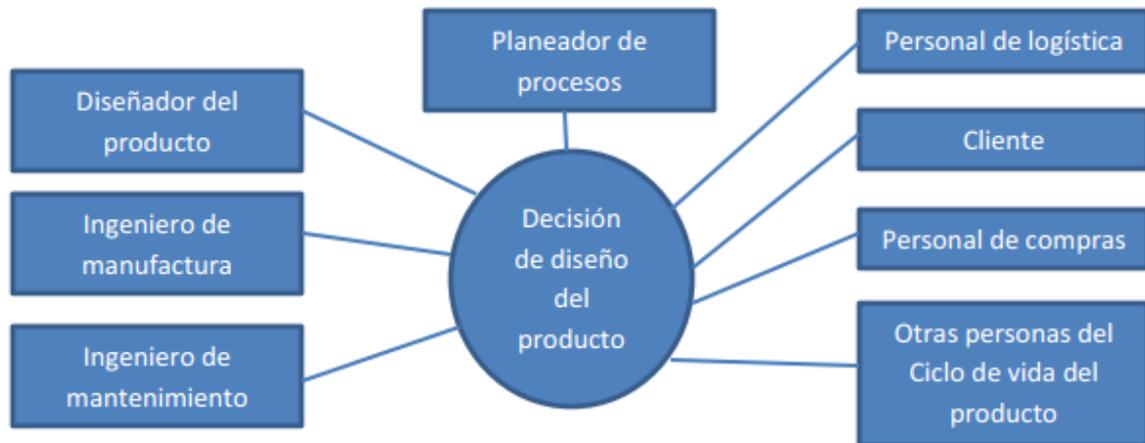


Figura 1.21. Esquema de decisión de diseño en el producto [12]

La metodología de estos grupos de trabajo reside en que, desde el inicio del proyecto, todos los miembros del grupo tienen el mismo conocimiento sobre el producto. De esta forma es mucho más rápida la detección de errores en las primeras fases de diseño, evitando futuros posibles problemas.

Esto también permite identificar variables para reducir costos, número de piezas y para aumentar la calidad final del producto, por lo que exige más tiempo en la definición detallada del producto y en la planificación.

De esta forma, los cambios que se realicen durante la fase de diseño reducen los costos de posibles fallos detectados en fases posteriores, reduciendo considerablemente el costo del proyecto.

Aunque las primeras fases del proyecto resultan más duraderas, el tiempo total el ciclo se reduce considerablemente.



Como conclusión se puede afirmar que el desarrollo de todas las fases de diseño en paralelo desde el primer momento beneficiará a nuestro producto y nos exige la utilización de éste método en base a nuestros objetivos fijados anteriormente. [13]

3.2. ETAPAS Y HERRAMIENTAS

3.2.1 ETAPAS Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS

ETAPA 0: Delimitación y planteamiento del proyecto.

En esta etapa se realiza un planteamiento de los objetivos de proyecto, se marcan unos límites de actuación. Para conocer el entorno actual del producto y su correspondiente proceso, se realizará un estudio de mercado de los diferentes tipos de bicicletas. De esta forma, se entiende el producto a proyectar y se definen unas herramientas y una metodología de trabajo.

Posteriormente se realiza una serie de entrevistas con los usuarios potenciales para concretar sus deseos y necesidades para enfocar de forma correcta la solución.

El análisis de datos se obtendrá a través de diversas fuentes bibliográficas tales como libros, páginas de Internet, además de la información proporcionada por el Departamento de Fabricación de la Universidad de Valladolid.

Posteriormente se procederá al primer análisis de los resultados obtenidos.

Herramientas utilizadas: Google Chrome, libro de Catia V5 Ed. TEBAR.



ETAPA 1: Estudio de mercado.

Una vez delimitados los objetivos, se realizará un estudio del estado del arte. Posteriormente, un estudio de mercado más exhaustivo enfocado en el tipo de bicicleta escogido, la bicicleta de paseo y se realizará un análisis de los puntos fuertes y débiles de cada opción, para poder centrar nuestros esfuerzos en lograr un producto de calidad que sea demandado por un mayor número de usuarios.

En cuanto al proceso productivo, se estudiará cada puesto de trabajo desempeñado en plantas con intensivo en mano de obra.

Herramientas utilizadas: Google Chrome.

ETAPA 2: Generación de concepto y modelado 3D.

Una vez concluido el estudio de los productos existentes con características comunes al producto objeto se realiza el diseño del cuadro de bicicleta óptimo y adecuado a los objetivos especificados anteriormente. Las herramientas utilizadas serán papel y lápiz para la realización de bocetos e ideas preliminares, y posteriormente se modelará la pieza en entornos virtuales 3D.

Para el modelado 3D la herramienta utilizada será Catia V5. Se adjudicarán los materiales y posteriormente se exportará el archivo .STEP al programa Keyshot, con el cual se completarán los renders para la presentación del producto.

ETAPA 3: Evaluación de conceptos.

En esta etapa se abordará el análisis y estudio de los resultados obtenidos hasta el momento, desde el cuadro de bicicleta hasta la línea de producción y montaje. Es una de las etapas más importantes y complejas, ya que dará los resultados y enfocará las posibles conclusiones. Serán determinantes los datos obtenidos en esta fase.

A su vez encontramos las siguientes subetapas:



3.1. Análisis ergonómico del producto.

En esta etapa se realiza un análisis ergonómico del usuario en la bicicleta. Poniendo especial cuidado en los ángulos que debe tener cada articulación y teniendo en cuenta los esfuerzos que éste va a realizar para asegurar un producto adecuado y seguro.

Para ello, se utilizará el módulo de Ergonomics Design & Analysis de Catia V5. A su vez dentro de éste módulo se emplearán otros dos, Human Builder para simular la posición de los operarios y Human Activity Analysis para analizar su actividad y sacar las conclusiones necesarias para realizar cambios.

En Human Activity Analysis se utilizarán dos comandos, RULA para analizar actividades que no requieran de una elevación de carga y Lift-Lower Analysis para aquellas que si lo necesiten.

En base a los resultados obtenidos se realizará un diseño alternativo con las modificaciones pertinentes, y posteriormente, se realizará otro análisis ergonómico para comprobar la mejora del diseño y la resolución de problemas.

3.2. Cálculo estático: FEM, Tensiones y Deformaciones.

En esta etapa se va a realizar un estudio de tensiones y deformaciones de la estructura del cuadro. Para ello se utilizará el programa Autodesk Inventor, que utiliza el método por elementos finitos para realizar este cálculo mecánico estático.

De esta forma se estudia si la estructura aguantará los requerimientos de uso a los que va a estar sometido. Se completa la etapa con un estudio de los posibles materiales y cualitativamente se selecciona el que más nos conviene.

3.3. Definición del proceso en entornos virtuales 3D.

Antes de proceder a la modelación en 3D de la línea de producción se debe hacer un estudio de las características de la línea de producción en lo competente a la distribución de las instalaciones y aprovechamiento del espacio y recursos disponibles. Se realizarán además diagramas de flujo para poder observar el movimiento del producto y los movimientos de los operarios durante la fabricación del cuadro.



En esta etapa se analizarán las distintas distribuciones de una planta de producción y se escogerá la que más se ajuste a la producción no demasiado automatizada de una bicicleta. Se realizará un pequeño estudio del movimiento de cada operario en su puesto de trabajo para observar su actividad y adaptar su entorno.

Las herramientas utilizadas para esa actividad serán Adobe Illustrator y Photoshop para la maquetación de los diagramas de flujo.

En esta etapa también se realizará un modelado de cada puesto de trabajo con los utensilios y maquinaria necesaria a nivel conceptual para una correcta comprensión del proceso y poder realizar la siguiente fase, que consiste en un análisis ergonómico de cada operario en las posiciones más desfavorables durante su actividad. De esta forma se puede analizar los datos a posteriori y modificar y recalcular el proceso productivo.

Al igual que para el análisis ergonómico del producto, las herramientas utilizadas serán el módulo de Ergonomics Design & Analysis de Catia V5, con los submódulos de Human Builder para simular la posición de los operarios y Human Activity Analysis para analizar su actividad.

A su vez dentro de Human Activity Analysis se utilizarán RULA para analizar actividades que no requieran de una elevación de carga y Lift-Lower Analysis para aquellas que si lo necesiten.

3.4. Estudio de eco-diseño.

Lo que se realizará en esta fase es una comparación entre las alternativas de diseño para elegir la más adecuada a los objetivos y las necesidades de los usuarios. Para ello se tienen en cuenta aspectos tanto del tipo de diseño realizado como de la fabricación, distribución, uso, reciclado o materiales utilizados, siempre analizando cada aspecto en lo referente al impacto ambiental ocasionado.



ETAPA 4: Priorización de alternativas.

De entre las dos alternativas diseñadas del cuadro de bicicleta se realiza una comparación para escoger la opción más adecuada.

En esta fase no se escogerá simplemente la opción más aceptada entre nuestros usuarios, sino que se realizará un análisis cuantitativo para determinar cuál es la mejor opción en base a los criterios más relevantes. Para ello, se utilizará el método AHP (Analytic Hierarchy Process), de Thomas L. Saaty.

El Proceso Analítico Jerárquico, se basa en la idea de que la complejidad inherente a un problema de toma de decisión con criterios múltiples, se puede resolver mediante la jerarquización de los problemas planteados.

Su contribución es importante en niveles operativos, tácticos y estratégicos, sirviendo para mejorar el proceso de decisión debido a la gran información que aporta y a la mejora en el conocimiento del problema.

Se puede entender como:

- Una técnica de resolución de problemas multicriterio, multientorno y multiactores.
- Una teoría matemática aplicada teniendo que tiene en cuenta la influencia entre alternativas respecto a un criterio o atributo.
- Una filosofía para abordar la decisión.

Este proceso de comparación conduce a una escala de medida relativa de prioridades o pesos de dichos elementos.

Las comparaciones por pares se realizan por medio de ratios de preferencia (si se comparan alternativas) o ratios de importancia (si se comparan criterios), que se evalúan según una escala numérica propuesta por el método, que más adelante se presenta.



ETAPA 5: Documentación.

En esta fase se juntarán todas las conclusiones sacadas de cada estudio individual realizado. Se relacionará todo el trabajo realizado y se presentará adecuadamente para su correcta comprensión por parte del lector.

Las herramientas utilizadas en esta fase serán: Adobe Photoshop, Adobe Illustrator, Word y Excel.



4. CONCEPTUALIZACIÓN PROCESO-PRODUCTO

4.1. DISEÑO DE PRODUCTO

4.1.1. ESTUDIO DE MERCADO

4.1.1.1. INTRODUCCIÓN

El estudio de mercado se basará en el relativo al año 2013 que ha realizado AMBE (Asociación de Marcas y Bicicletas de España) y que ha llamado Cifras Sector Ciclismo. Se trata de un estudio de los datos más significativos de la industria de la bicicleta para indicar cuál es el estado del sector.

Es un estudio muy completo ya que se muestran los resultados de venta de las Empresas asociadas a AMBE junto con otras empresas especializadas en el sector y también con grandes superficies y cadenas de distribución que participan en él.

Este estudio se ha realizado junto con la empresa especializada en estudios de mercado SPORTPANEL, S.A., que tras un trabajo de recopilación se han podido obtener los datos analizados.

A continuación se muestran algunas bicicletas del mercado actual que presentan diseños similares al de la bicicleta del proyecto. Lo que ocurre con estos diseños es que la mayoría son bicicletas eléctricas.

La primera cifra significativa de este estudio es que se venden en torno a 1 Millón de bicicletas en el mercado español, bastante más de lo que indicaban las estimaciones Europeas (alrededor de las 800.000 unidades). El sector de la bicicleta español se divide principalmente en tres ámbitos:



- Bicicletas completas
- Partes de bicicletas y recambios
- Accesorios

Este estudio se centrará más en el subsector de las bicicletas completas ya que se considera más significativo.



Figura 1.22. Comparación entre bicicletas. [14]

4.1.1.2. EVOLUCIÓN RECIENTE Y SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR

El sector de las bicicletas, sus componentes y accesorios cuenta en España con unos 250 operadores incluyendo a fabricantes, distribuidores nacionales, agentes, importadores así como sectores relacionados tales como empresas dedicadas a la alimentación/nutrición y



equipamiento ciclista. Los detallistas son mucho más numerosos, alcanzando casi las 3.000 tiendas.

Empresas Sector Ciclismo		
± 250 Empresas		
Bicicletas (70)	Distribuidoras (52)	Textil (40)
Complementos (11)	Electrónica (6)	Componentes (15)
Nutrición (18)	Otras (85)	

Tabla 1.18. Empresas del sector ciclismo.

Actualmente en España hay un número limitado de fabricantes de bicicletas. Esto es debido a que en las últimas décadas ha habido una tendencia de concentración, es decir, bien han desaparecido fabricantes bien se han convertido en importadores/distribuidores. A pesar de ello, en los últimos años sí que han aparecido nuevos fabricantes nacionales relevantes.

La importación de bicicletas es lo que más ha aumentado. Puede ser o porque las marcas extranjeras han copado gran parte del mercado o porque cada vez son más los fabricantes nacionales que producen y ensamblan fuera de España en zonas como Portugal o Asia. Los departamentos dedicados al diseño y a la calidad aún se siguen manteniendo en España.

En los últimos cinco años, a pesar de la crisis económica, se ha visto un incremento de las ventas en este sector de entorno al 10% al año. Esto se debe a que la población española cada vez tiene más hábito de uso de la bicicleta para sus desplazamientos.

Esto está íntimamente ligado a la mayor concienciación de los ciudadanos por los temas medioambientales. Por ello en muchas ciudades se han llevado a cabo políticas de implantación de carriles o parkings de bicicletas como existen en otros países europeos. [15]



4.1.1.3. ANÁLISIS CUANTITATIVO

El total de facturación del conjunto de todas las empresas que participan del sector se estima que sea de 700 Millones de Euros al año de venta a los tres canales de distribución. Por lo que la facturación total del sector ciclismo asciende a 1.050 Millones Euros.

En la tabla siguiente, se aprecia cómo se divide el mercado de este sector en cuanto a ventas.

Tabla 1.19. Facturación en porcentajes.

	% (valor)	
	2014	2015
Bicicletas	60,30	58,67
Componentes	23,94	24,97
Cascos	2,32	2,39
Zapatillas	2,68	2,82
Textil	4,82	4,66
Herramientas	0,35	0,41
Fitness	0,13	0,14
Otros	5,47	5,95
TOTAL	100,00	100,00

4.1.1.4. VENTA DE BICICLETAS

A pesar del crecimiento en las ventas tras varios años, en el 2015 se han contabilizado un total de ventas de 1.034.374 unidades, un 7,5% menos respecto al 2012. De estas ventas, el 59% representa al mercado minorista del cual un 50% (558.544 unidades) corresponde a las empresas asociadas a AMBE. El 41% restante es vendido por grandes cadenas de material deportivo y grandes superficies en general.

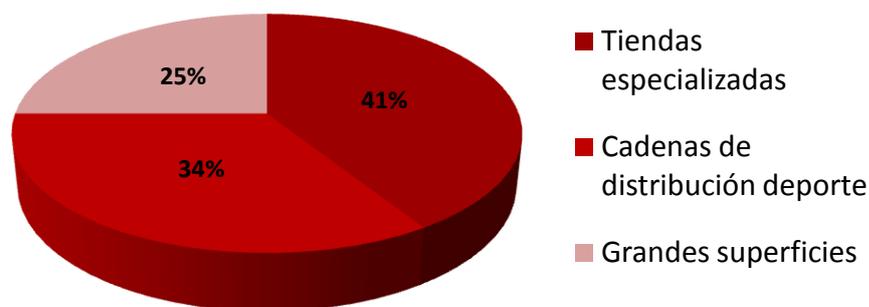


Figura 1.23. Lugares de venta al público.

4.1.1.5. VENTA POR MODALIDAD DE BICICLETA

A partir de este análisis, se aprecia que las bicicletas de montaña siguen teniendo un claro dominio respecto al resto con un 63% del total de ventas. El segundo puesto lo ocupan las bicicletas para niños con un 18% (no están incluidas las tipificadas como juguetes). A pesar de que la bicicleta urbana y la eléctrica aún tienen una cuota de mercado muy baja, están experimentando un gran crecimiento.

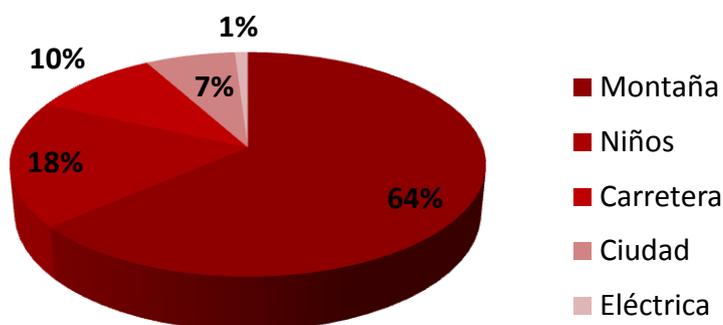


Figura 1.24. Ventas dependiendo el tipo de bicicleta.

4.1.1.6. PRECIO POR MODALIDAD DE BICICLETA

Concepto	2012 (€)	2013 (€)	Evolución (%)
Montaña	654	647	-1%
Niños	84	82	-2%
Carretera	159	169	6%
Ciudad	194	211	9%
Eléctrica	1302	1237	-5%
TOTAL	268	290	8%

Tabla 1.20. Precio dependiendo del tipo de bicicleta.



Para el cálculo de los precios medios por modalidad de bicicleta se han contado con los precios medios de venta al público en los tres canales de distribución. En el canal de distribución especializada los precios son notablemente superiores a la media del mercado global (642€). En los otros dos canales, los precios medios son bastante más reducidos por lo que finalmente la media se sitúa para 2013 en 290€.

4.1.1.7. PRODUCCIÓN, IMPORTACIÓN Y EXPORTACIÓN

La producción doméstica de bicicletas en España está censada mensualmente por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio desde 1990.

Si se comparan estos datos de fabricación con los de ventas, se aprecia que el 36% de las bicicletas se producen en España. Aunque cabe tener en cuenta que parte de esta producción es para exportarla. [15]

Año	Producción
2006	377.819
2007	312.432
2008	380.082
2009	333.472
2010	398.017
2011	403.526
2012	373.354
2013	374.517

4.1.1.8. CONCLUSIONES

Tabla 1.21. Evolución histórica de la producción

Después de hacer este estudio de mercado, se ha podido comprobar que el mercado de las bicicletas de ciudad está en expansión (9% más en 1 año) y que su precio ha tenido cierto aumento debido a la demanda. El precio medio de una bicicleta de ciudad ronda los 200€ según este estudio. Por lo tanto, para cumplir con uno de los objetivos iniciales, se va a reducir el precio de venta además de ser una bicicleta con un diseño depurado y estético.



4.1.2. ESTUDIO ERGONÓMICO

Primero, se comenzará con una breve definición del objeto de estudio. Se entiende biomecánica como el estudio de las estructuras de carácter mecánico que existen en los seres vivos, especialmente en el cuerpo humano.

Tiene como objetivo resolver los problemas derivados de las diversas condiciones a las que puede verse sometido el ser humano. Esta disciplina tiene diversas ramas, pero el estudio se centrará en la rama de la biomecánica deportiva.

La biomecánica deportiva: Tiene como meta mejorar el rendimiento del deportista, optimizarlo y prevenir lesiones, además de ayudar al desarrollo técnico de la actividad.

1. Pedales: Son recomendados pedales que permitan unos grados de movimiento para evitar movimientos contrarios a la naturaleza del cuerpo.
2. Longitud de las bielas: Está ligado a la longitud de las piernas
Bielas cortas para acelerar más rápido.
Bielas largas para ejercicios aeróbicos.
La longitud de la biela debe estudiarse con el ángulo de la rodilla cuando el pedal se encuentra en el punto más elevado.

Longitud de la biela (mm)	Longitud de la pierna (mm)
170	<78.7
172.5	78.7-83.8
175	>83.8

Tabla 4.1. Relación longitud de biela con la de la pierna.



3. Altura del sillín: Se determinará con el ángulo que forma la rodilla en su máxima flexión. Éste ángulo debe estar comprendido entre 108 y 112 grados, y en su máxima extensión entre 140 y 145 grados.

Un sillín demasiado bajo provoca un bajo rendimiento y optimización del esfuerzo deportivo además de la posibilidad de producirse lesiones a nivel de la rótula.

4. El avance-retroceso del sillín: Debe estar en la línea paralela al suelo retrasado 2 cm del eje de los pedales. Medidas incorrectas generan problemas en la parte anterior de la rodilla, tensión en la banda iliotibial y presión perineal.
5. Altura del manillar: Ésta va determinada por el ángulo del tronco, la cual son unos 45 grados tomando como referencia el fémur y el hombro. El ángulo recomendado se sitúa entre los 37 y los 40 grados.
6. Alcance del manillar: En torno a los 85 grados. [16]

En hombres:



Figura 4.1. Ángulos adecuados para el ciclista de ciudad en hombres.



En mujeres:



Figura 4.2. Ángulos adecuados para el ciclista de ciudad en mujeres.

4.1.2.1. ESTUDIO ERGONÓMICO DEL DISEÑO INICIAL

Se utiliza un modelo humano digital (DHM) mediante el programa Catia V5 para realizar la simulación. Se obtiene un estudio de los resultados ergonómicos de la posición requerida. Como se puede apreciar en la imagen, el usuario se encuentra con serios problemas en prácticamente todas las partes del cuerpo.

Es una situación, que como bien te advierte el programa, necesita una investigación y cambio inmediato. A continuación se expondrá la alternativa de mejora.

El estudio ha sido realizado con un hombre percentil 50, con un peso de 90 Kg, para no contemplar casos extremos y ponernos en una gran mayoría de la población. Obviamente si se limitara más los percentiles, como se hará posteriormente (percentiles 95 para hombres y 5 para mujeres), se obtendrían situaciones más desfavorables que las que se ven en la figura 4.3.



Figura 4.3. Estudio ergonómico del primer diseño.

4.1.2.2. ESTUDIO ERGONÓMICO DEL SEGUNDO DISEÑO

El principal objetivo con este segundo diseño es mejorar la comodidad y salud postural del usuario durante el uso, para ello se utilizarán casos más extremos para asegurarnos que se adapta a todas las necesidades demográficas, desde un hombre percentil 95 hasta una mujer percentil 5.

En base a los estudios realizados de ergonomía postural (Apartado 2.3), se propone una serie de cambios para conseguir los objetivos propuestos.

Como se puede ver en el estudio posterior en las figuras 4.4 y 4.5, los resultados mejoran considerablemente. Se obtienen resultados que entran dentro de nuestras limitaciones para aceptarlos como buenos. No exponen al usuario a ningún peligro y se puede garantizar su plena comodidad durante el uso.



Hombre, percentil 95:



Figura 4.4. Estudio ergonómico del nuevo diseño en hombres.

Mujer, percentil 5:

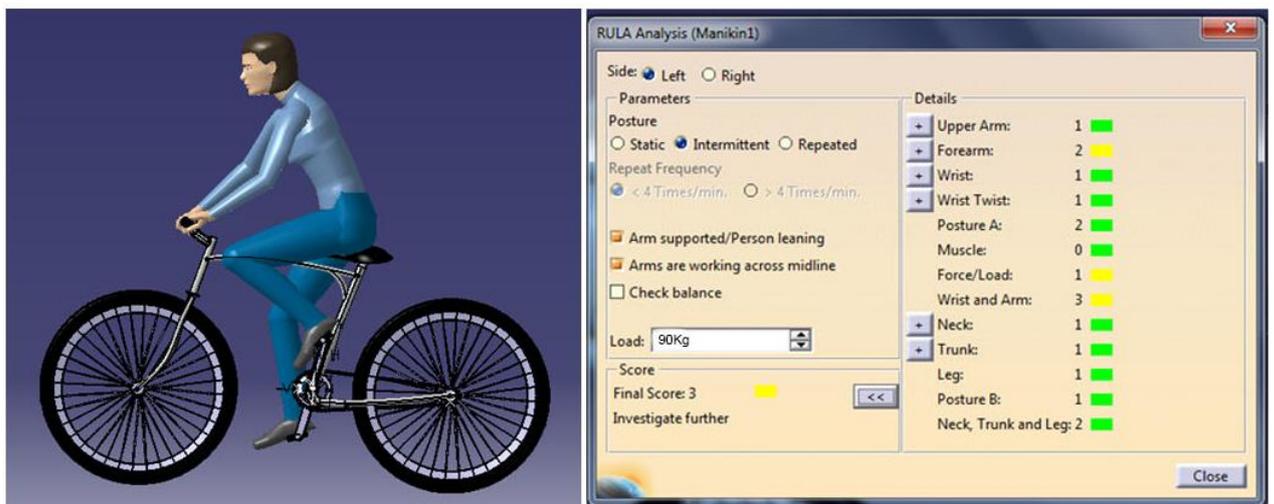


Figura 4.5. Estudio ergonómico del nuevo diseño en mujeres.

A continuación, se puede observar una comparación del diseño inicial con el nuevo para apreciar mejor los cambios en el diseño realizados.



La imagen más nítida corresponde al segundo diseño. Se puede apreciar sobre todo un cambio en la zona del cuadro que une el sillín con el manillar. También se han modificado ligeramente los ángulos de soldadura, consiguiendo además mejores resultados mecánicos.



Figura 4.6. Comparación entre diseños.



4.1.3. MATERIALES

Primero, se debe realizar una comparación de las posibilidades existentes actualmente, estudiar sus beneficios y desventajas, evaluarlas y elegir el material que más se ajuste a nuestras necesidades.

Criterios necesarios para nuestro proyecto:

1. Ser razonablemente ligero.
2. Absorber los golpes del carretero o del sendero.
3. Ser rígido, para que no fleje con el pedaleo.
4. Ser durable y resistir la corrosión.
5. Ser resistente a la fatiga de material, a los golpes, impactos y fuerzas de torsión.
6. Tener un precio acorde con tu presupuesto
7. Reparación

Opciones disponibles:

1. Acero:

Es un material pesado pero extremadamente resistente. Los cuadros de bicicletas que se fabrican con tubos de paredes delgadas y tubos pequeños conservan la rigidez y la resistencia. Los mejores aceros son aquellos endurecidos al aire, que son los más resistentes y permiten formar tubos con paredes delgadas. La rigidez es parecida para todos los tipos de aceros.

2. Acero al carbón:

Constituye uno de los más utilizados en la construcción de cuadros en bicicletas de bajo costo. Es muy resistente y durable, además una de sus características más admirables es su facilidad de reparación.

Este aspecto resulta muy interesante en el presente proyecto, ya que uno de los objetivos principales es el cuidado y minimización de impactos al medio ambiente. Como desventajas se destacan la pesadez y lentitud.



3. Acero cromo molibdeno:

Parecido al acero al carbón, el acero con aleación de cromo y molibdeno es resistente y durable, además mucho más liviano que el primero si los tubos están bien diseñados. Los conocedores de bicicletas te dirán que no hay material tan “vivo” como el acero, que conecta al ciclista con el pavimento. El Reynolds 953 y 931 y el Columbus XCR son los reyes de los aceros para bicicleta.

4. Aluminio:

El aluminio es mucho más ligero pero tiene un 75% de la resistencia del acero o del titanio, y al contar con un diseño de cuadro tan simplificado, se hace muy necesaria la utilización de materiales muy resistentes, además con éste material se hace necesario un sobredimensionamiento de las dimensiones.

Las principales ventajas del aluminio son la rigidez, la ligereza y sobretodo el bajo precio, esto hace a las bicicletas de aluminio realmente competitivas en relación peso/costo. El aluminio no se oxida pero se corroe en ambientes salinos. La desventaja del aluminio es que no transmite la sensación del terreno, por lo que se dice que es un metal con una sensación “muerta”. Debido a la fatiga de metal, bicicletas de aluminio con mucho uso -en especial las montañas- pueden romperse.

[18]

Opciones más empleadas más comunes en la actualidad:

Comparativa gráfica de las diferentes opciones:

Gráfica comparativa de los diferentes materiales disponibles con los principales factores de peso a la hora de decidir material. (Figura 4.7)

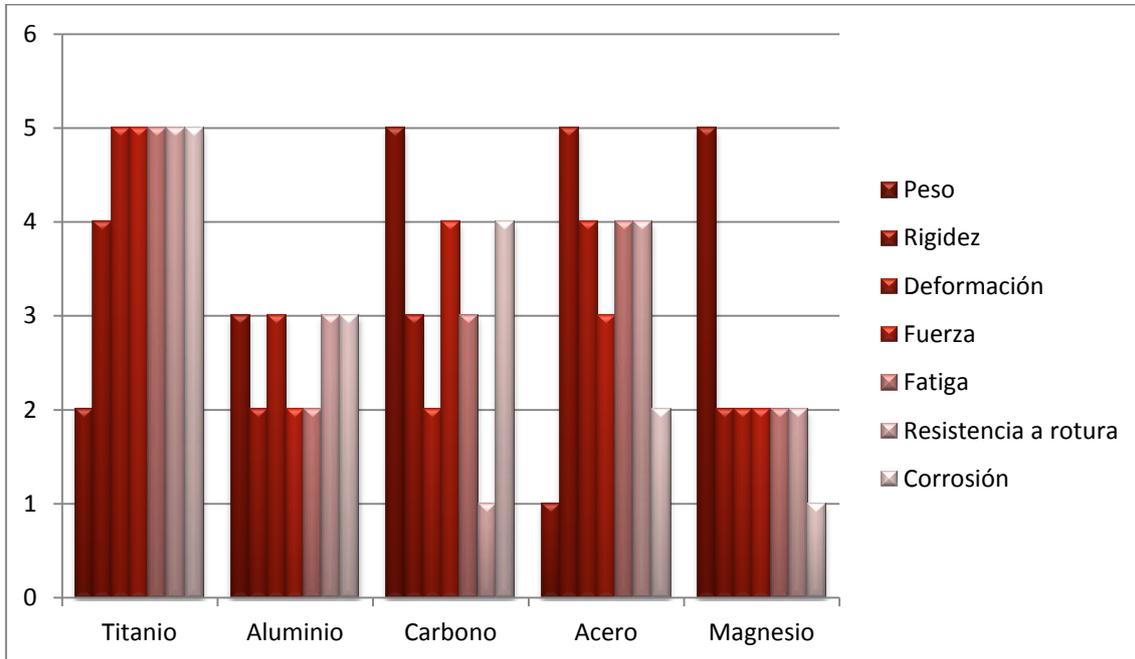


Figura 4.7. Gráfica comparativa de materiales. [18]

Las aleaciones de aluminio para bicicletas son el 6061 (aluminio y magnesio) y el 7005 (aluminio y zinc, más resistente). En general el 6061 es más costoso y preferido en la fabricación de bicicletas de gama alta (por ejemplo es la aleación de la CAAD 10 de Cannondale), pero pocos ciclistas podrían notar la diferencia entre dos cuadros bien fabricados con estas aleaciones.

Opción elegida: Acero 4130

Es un acero con aleación de Cromo y Molibdeno, además, contiene unas cantidades muy bajas de carbono, lo que le hace especialmente útil para soldar estructuras de tubo.

El 30 en 4130 representa un valor de 0.30 por ciento de contenido de carbono. Aleaciones con más del 0.30 por ciento de carbono no podrían ser tan fáciles de soldar.

Esto implica que soldaduras de aceros con un porcentaje de aleación superior a 0.30, serían muy difíciles de obtener sin la posibilidad de rupturas en las juntas de soldaduras, así como inclusiones u oclusiones escondidas.



Sin embargo, éste material conserva sus excelentes propiedades hasta 0.32 cm de anchura de tubo.

Tiene una dureza de extensión de 655 MPa en condición normalizada llegando a un máximo de 1241 MPa con tratamiento de calor.

El 4130 será utilizado en su condición de “normalizado” o “normalizado cercano” y no requiere de tratamiento de calor. Posteriormente se enfría al aire. En el estado normalizado, su máxima tensión de estrés es 655 MPa. Con este valor, 4130 mantiene buena dureza y excelente elongación. Me refiero a dureza a la resistencia a la propagación de ruptura y elongación a su posibilidad de absorber energía durante una deformación sin quebrarse.

El acero 4130 al ser una aleación baja en carbono, tiene relativamente baja dureza, sus óptimas propiedades de combinaciones son desarrolladas y obtenidas en limitadas secciones de grosor con tratamientos de calentamiento y templado. Aun así, aparentemente alcanza dureza y fuerza para muchas aplicaciones bajo un estricto método de normalización, transformándose así en una de las más populares aleaciones de acero por su buena molde habilidad y simplicidad en soldar junto con excelentes propiedades mecánicas.

Se recomienda para usos a temperaturas hasta 700° F, porque su dureza disminuye marcadamente con temperaturas que sobrepasen ese nivel.

A temperaturas bajo cero experimenta transiciones de moldeable a quebradizo demostrado en un test de impacto “Charpy V” donde exhibe propiedades pobres de impacto. La transición de temperatura varía con el tratamiento de calor.

Usualmente es forjado de 2000° F a 2200° F y la temperatura final nunca debe estar por debajo de 1800° F.

Es utilizado en forma fundida y forjada para una variedad de aplicaciones que requieren alta dureza y fuerza.



Elementos de aleación y su efecto en el Acero:

- Carbono: Incrementa dureza y fuerza
- Cromo: Incrementa resistencia a la corrosión, dureza y resistencia al desgaste
- Manganesio: Incrementa dureza y contrarresta posible ruptura derivada del sulfuro
- Molibdeno: Incrementa dureza, levanta el avance de dureza por calentamiento, realza la resistencia a la corrosión y desgaste.
- Fosforo: Incrementa dureza, manejo, y resistencia a la corrosión.
- Sulfuro: Incrementa dureza, levanta el avance de dureza por calentamiento, realza la resistencia a la corrosión y desgaste. [19]

Composición – (%) ⁽¹⁾							
C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo
0.22- 0.33	0.60- 1.00	0.70	0.04	0.04	0.75- 1.10	Residual	0.15- 0.30

Tabla 4.1. Composición del Acero 4130. [19]

Propiedades Mecánicas – Mínimo				
U.T.S – K.S.I	Y.S – K.S.I	Elongación - %	Reducción en Área - %	Dureza - BHN
95	85	16	35	223-227

Tabla 4.2. Propiedades Mecánicas del Acero 4130. [19]



4.1.4. MÉTODOS DE FABRICACIÓN

4.1.4.1. UNIÓN TRASERA

La pieza que conecta el cuadro con la horquilla trasera se fabricará por moldeo. Recordemos que nuestra pieza está compuesta por acero 4130. Éste material tiene una excelente colabilidad, fluidez y capacidad de alimentación de los moldes, así como la optimización de las propiedades de resistencia y tenacidad o resistencia a la corrosión. La adición de magnesio facilita el endurecimiento por precipitación con lo que incrementará las propiedades mecánicas.

Puesto que nuestra producción está enfocada a grandes series, se utilizará la fundición con moldes permanentes. Por los requerimientos específicos de nuestra geometría se necesitará vaciar parte de la pieza para que pueda encajarse con las colindantes. Esto se puede solucionar añadiendo machos extraíbles mediante una sencilla rotación. A continuación se detalla el proceso:

- Diseño del modelo: El modelo es la pieza que se pretende reproducir, pero con algunas modificaciones derivadas de la naturaleza del proceso de fundición:
 1. Debe ser ligeramente más grande que la pieza final, ya que se debe tener en cuenta la contracción de la misma una vez se haya enfriado a temperatura ambiente. El porcentaje de reducción esperado es de un 1,32 %.
 2. Tener en cuenta el diseño de la colocación de la mazarota, de tal manera que éste elemento sea el último que solidifique, y así evitar que presente rechupes u otros defectos.



3. Las superficies del modelo deberán respetar unos ángulos mínimos con la dirección de desmoldeo (la dirección en la que se extraerá el modelo), con objeto de no dañar el molde de arena durante su extracción. Este ángulo se denomina ángulo de salida. Se recomiendan ángulos entre $0,5^\circ$ y 2° .
- Colada. Vertido del material fundido. La entrada del metal fundido hacia la cavidad del molde se realiza a través de la copa o bebedero de colada y varios canales de alimentación. Estos serán eliminados una vez solidifique la pieza. Los gases y vapores generados durante el proceso son eliminados a través de la arena permeable.
 - Enfriamiento y solidificación. Esta etapa es crítica de todo el proceso, ya que un enfriamiento excesivamente rápido puede provocar tensiones mecánicas en la pieza, e incluso la aparición de grietas, mientras que si es demasiado lento disminuye la productividad. Además un enfriamiento desigual provoca diferencias de dureza en la pieza. Para controlar la solidificación de la estructura metálica, es posible localizar placas metálicas enfriadas en el molde. También se puede utilizar estas placas metálicas para promover una solidificación direccional.
 - Desmolde. Extracción de la pieza. En el desmolde también se retirarán los machos.
 - Desbarbado. Consiste en la eliminación de los conductos de alimentación, mazarota y rebarbas procedentes de la junta de ambas caras del molde.
 - Acabado y limpieza de los restos de arena adheridos. Posteriormente la pieza se someterá a mecanizado y tratamiento térmico. [20]

4.1.4.2. CUADRO

Una vez obtenidos los tubos de aluminio de nuestro proveedor, se comenzará con los procesos de transformación:

1. Cortar los tubos en las distintas medidas que requiere nuestro cuadro.



2. Curvado en frío:

La norma DIN 8582 define el curvado como el proceso de deformación plástica o permanente que sufre un material tras aplicar sobre el mismo un determinado esfuerzo flector. El curvado se efectúa en frío, ya que sólo los espesores muy gruesos requieren un calentamiento previo. Los tubos se pueden curvar sin necesidad de rellenarlos cuando el espesor de la pared sea como mínimo, 1/20 del diámetro exterior.

La deformación plástica se produce tras sobrepasar la tensión de fluencia propia de cada material. Como la deformación elástica es reversible, el material recupera parte de su forma inicial tras el curvado, por lo que en las plantillas programables se debe sobredimensionar el ángulo de curvatura. Para este proceso se utilizará una curvadora de tubos y perfiles horizontal, ya que facilitará la maniobrabilidad al operario. [21]

4.1.4.3. TEMPLE Y REVENIDO

El tratamiento de temple consiste en enfriar de manera controlada a la mayoría de las variantes de aceros aleados previamente calentados a temperaturas de entre 750 °C y 1.300 °C.

Posterior al temple se realiza un tratamiento de revenido de tipo 1 a temperaturas de entre 200 °C y 300 °C con la finalidad de optimizar la tenacidad y reducir la fragilidad de las piezas.

El tratamiento de temple se divide en dos pasos:

1. Calentamiento controlado en temperatura (entre 750 °C y 1.300 °C dependiendo del material base), rampa de calentamiento y tiempo de mantenimiento a temperatura máxima.

Ajustando estos tres puntos de control se pueden conseguir las condiciones idóneas previas al temple disolviendo los elementos aleantes de manera correcta. De esta manera se aseguran unos resultados finales óptimos, uniformes y repetibles.



Enfriamiento controlado de la zona a templear. Es muy importante controlar el medio de temple (agua, agua + polímero, aceite...), caudal, presión y la tipología de sistema de ducha utilizado. Dureza y fragilidad son características directamente proporcionales por lo que hay que hacer un tratamiento posterior para equilibrar ambas. Este tratamiento se conoce como recocido de eliminación de tensiones (revenido) y consiste en mantener las piezas a temperaturas ≤ 650 °C durante un tiempo determinado. Gracias a este revenido se consigue reducir la fragilidad y ajustar la pieza a diferentes requisitos mecánicos dependiendo del tiempo de mantenimiento a temperatura. [23]

4.1.4.4. HORQUILLA TRASERA

Esta pieza se fabrica muy parecida al cuadro. Se parte de tubos de acero 4130 comprados al proveedor, a continuación se cortan con la medida adecuada. Se le administra la curvatura adecuada con la curvadora, a continuación se cortan con la geometría adecuada de forma que encajen perfectamente uno con otro y se sueldan mediante haz de electrones. Por último, se somete a la horquilla a los procesos de temple y revenido explicados anteriormente.

4.1.5. UNIONES

Las uniones se van a realizar mediante Soldadura TIG.

4.1.5.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Para las uniones se utilizará el soldeo con una atmósfera artificial mediante un gas protector cuya función es la de proteger el baño de fusión. Además se utilizará un electrodo no consumible para completar el proceso.

Se pueden obtener cordones de soldadura con calidad. No obstante su dificultad de realización es alta, y requiere la pericia de un operario altamente cualificado.

Es un procedimiento de soldadura con electrodo refractario bajo atmósfera gaseosa. Esta técnica puede utilizarse con o sin metal de aportación. Se utilizará como material de aporte varillas ER 90S.

El gas inerte, generalmente Argón, aísla el material fundido de la atmósfera exterior evitando así su contaminación. El arco eléctrico se establece entre el electrodo de tungsteno no consumible y la pieza. El gas inerte envuelve también al electrodo evitando así toda posibilidad de oxidación.

Como material para la fabricación del electrodo se emplea el tungsteno. Se trata de un metal escaso en la corteza terrestre que se encuentra en forma de óxido o de sales en ciertos minerales. De color gris acerado, muy duro y denso, tiene el punto de fusión más elevado de todos los metales y el punto de ebullición más alto de todos los elementos conocidos, de ahí que se emplee para fabricar los electrodos no consumibles para la soldadura TIG. [23]

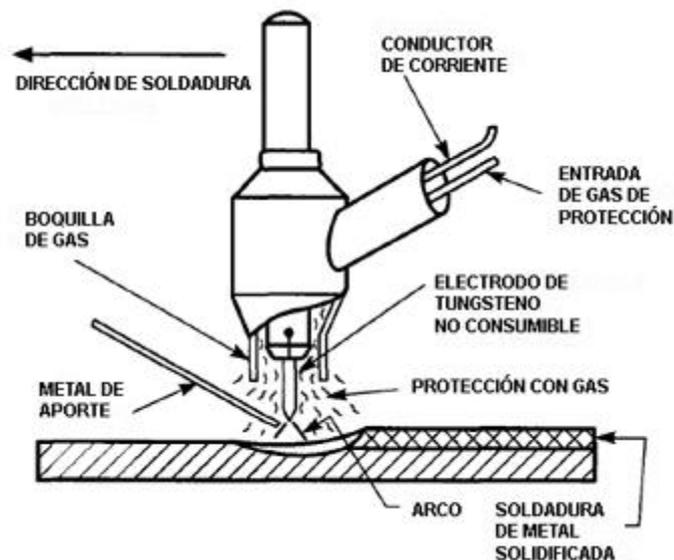


Figura 4.8. Esquema de un soldador TIG. [23]



4.1.5.2. PARÁMETROS A TENER EN CUENTA

- **Fuente de calor:** por arco eléctrico.
- **Tipo de electrodo:** no consumible.
- **Tipo de protección:** por gas inerte.
- **Material de aportación:** externa mediante varilla, aunque para el caso de chapas finas se puede conseguir la soldadura mediante fusión de los bordes sin aportación exterior.
- **Tipo de proceso:** fundamentalmente es manual.
- **Material de aporte:** Cuando se utilice material de aportación para la soldadura, éste debe ser similar al material base de las piezas a soldar.

Este procedimiento no genera escorias al no emplearse revestimientos en el electrodo, ni tampoco se forman proyecciones.

Normalmente las varillas empleadas como producto de aporte son de varios diámetros en función de los espesores de las piezas a unir.

4.1.5.3. VENTAJAS

Las principales ventajas, y por consecuencia, las razones por las que elegimos esta forma de unión, son las siguientes:

- No se requiere de fundente y no hay necesidad de limpieza posterior en la soldadura.
- No hay salpicadura, chispas ni emanaciones, al no circular metal de aporte a través del arco.
- Brinda soldaduras de alta calidad en todas las posiciones, sin distorsión.
- Al igual que todos los sistemas de soldadura con protección gaseosa, el área de soldadura es claramente visible.
- El sistema puede ser automatizado, controlando mecánicamente la pistola y/o el metal de aporte.

- Ofrece alta calidad y precisión.
- Óptimas resistencias mecánicas de la articulación soldada.
- Poca generación de humo.
- Soldaduras claras, brillantes y con excelente acabado, sin usar flujo de limpieza, prescindiendo de acabado final y reduciendo costos de fabricación.
- Soldadura en todas las posiciones.
- Versatilidad: suelda prácticamente todos los metales industrialmente utilizados.

Comparación tipos de corriente eléctrica:

Para las soldaduras TIG se puede emplear tanto la corriente continua como alterna. En la figura siguiente se expone los resultados del empleo de uno u otro tipo de corriente:

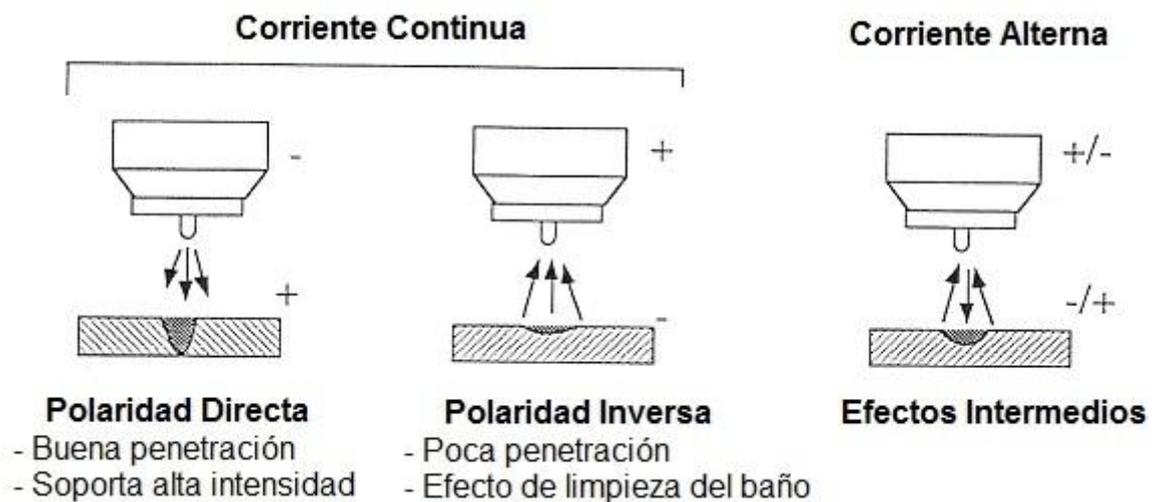


Figura 4.9. Diferencias entre Corriente Continua y Corriente Alterna en Soldadura TIG. [23]

Para el caso de uso de Corriente Alterna (CA) se obtienen unos efectos intermedios en el aspecto del cordón, además de precisar de un generador de alta frecuencia para estabilizar el arco.



Lo habitual en TIG es emplear corriente continua en polaridad directa, debido a que los electrodos con esta configuración alcanzan menor temperatura, y por lo tanto se degradan menos.

A continuación se adjunta una tabla donde, en función del material y tipo de corriente empleada, se resume la calidad de soldadura obtenida:

Material	CA	CCPD	CCPI
Aleaciones de Cr y Ni	B	MB	M
Aceros bajo en C (e < 0,8 mm.)	B	MB	M
Aceros bajo en C (e < 3 mm.)	M	MB	M
Aceros altos en C (e < 0,8 mm.)	B	MB	M
Aceros altos en C (e < 3 mm.)	B	MB	M

Tabla 4.3. Comparación de materiales con las características de soldadura TIG. [23]

De donde se tiene la siguiente leyenda:

CA: Corriente Alterna; CCPD: Corriente Continua Polaridad Directa; CCPI: Corriente Continua Polaridad Inversa.

Y el criterio de soldabilidad representado en la tabla es:

MB: Muy buena; B: Buena; M: Mala.

[23]



4.1.5.4. ERGONOMÍA

- Distancia

En la técnica TIG es muy importante la distancia que separa el electrodo de la pieza, que influye en el mantenimiento del arco eléctrico, así como el tramo de electrodo que sobresale de la tobera de la pinza, se recomiendan los siguientes valores según la figura adjunta:

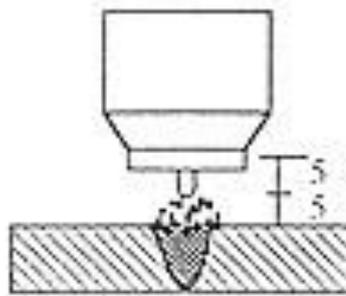


Figura 4.10. Distancia mínima necesaria en Soldadura TIG. [23]

- Ángulo

Lo ideal sería a 90° con la pinza totalmente perpendicular a la pieza, pero se puede admitir una inclinación entre 75° y 80° , a fin de facilitar el trabajo y el control visual del cordón.

En todo caso, hay que recalcar la idea que una mayor inclinación va en detrimento de la protección de la soldadura, dado que se produce una peor incidencia de la campana de gas protector sobre el baño.

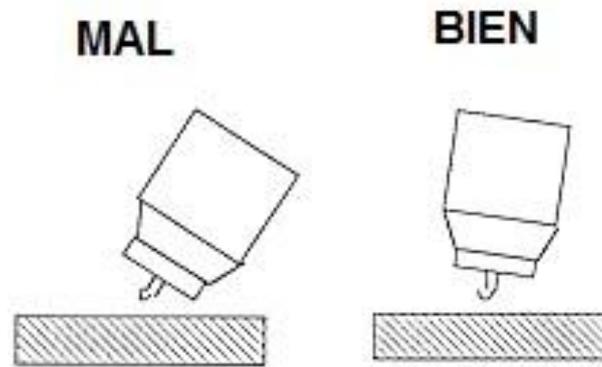


Figura 4.11. Corrección de la postura de soldadura TIG. [23]

- Caudal del gas

El caudal de gas para que la soldadura resulte óptima estaría comprendido entre los 6 y 12 litros/minuto.

- Intensidad de corriente

La intensidad de corriente requerida será función del diámetro del electrodo que se utilicen. A continuación se relaciona los valores estimados de corriente:

Diámetro (mm.)	Intensidad (A)
1,6	70-150
2,0	100-200
2,4	150-250
3,0	250-400

Tabla 4.4. Comparación Diámetro del electrón con Intensidad de Corriente. [23]



El diámetro del electrodo lo se elegirá en función del espesor del elemento a soldar. En nuestro caso, se trabaja con espesores inferiores a 2.5mm, lo que equivale a un diámetro del electrodo de 2mm. Nuestra intensidad de corriente óptima por tanto será de 150ª

4.1.5.5. SEGURIDAD

Afilado del electrodo: Es vital para la estabilidad del arco eléctrico.

Durante el proceso de mecanizado de la punta del electrodo para obtener su afilado se debe tener la precaución de dejar que las estrías queden perpendiculares a la corriente. Con ello se conseguiría que el arco salga más centrado. Si no se sigue esta recomendación se corre el peligro de que el arco resulte errático durante la soldadura.

Para su afilado se recomienda también utilizar una piedra esmeril fina.

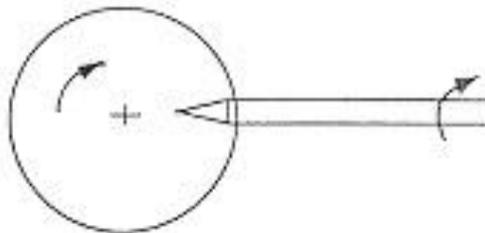


Figura 4.12. Dirección de afilado. [23]

Limpieza:

Como en todo proceso de soldadura, la presencia de grasas, aceites, óxidos, etc. Son fuente de contaminación del baño fundido, lo que interfiere negativamente en la calidad final del cordón que se obtenga.



4.1.6. CÁLCULO ESTÁTICO

Introducción al Método de Elementos Finitos: Es un método de aproximación de problemas continuos, con las siguientes características:

- El continuo se divide en un número finito de elementos, cuyo comportamiento se declara mediante un número de parámetros asociados a ciertos puntos característicos denominados nodos, éstos son los puntos de unión de cada elemento con su contiguo.
- El sistema completo se forma por ensamblajes de los elementos. La solución sigue las reglas de los problemas discretos.
- Las incógnitas del problema dejan de ser funciones matemáticas y pasan a ser el valor de estas funciones de los nodos.
- Las funciones de interpolación o funciones de forma definen el comportamiento de los nodos.

En resumen, el Método de Elementos Finitos se fundamenta en el cambio de un cuerpo de naturaleza continua en un modelo discreto (desratización del modelo). [27]

Se determinan los objetivos de nuestro análisis: Los resultados que se esperan obtener son una concentración de tensiones en la zona en la que se junta la horquilla trasera con la unión del cuadro con ésta. Nuestro objetivo es estudiar la estructura en cuanto a los límites de rotura y los desplazamientos que se pueden producir estudiando un caso extremo.

Para ello se utilizará un mallado tridimensional, porque aunque las fuerzas estén principalmente en la dirección Y también conviene estudiar las tensiones y desplazamientos que se tiene en los ejes X y Z, puesto que las condiciones de contorno que se requieren nos darán resultados en las tres dimensiones del espacio. Aunque se obtengan resultados menos precisos con este análisis, interesa más conocer las zonas exactas problemáticas, para realizar el diseño.



Las condiciones de contorno y restricciones utilizadas son:

Se utilizarán elementos tipo Shell 63, definido por cuatro nodos, cada uno tiene seis grados de libertad: tres de traslación y tres de rotación. Los ejes coordenados X e Y del elemento se definen en el mismo plano del elemento. El elemento tiene un espesor que se define en sus constantes reales; el espesor puede variar dentro del elemento.

Se han considerado como restricciones fijas las conexiones de la parte trasera con la rueda y la delantera con la horquilla. En la siguiente imagen se pueden ver las zonas sombreadas con rojo las restricciones fijas.

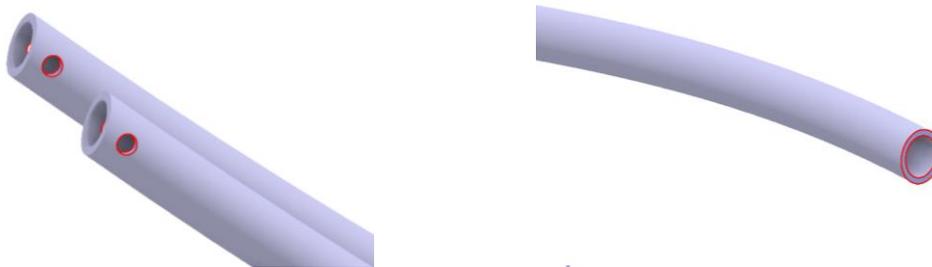


Figura 4.13. Condiciones de contorno.

Se aplica la fuerza en la zona del sillín, que, aunque en la realidad las cargas van a estar repartidas, de esta forma se fuerza más la zona conflictiva al concentrarlas en la unión trasera, zona que como se puede ver en las imágenes, no tiene apoyos.

Se aplica una fuerza en el sillín simulando un peso de una persona de 120 Kg (1200N)

Se obtienen unas tensiones de Von Mises máximas de 415.5MPa, lo que nos demuestra que la estructura aguantará perfectamente la carga fijada.

Los desplazamientos dan valores de 3.041mm, pero esto es algo que nos beneficiará en el diseño, puesto que este desplazamiento desempeñará una ligera función de amortiguador.

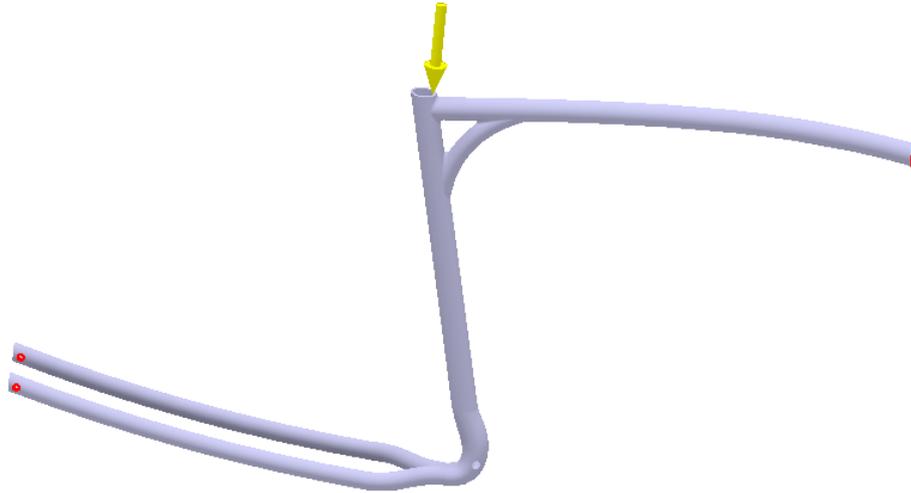


Figura 4.14. Fuerza aplicada.

Se utilizará un mallado con elementos de malla curva, para que la malla se adapte mejor a la geometría requerida, ya que luego el análisis se realizará sobre la malla y no sobre el sólido.

La configuración de la malla se muestra en la siguiente imagen.

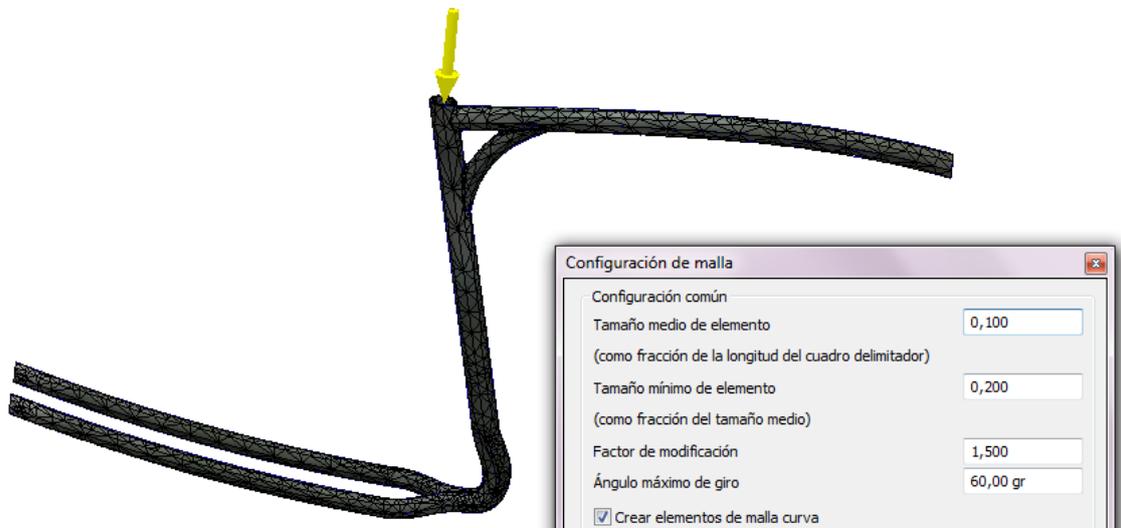


Figura 4.15. Configuración de la malla.



Se utilizarán un número máximo de refinados igual a dos para asegurarnos de conseguir una convergencia óptima.

Mallado: nº nodos= 23859 Elementos=12561



Figura 4.16. Vista ampliada del mallado.

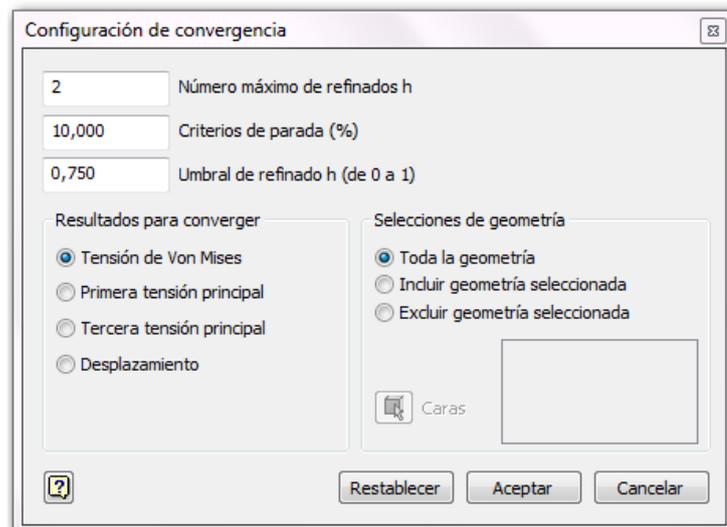


Figura 4.17. Configuración de convergencia.

Se recuerda que esta bicicleta está destinada para su uso en la ciudad, por lo que los mayores impactos a los que se puede enfrentar nuestro producto serán bordillos, baches o impactos.



La imagen que se muestran a continuación tiene una escala ampliada de colores, por lo que no existen en el modelo real zonas críticas ni conflictivas.

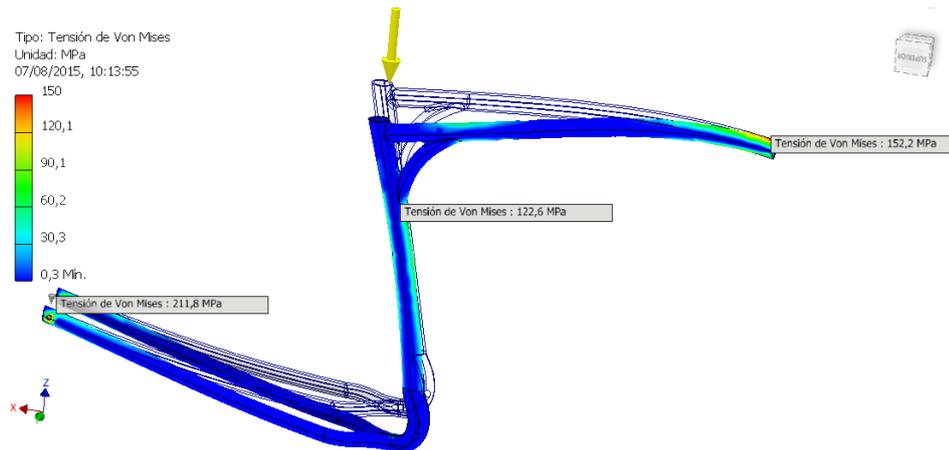


Figura 4.18. Tensión de Von Mises.

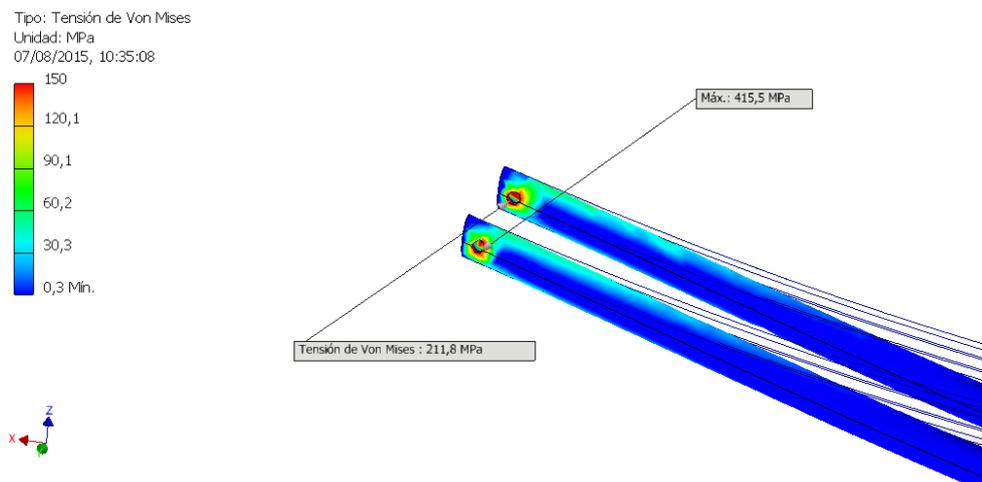


Figura 4.19. Tensión Máxima de Von Mises.

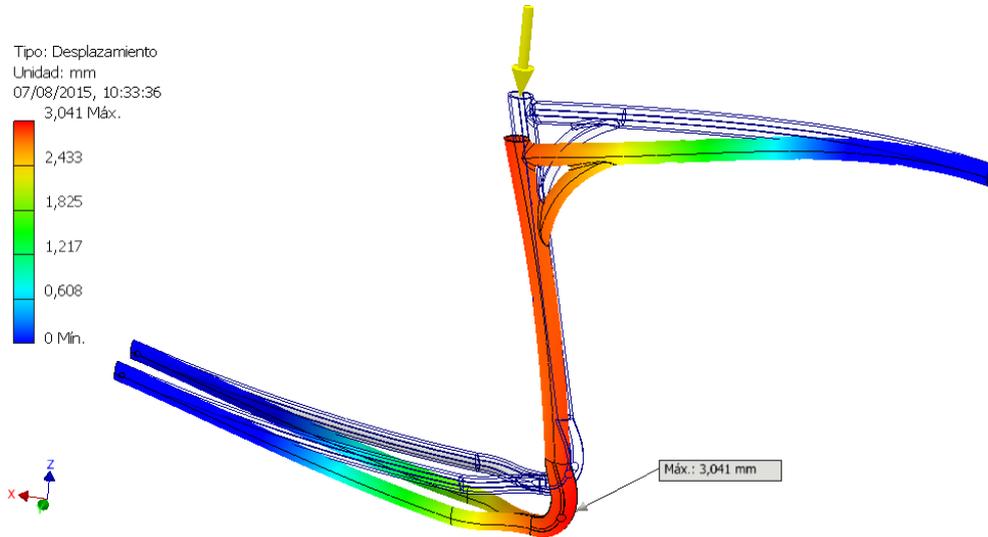


Figura 4.20. Desplazamientos máximos.

En cuanto a la convergencia de los datos se obtienen valores admisibles y un error admisible teniendo en cuenta la complejidad del modelo.

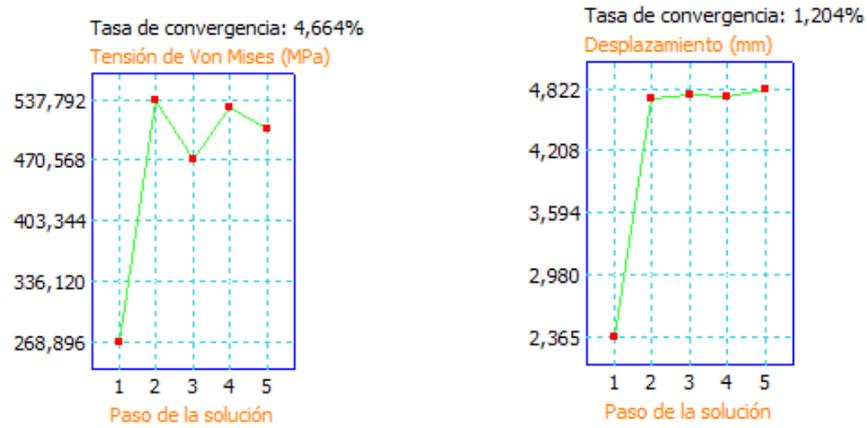


Figura 4.21. Tasa de convergencia según Von Mises y Desplazamientos.



Límite de fluencia del Acero 4130: 1145 MPa

Se puede garantizar un correcto funcionamiento de la estructura diseñada, la tensión máxima equivalente obtenida en la simulación está muy alejada de valores críticos, además los valores obtenidos se corresponden con las zonas previstas de máximas tensiones, con lo que se puede descartar un fallo en servicio.

Se ve en la simulación que la estructura no sólo aguanta el impacto aplicado sino que además se comporta mejor, es decir, compensa las tensiones provocadas por la forma de la estructura.

[26]

4.1.7. RUEDA DE LIDS

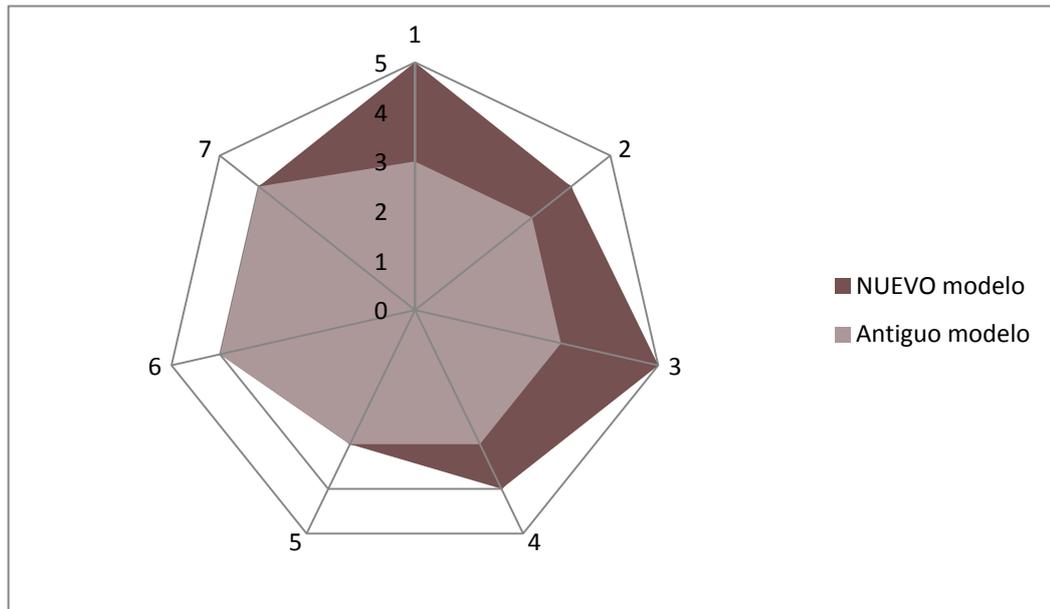


Figura 4.26. Rueda de Lids.

1. **Desarrollo de un nuevo concepto:** Nuestro nuevo diseño apuesta por una mayor comodidad del usuario durante el uso. Los ángulos que forman las extremidades durante la actividad no sólo no deterioran la salud del usuario, sino que le ayudan a mejorar la productividad del ejercicio físico.
2. **Selección de materiales:** Se ha optado por una utilización de materiales de menor impacto que los empleados en el antiguo diseño. Se utiliza el acero en lugar del aluminio tanto para el cuadro como para la horquilla trasera. Además se compra a proveedores que utilicen materiales renovables o reutilizables, y sustituimos los puños del manillar por cinta adaptable al mango. El acero se obtiene de forma mucho más ecológica, además tiene igualmente buena reciclabilidad, versatilidad y disponibilidad.
3. **Técnicas para optimizar la producción:** Uno de los principales objetivos de este proyecto es el estudio y mejora del proceso proactivo. Se ha condicionado todos los



puestos de trabajo durante la producción del cuadro para que los operarios tengan una postura cómoda que reduzca las enfermedades profesionales y aumente la productividad y la calidad de los resultados.

4. **Optimización del sistema de distribución:** La distribución se realizará del producto ya montado en esta ocasión. Con esta alternativa se ahorra trabajo de montaje a los trabajadores en las tiendas. Es cierto que se pierde espacio de transporte, pero se gana mucho tiempo puesto que son nuestros trabajadores, con su formación pertinente, los que montan la bicicleta. Esto aligera mucho el proceso y evita posibles errores en el montaje. El resultado es un producto mucho más seguro y eficiente.
5. **Reducción del impacto durante el uso:** La bicicleta está fabricada de tal forma que la reparación de las piezas estropeadas se pueda realizar sin tener que renovar el cuadro entero. Las piezas están soldadas y encajadas en una unión trasera para que tengan cierta independencia entre ellas y el daño de una de ellas se repare fácilmente y de forma individual.
6. **Optimización de vida útil:** Los materiales utilizados están pensados para aguantar prácticamente todos los cambios ambientales, además no son corrosivos y cuentan con tratamientos superficiales que confieren características más resistentes y por lo tanto, duraderas.
7. **Optimización del sistema de fin de vida:** Todas las partes de nuestro producto son reciclables 100%, se cuenta con materiales tratados para que su vida útil sea mucho más duradera que la de las bicicletas de paseo convencionales.



4.1.8. PRIORIZACIÓN DE ALTERNATIVAS

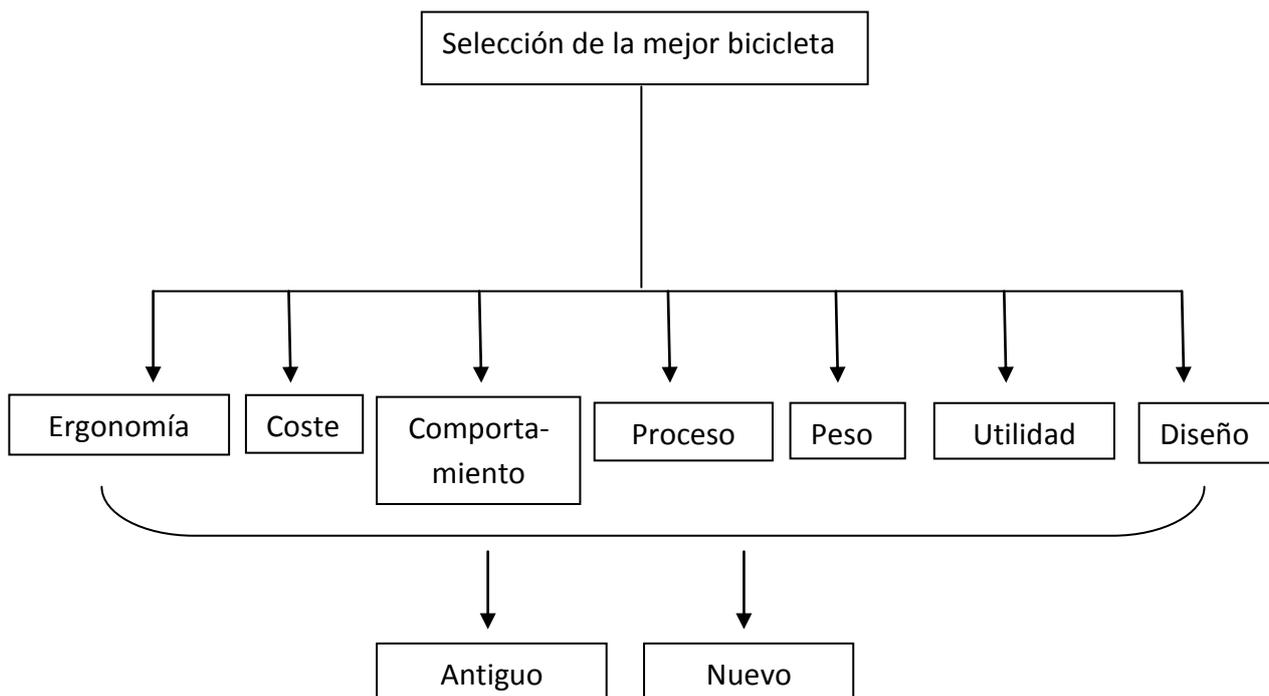
1. Estructuración el Modelo Jerárquico

En esta etapa se debe desglosar el problema en sus componentes más relevantes. Cuando se construye una jerarquía se deben concluir suficientes detalles relevantes para describir el problema de la forma más completa posible. Para alcanzar esto se debe realizar un análisis de los elementos constituyentes del problema así como de sus relaciones causales.

Los pasos a seguir para la estructuración del modelo jerárquico son:

1. Identificación del Problema.
2. Definición del Objetivo.
3. Identificación de Criterios y sub-criterios.
4. Identificación de Alternativas factibles.

En nuestro caso el modelo jerárquico quedaría estructurado de la siguiente forma:





Emisión de los juicios y las evaluaciones:

En esta etapa se evalúan las alternativas mediante comparaciones de a pares para cada uno de los criterios establecidos.

Se expresará la preferencia asignando un valor numérico a cada comparación. En nuestro caso la ponderación de los criterios se basará en los resultados de las encuestas realizadas por el público objetivo, y se realizará un promedio geométrico.

En base a las evaluaciones se construye la Matriz de Comparación por Pares para cada criterio establecido.

Cuadro nº1: Escala de Saaty

Escala numérica	Escala Verbal	Explicación
1.0	Ambos elementos son de igual importancia	Ambos elementos contribuyen con la propiedad en igual forma
3.0	Moderada importancia de un elemento sobre otro	La experiencia y el juicio favorecen a un elemento sobre el otro.
5.0	Fuerte importancia de un elemento sobre otro	Un elemento es fuertemente favorecido
7.0	Muy fuerte importancia de un elemento sobre otro	Un elemento es muy fuertemente dominante
9.0	Extrema importancia de un elemento sobre otro	Un elemento es favorecido, por lo menos con un orden de magnitud de diferencia
2.0, 4.0, 6.0, 8.0	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes	Usados como valores de consenso entre dos juicios
Incrementos de 0.1	Valores intermedios en la graduación más fina de 0.1	Usados para graduaciones más finas de los juicios

Tabla 4.5. Escala de valoración de Saaty. [27]



Comparación de las prioridades de los criterios: En la Tabla 4.5 podemos apreciar la comparación entre os criterios que se utilizarán para evaluar las alternativas de diseño. Se elige que opción es más importante (A o B) y posteriormente se cuantifica la diferencia de valor del 1 al 9.

		Criteria		more important ?	Scale
i	j	A	B	A or B	(1-9)
1	2	Diseño	Ergonomía	B	5
1	3		Coste	A	3
1	4		Comportamiento	B	3
1	5		Proceso	A	3
1	6		Peso	A	2
1	7		Utilidad	B	4
1	8				
2	3	Ergonomía	Coste	A	3
2	4		Comportamiento	B	2
2	5		Proceso	A	2
2	6		Peso	A	3
2	7		Utilidad	B	4
2	8				
3	4	Coste	Comportamiento	B	6
3	5		Proceso	B	3
3	6		Peso	B	2
3	7		Utilidad	B	6
3	8				
4	5	Comportamiento	Proceso	A	3
4	6		Peso	A	4
4	7		Utilidad	B	2
4	8				
5	6	Proceso	Peso	B	1
5	7		Utilidad	B	4
5	8				
6	7	Peso	Utilidad	B	3
6	8				

Tabla 4.5. Comparación entre criterios.

Una vez asignados los valores comparativos, se obtienen los resultados de prioridad de criterios en porcentajes, como se muestra en la tabla 4.6. y se enumera por orden de importancia.



Table	Criterion	Comment	Weights	Rk
1	Diseño		9,7%	4
2	Ergonomía		17,1%	3
3	Coste		3,6%	7
4	Comportamiento		22,6%	2
5	Proceso		6,9%	5
6	Peso		6,4%	6
7	Utilidad		33,7%	1

Tabla 4.6. Orden de preferencia.

Se obtiene la matriz normalizada (Tabla 4.7), junto con el vector normalizado.

Matrix								normalized principal Eigenvector
	Diseño	Ergonomía	Coste	Comportamiento	Proceso	Peso	Utilidad	
	1	2	3	4	5	6	7	
Diseño	1	1/5	3	1/3	3	2	1/4	9,71%
Ergonomía	5	1	3	1/2	2	3	1/4	17,10%
Coste	1/3	1/3	1	1/6	1/3	1/2	1/6	3,63%
Comportamiento	3	2	6	1	3	4	1/2	22,61%
Proceso	1/3	1/2	3	1/3	1	1	1/4	6,87%
Peso	1/2	1/3	2	1/4	1	1	1/3	6,35%
Utilidad	4	4	6	2	4	3	1	33,72%

Tabla 4.7. Matriz normalizada y vector normalizado.

A continuación se detallará la matriz de comparación de pares obtenida para cada criterio con su correspondiente vector de prioridades.



Criterio: Ergonomía

	Nuevo diseño	Antiguo diseño	Vector de prioridad
Nuevo diseño	1	1/5	0.167
Antiguo diseño	5	1	0.833

Tabla 4.8. Comparación según la ergonomía.

Criterio: Coste

	Nuevo diseño	Antiguo diseño	Vector de prioridad
Nuevo diseño	1	1/2	0.333
Antiguo diseño	2	1	0.667

Tabla 4.9. Comparación según coste.

Criterio: Componente mecánico

	Nuevo diseño	Antiguo diseño	Vector de prioridad
Nuevo diseño	1	1/3	0.250
Antiguo diseño	3	1	0.750

Tabla 4.10. Comparación según el Componente Mecánico.

Criterio: Proceso

	Nuevo diseño	Antiguo diseño	Vector de prioridad
Nuevo diseño	1	2/3	0.370
Antiguo diseño	3/2	1	0.630

Tabla 4.11. Comparación según el Proceso.

Criterio: Peso

	Nuevo diseño	Antiguo diseño	Vector de prioridad
Nuevo diseño	1	2/3	0.370
Antiguo diseño	3/2	1	0.630

Tabla 4.12. Comparación según el Peso.



Criterio: Utilidad

	Nuevo diseño	Antiguo diseño	Vector de prioridad
Nuevo diseño	1	1/5	0.167
Antiguo diseño	5	1	0.833

Tabla 4.13. Comparación según la Utilidad.

Criterio: Diseño

	Nuevo diseño	Antiguo diseño	Vector de prioridad
Nuevo diseño	1	1/3	0.250
Antiguo diseño	3	1	0.750

Tabla 4.14. Comparación según el Diseño.

Al emitir juicios uno hace comparaciones redundantes para mejorar la validez del resultado. Se contará con la posibilidad de que el encuestado pueda estar poco seguro o hacer malas apreciaciones al comparar algunos de los elementos, por este motivo los juicios e la matriz puede ser no consistente. Se deseará que nuestros juicios tengan un nivel de consistencia bajo.

Proceso:

Para cada línea de la Matriz de Comparación de Pares, determinar la suma ponderada en base a la suma del producto de cada valor de la misma por la prioridad de la alternativa correspondiente.

	Nuevo diseño	Antiguo diseño
Nuevo diseño	1	2
Antiguo diseño	1/2	1

Tabla 4.15. Matriz comparación de Pares.



Nuevo diseño	66.7%
Antiguo diseño	33.3%

Tabla 4.16. Porcentajes.

Se determina con este valor el Índice de Inconsistencia.

Consistency Ratio

0,37

GCI: 0,24

CR: 6,8%

El Ratio de Consistencia asociado a la Matriz de Criterios es igual a CR=0.07<10%, indicando una consistencia aceptable de acuerdo al criterio de Saaty.

Finalmente, se valora cada alternativa de diseño con los criterios priorizados anteriormente y se obtiene la Tabla 4.17.

Alternativas	Criterios							Ponderaciones globales
	Ergonomía	Coste	C. Mecánico	Proceso	Peso	Utilidad	Diseño	
Antiguo Diseño	0.167	0.333	0.250	0.370	0.370	0.167	0.250	0.229
Nuevo Diseño	0.833	0.667	0.750	0.630	0.630	0.833	0.750	0.771
Ponderaciones	0.171	0.036	0.226	0.068	0.063	0.337	0.097	1

Tabla 4.17. Resultados finales.

Se puede comprobar cuantitativamente que la puntuación del Nuevo diseño es muy superior que la del Antiguo diseño, por lo tanto el primero será el diseño elegido para desarrollar.



4.1.9. RENDERS FINALES



Figura 4.22. Render perspectiva del producto final.



Figura 4.23. Detalle pedales.



Figura 4.24. Vista de Alzado.



Figura 4.25. Render con modelo.



Figura 4.26. Render alzado.



4.2. CONCEPTUALIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

4.2.1. ELECCIÓN DE LA MEJOR OPCIÓN

Distribución en Planta por Producto (Producción en línea o en Cadena).

La redistribución por producto se adoptará ya que nuestra producción está organizada siguiendo una ruta de transformación (o montaje) pre establecida, donde el producto se mueve de una manera fluida con un mínimo de interrupciones.

Ésta distribución es relativamente sencilla, pues se trata de colocar cada operación tan cerca como sea posible de su predecesora. Las máquinas se sitúan unas junto a otras a lo largo de una línea en la secuencia en que cada una de ellas ha de ser utilizada; el producto sobre el que se trabaja recorre la línea de producción de una estación a otra a medida que sufre las operaciones necesarias. [28]

4.2.2. ESTUDIO INDIVIDUAL DE LOS PUESTOS DE TRABAJO

Puesto nº1: Tronzadora

En el puesto se ve el operario cómo obtiene los perfiles (1), los lleva a su estación de trabajo, donde los cortará con las medidas requeridas (2) y, posteriormente, los coloca en la cinta transportadora (3) que llevará los perfiles cortados al siguiente puesto.

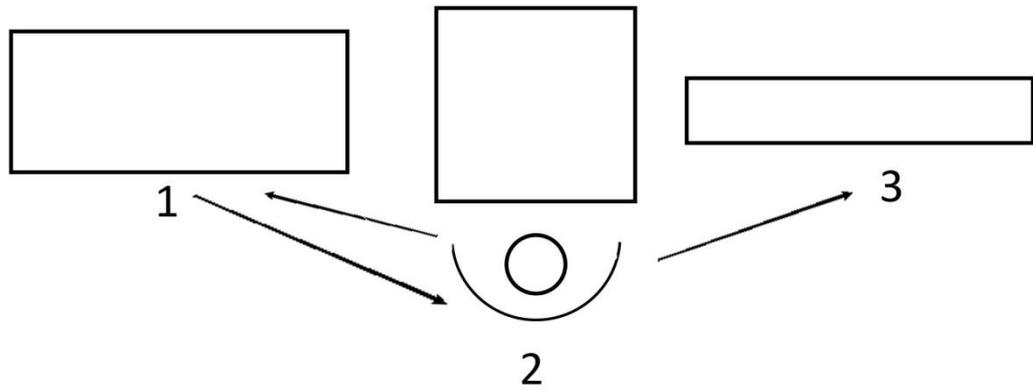


Figura 4.27. Esquema de la tronadora.

Puesto nº2: Curvadora

El operario recoge los perfiles cortados de la cinta transportadora (1), los trabaja en su estación, indicada con el número 2, y después los coloca en la siguiente cinta transportadora.

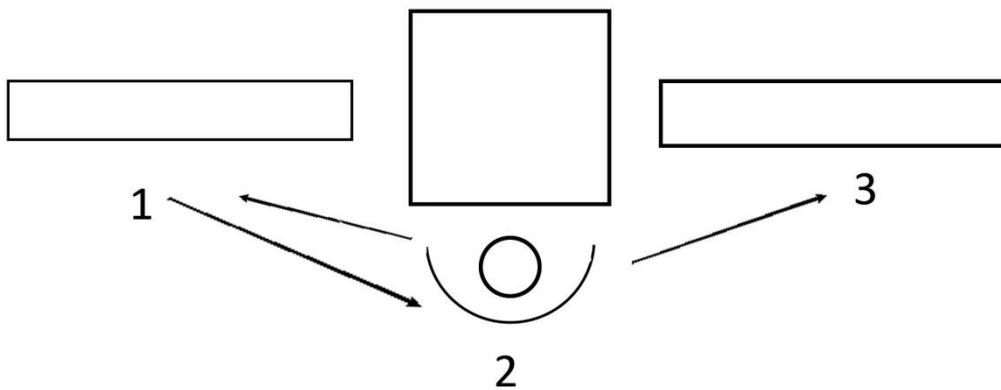


Figura 4.28. Esquema de la curvadora.

Puesto nº 3: Corte a Inglete.

Este flujograma es idéntico al anterior. Forma parte de los puestos intermedios de la cadena de fabricación, por lo tanto el operario recoge el producto anteriormente procesado de la estación de trabajo anterior (1), realiza el cote a inglete (2) explicado anteriormente, y después lo deposita en la siguiente cinta transportadora (3).

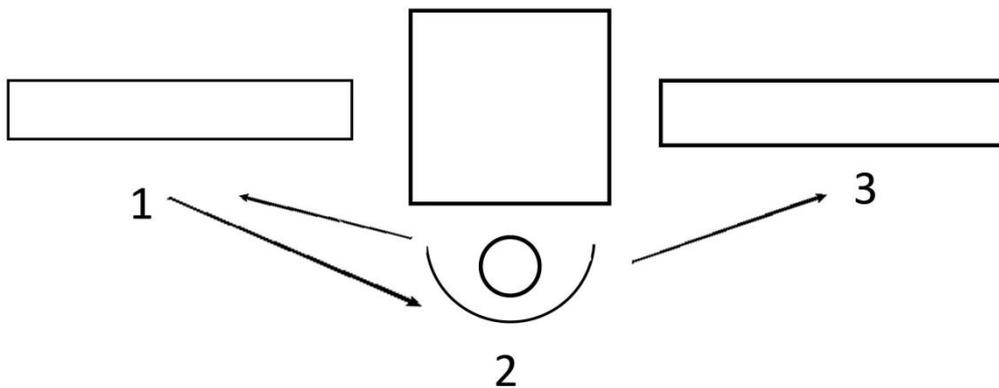


Figura 4.29. Esquema del corte a inglete.

Puesto nº4: Soldadura.

En este puesto de trabajo, el operario coge los perfiles preparados de la cinta transportadora (1), realiza la soldadura pertinente (2) y esta vez coloca el producto terminado en cinta transportadora superior (3), donde el cuadro soldado se conducirá a la estación de pintura y secado.

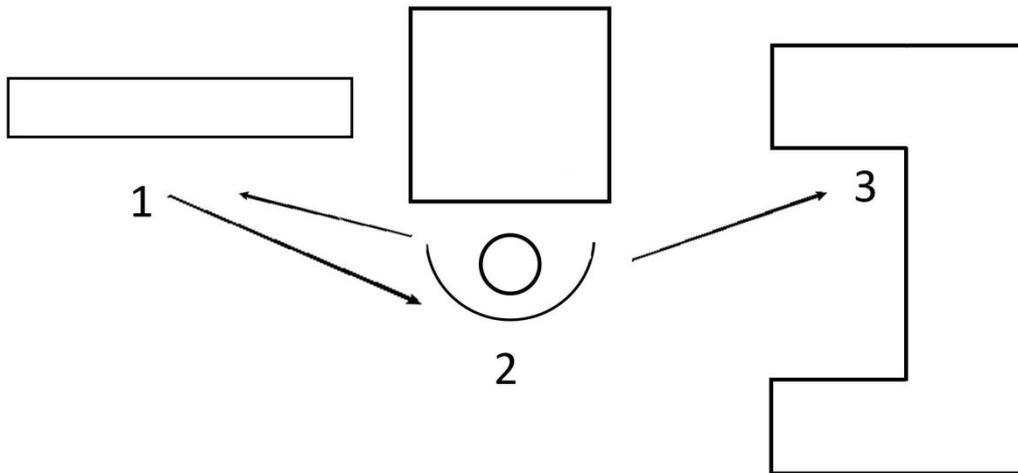


Figura 4.30. Esquema de la soldadura.

Puesto nº5: Montaje 1

El trabajador recoge el cuadro ya pintado y secado (1), los coloca en la línea de montaje (3), pero antes, coge la pieza del container (2) que le toca añadir a la bicicleta, en este caso, la horquilla delantera. La línea de montaje (4) continúa su camino al haber completado el ciclo establecido para la operación.

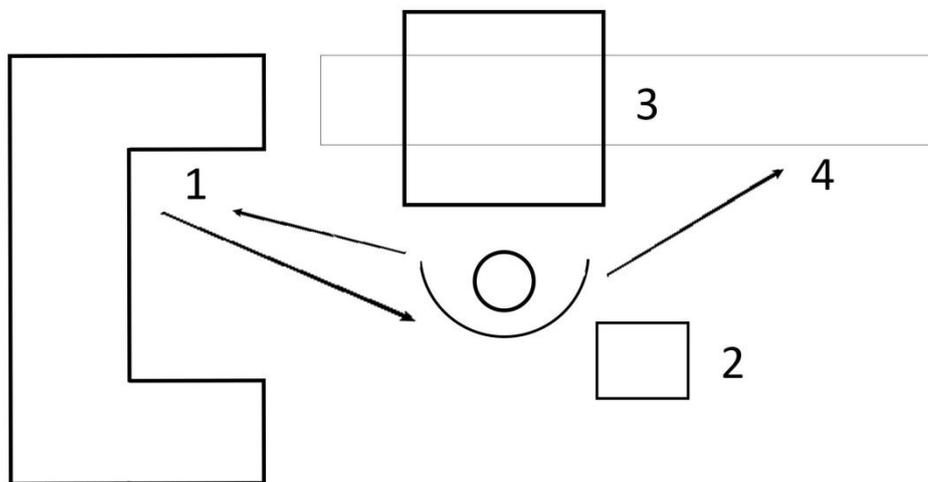


Figura 4.31. Esquema del puesto de montaje 1.

Puesto nº6: Montaje 2

Es el primero de los puestos intermedios de la línea de montaje. En este puesto, el operario recoge la bicicleta de la línea de montaje, la cual coloca el producto automáticamente en frente del operario para ue éste solo tenga que coger del container (2) los pedales y la cadena para colocarlos (3). Como en el puesto anterior, cuando finaliza el tiempo predeterminado ara esta tarea, la cinta transportadora (4) se pone en marta hacia el sguiente puesto.

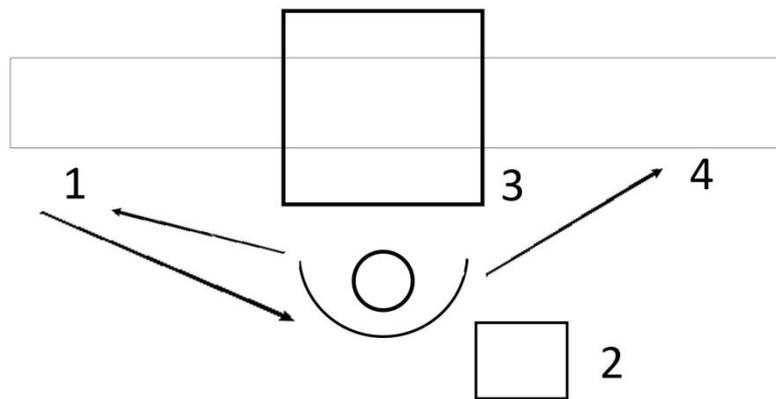


Figura 4.32. Esquema del puesto de montaje 2.

Puesto nº7: Montaje 3

Es el segundo paso de los puests intermedios de la línea del montaje, por eso, comparte flujograma con el puesto anterior. En esta ocación, el operario se encarga de colocar las ruedas de la bicicleta, colocadas en el container ordenadamente. El container se recarga cada menos tiempo que los anteriores, puesto que la estructura de este container es más voluminosa pero tiene menor capacidad de carga.

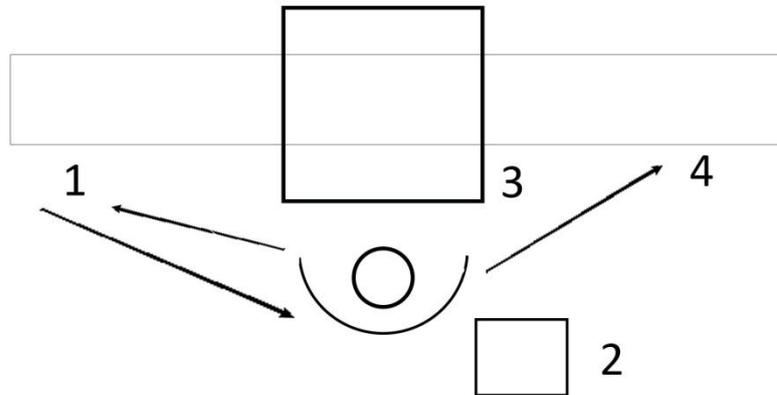


Figura 4.33. Esquema del puesto de montaje 3.

Puesto nº8: Montaje 4

Este paso corresponde a la colocación del manillar. El producto casi terminado lleva de la cinta transportadora (1), llega al operario, éste coge del container (2) las piezas del manillar, y una vez insertadas y ensambladas, la cinta lleva el producto final para ser transportado en el puesto nº9.

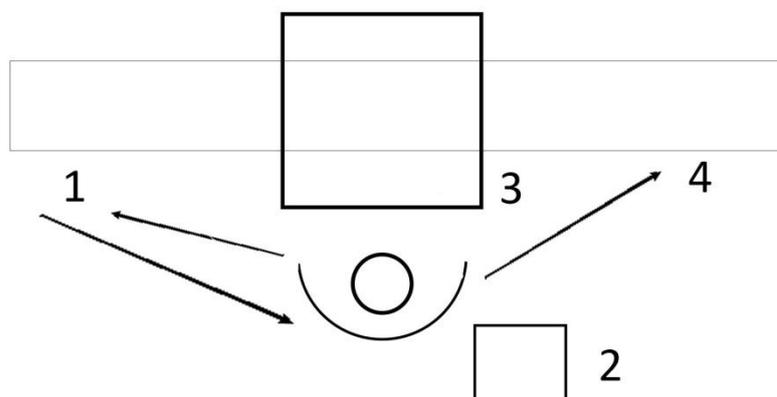


Figura 4.34. Esquema del puesto de montaje 4.



Puesto nº9: Transporte

El último paso de la línea de montaje (1), es el traslado de la bicicleta terminada al soporte (2) desde el cual el lote será llevado a embalaje y transporte a tienda.

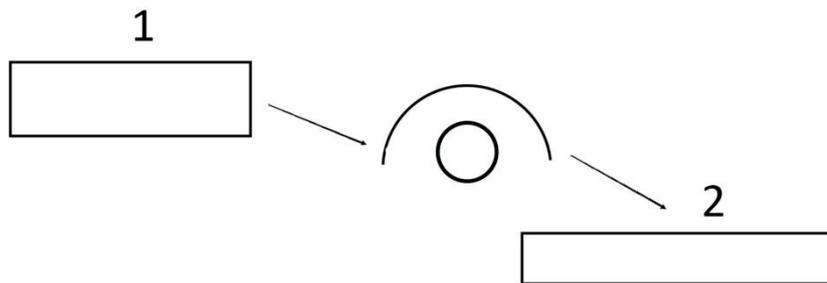


Figura 4.35. Esquema del puesto de montaje 5.



4.2.3. MODELIZACIÓN 3D

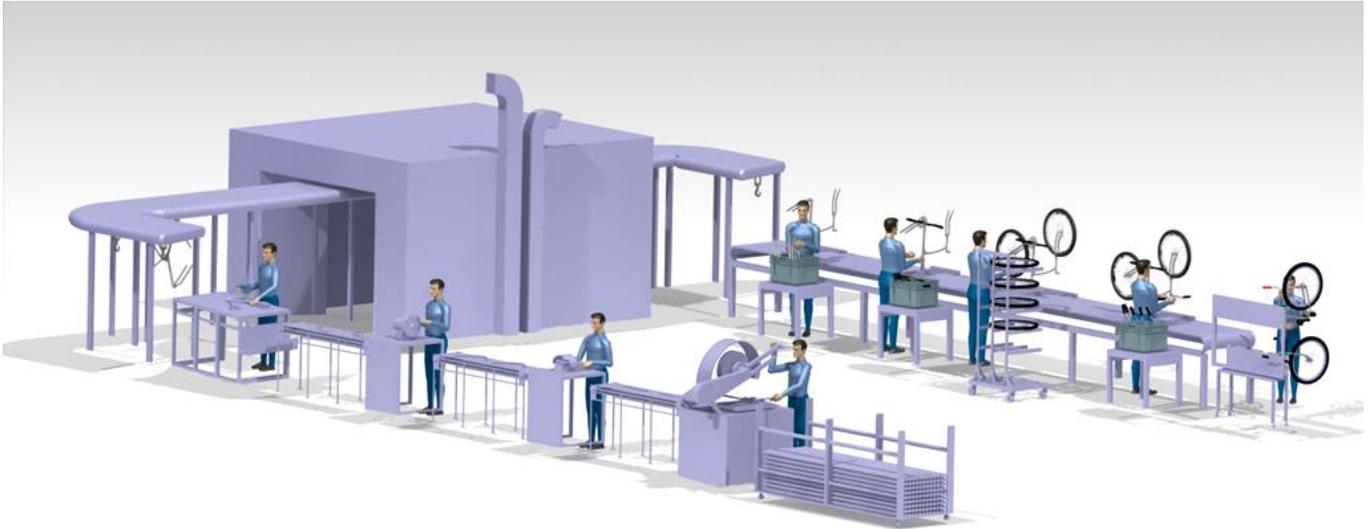


Figura 4.36. Render conjunto 1.

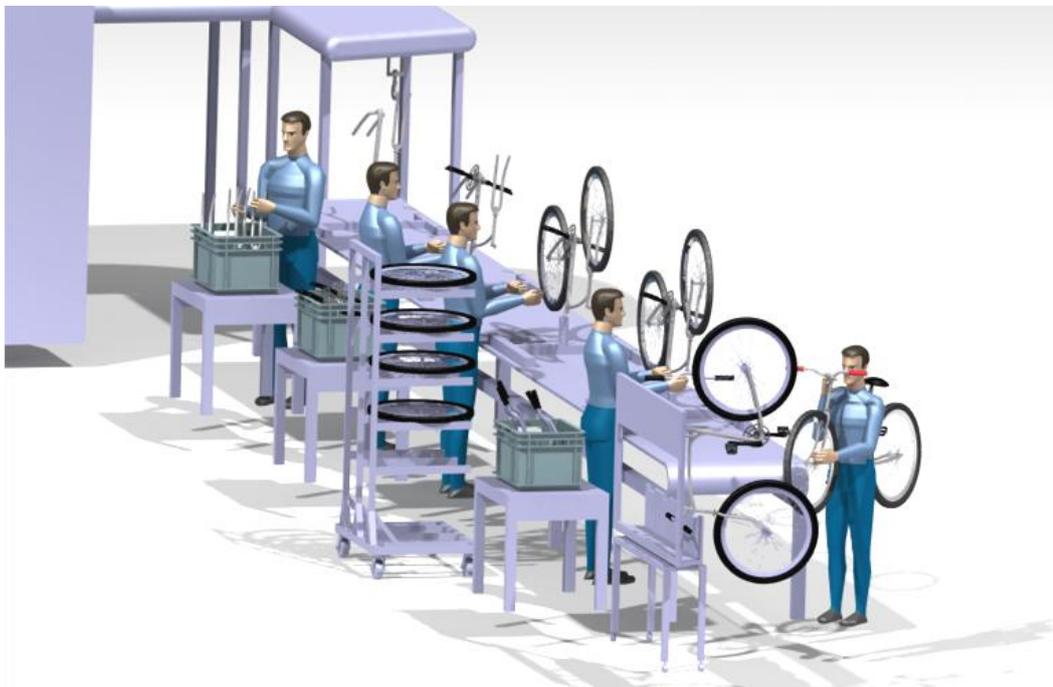


Figura 4.37. Render montaje.

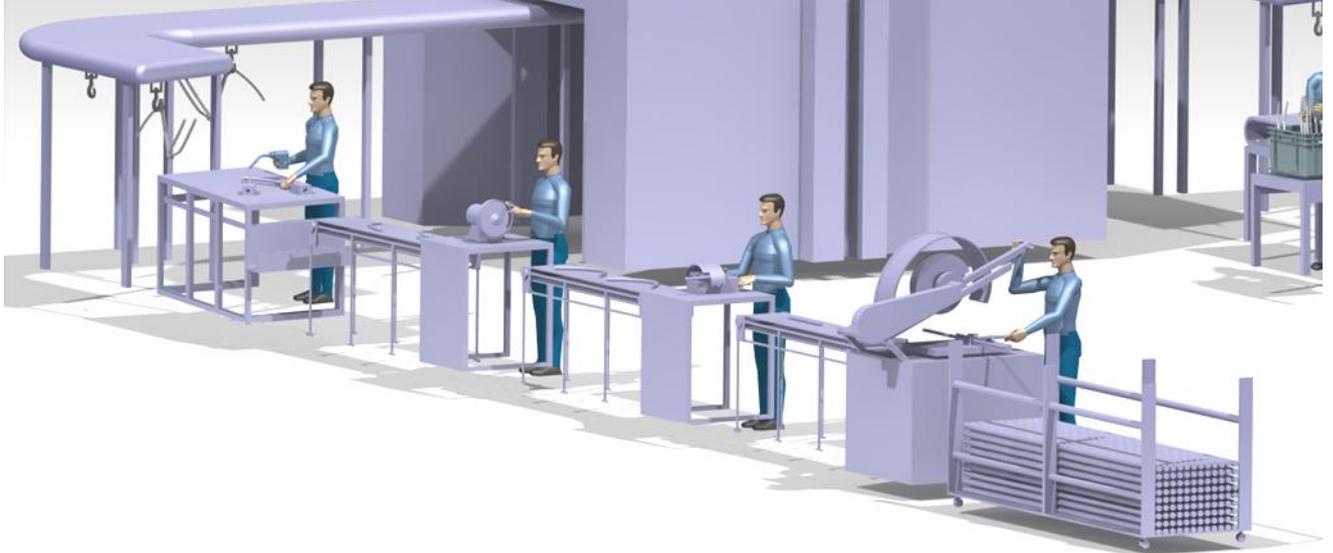


Figura 4.38. Render perspectiva 2.

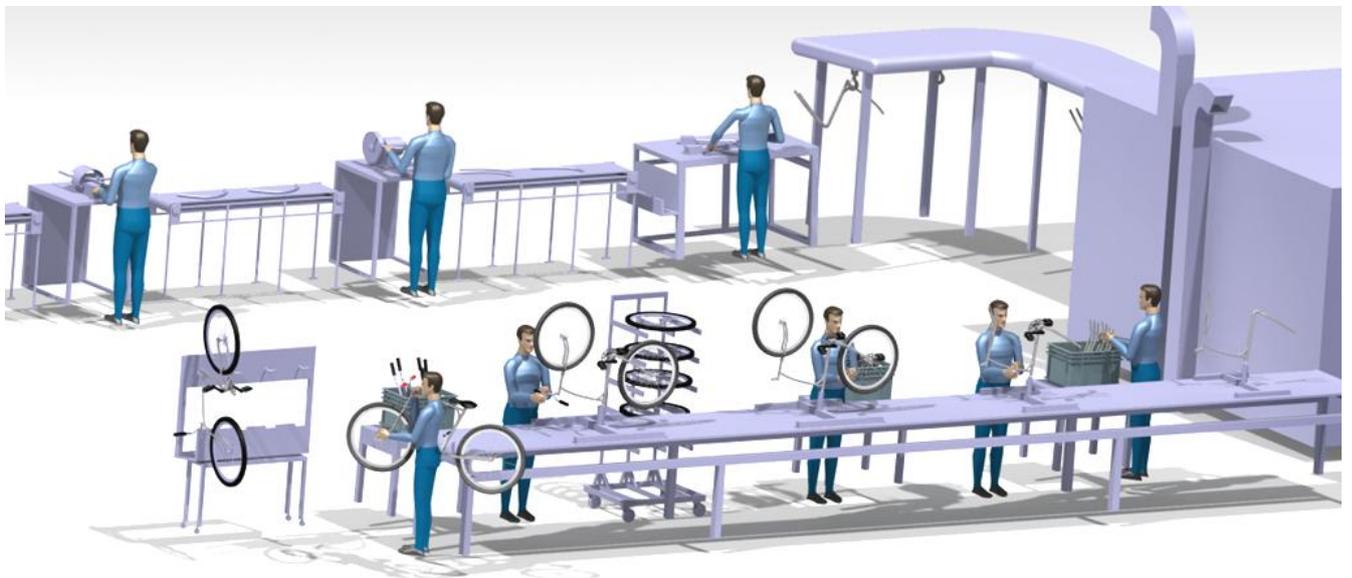


Figura 4.39. Render perspectiva 3.

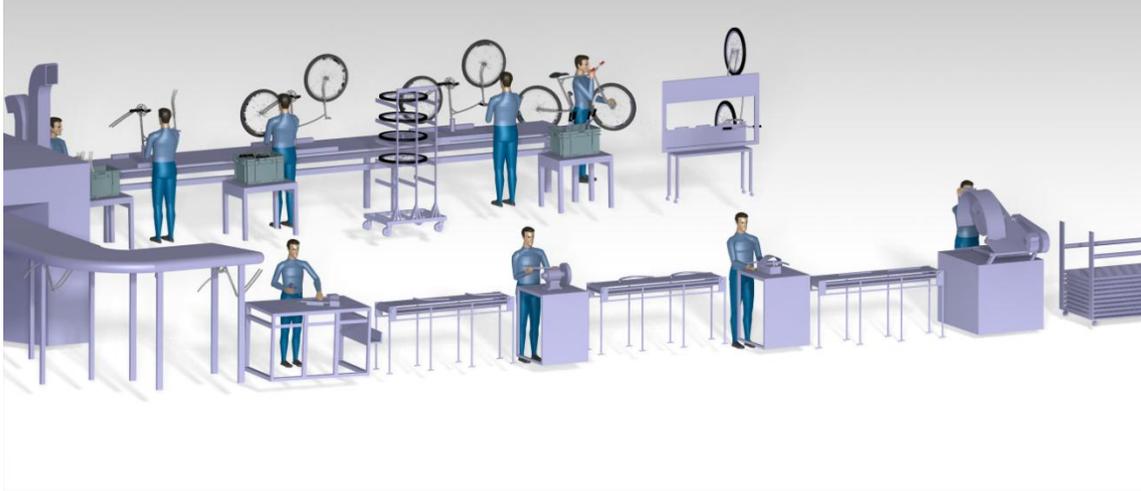


Figura 4.40. Render perspectiva 4.

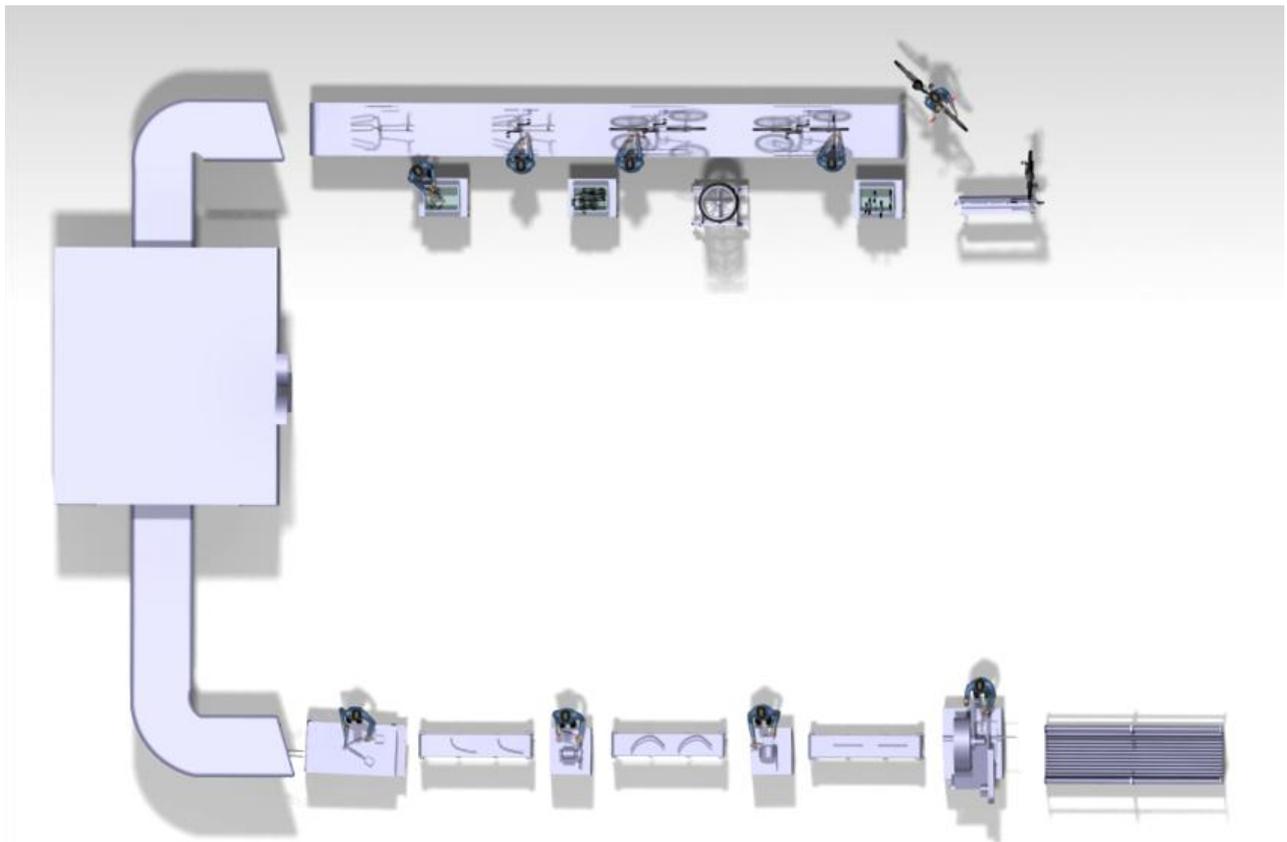


Figura 4.41. Render planta.



4.2.4. ESTUDIO ERGONÓMICO DEL PROCESO

Basándonos en los diagramas de fabricación de los anexos, se va a estudiar ergonómicamente cada puesto de trabajo intentando mejorar la productividad y la calidad de trabajo del empleado. Para modelar los puestos de trabajo, se ha tenido en cuenta que la cadena está situada en Centro América, y que nuestro objetivo no es una producción masiva, sino unas series limitadas de nuestro producto. Es por esto, que no se opta por una automatización del proceso, que aunque ha sido valorado, se ha preferido la mano de obra.

Puestos de trabajo:

1. Portaperfiles:

En él, se transportarán los perfiles sin cortar, directamente del proveedor, a la línea de producción. Nuestro objetivo era conseguir un transporte poco voluminoso, que se ajuste a los tamaños de los perfiles, sin cajones ni puertas.

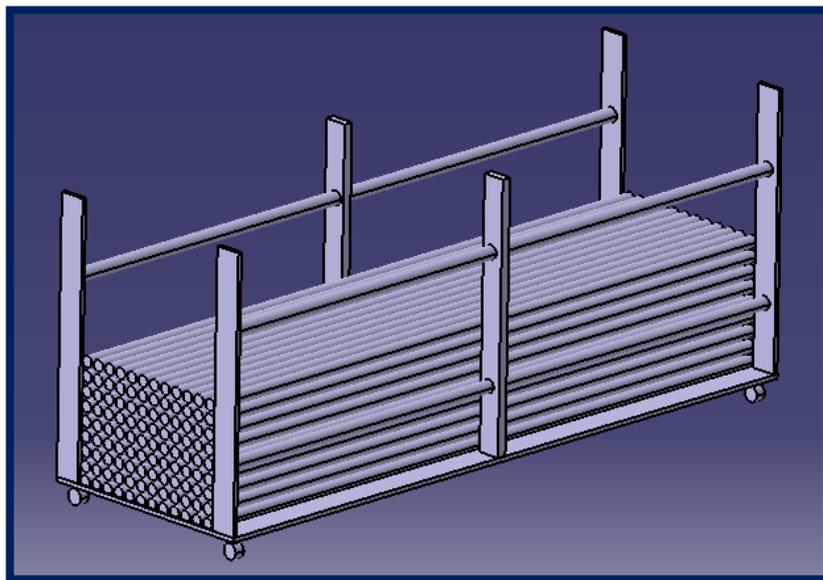


Figura 4.42. Portaperfiles.

Análisis ergonómico del operario:

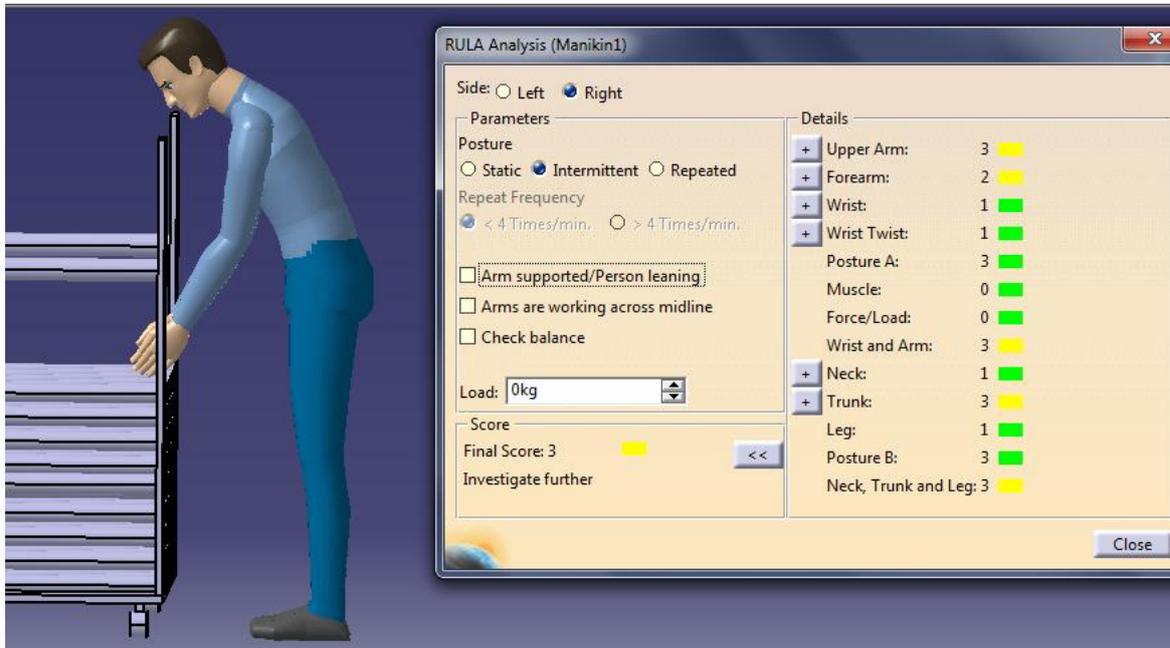


Figura 4.43. Estudio ergonómico del portaperfiles.

Como se puede comprobar en la figura 4.43, los resultados obtenidos son aceptables, no hay ninguna zona con peligro de sobrecarga o mala postura, pero estos resultados son para la postura que tomará con los perfiles iniciales. En esta operación la situación más desfavorable se daría si el peso de los perfiles fuera elevado o si tuviera que repetir la operación un número superior a 5 veces por minuto, como no es el caso, se aceptan los resultados obtenidos y se mantendrá la planificación de este puesto de trabajo.

Se va a ver la postura requerida en el caso de que los perfiles que se necesita coger se encuentren en una posición inferior.

La misión es reducir tiempos improductivos, mejorar la calidad del producto y las condiciones de trabajo de los empleados.

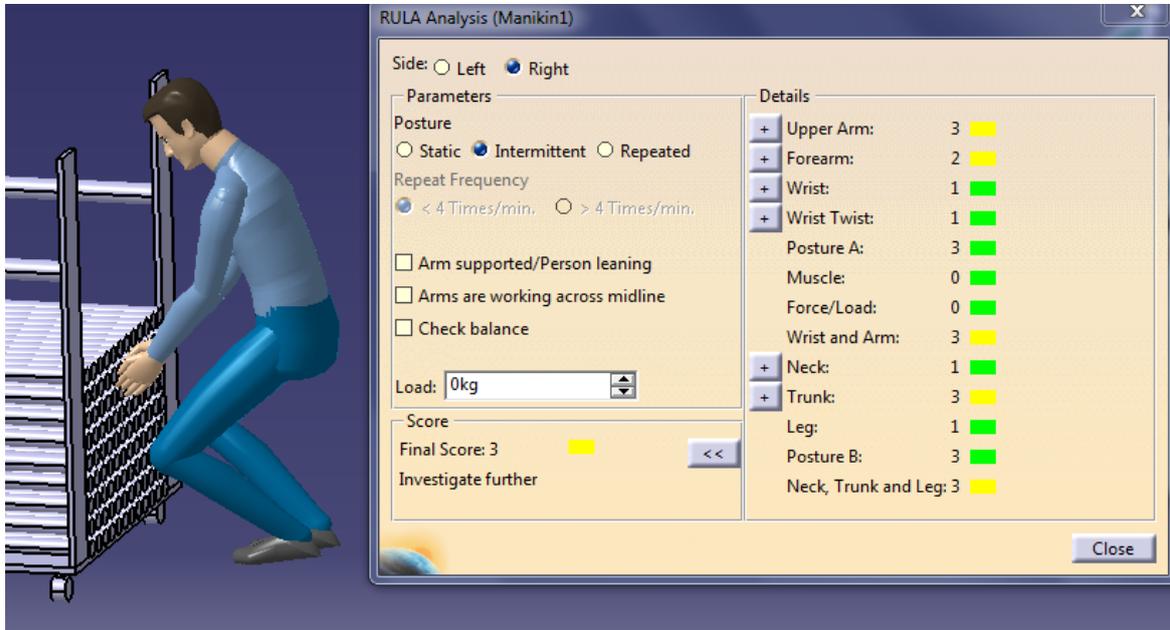


Figura 4.44. Estudio del portaperfiles inferior.

Por poco que sea el peso que se tenga que levantar, se adoptará una flexión de rodillas para mejorar la posición de la espalda. De todos modos, no se obtiene ningún indicador de alarma, todos los valores se encuentran dentro de la zona aceptada.

2. Tronzadora:

En la modelación de la tronzadora pusimos especial cuidado en el carenado de todas las partes que podían presentar un riesgo para el trabajador.

En esta ocasión nos interesa tanto el lado derecho como el izquierdo, puesto que la actividad no es simétrica. La postura sigue siendo intermitente, puesto que no se tiene más de 4 repeticiones del movimiento por minuto.

En la Figura 4.45 se puede ver el modelado 3d de la herramienta, con los accesorios añadidos explicados a continuación.

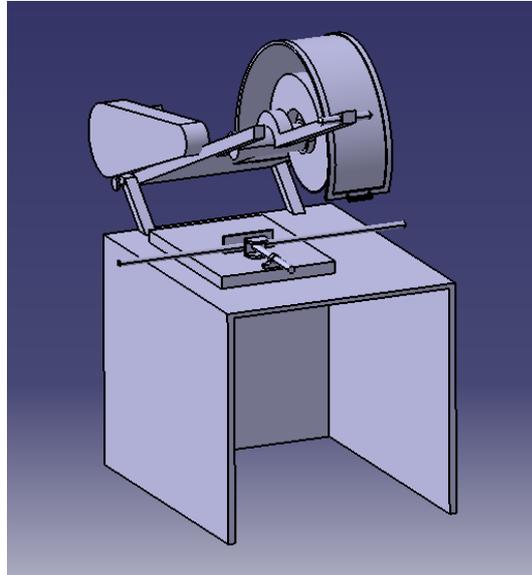


Figura 4.45. Tronzadora.

Normalmente, para la ejecución de esta operación, como se puede apreciar en la Figura 4.46, el operario sujeta manualmente la pieza con la mano izquierda, mientras que con la mano derecha acciona la palanca de descenso del disco.

La aparición de un nudo que varíe la resistencia a la penetración provoca una sacudida brusca en la pieza si ésta no permanece sólidamente fijada a la mesa y consecuentemente la posibilidad de que la mano del operario que la sujeta se precipite hacia el disco y entre en contacto con el mismo si permanece accesible.

Las máquinas utilizadas normalmente en los talleres en los que se realiza nuestra actividad, carecen de carenados especializados de seguridad. En el proyecto se incorporan estos imprescindibles accesorios. Como se puede apreciar en la imagen, se deja un espacio disponible en la mesa, al lado derecho del operario, para que cuando finalice el corte del perfil, éste no tenga que estar pendiente de caídas, sino que quedará en la mesa.



Figura 4.46. Operarios tronadora. [29]

Como se puede ver en las siguientes imágenes, los operarios trabajan en posturas realmente perjudiciales para la salud. Esto ocurre muy frecuentemente, especialmente en Centro América, donde se piensa instalar nuestra producción. Es imprescindible que el ambiente de trabajo de la tronadora se mejore para conseguir una mejor postura, con lo que se conseguirá un aumento de la calidad de trabajo.

Lo primero que se debe cambiar es el ángulo de la espalda; Esta posición se va a repetir intermitentemente aproximadamente unas 4 veces por minuto.

Otro aspecto importante es la distancia que adquiere el trabajador, se acerca demasiado a la máquina-herramienta, exponiéndose peligrosamente a desprendimientos y cortes. El puesto de trabajo debe estar bien iluminado para obtener una correcta visión del área de trabajo, evitando así que el trabajador necesite acercarse tanto.

También se incorpora a la máquina un mecanismo de sujeción para evitar cortes debido a la proximidad hombre-herramienta. (Figura 4.47)

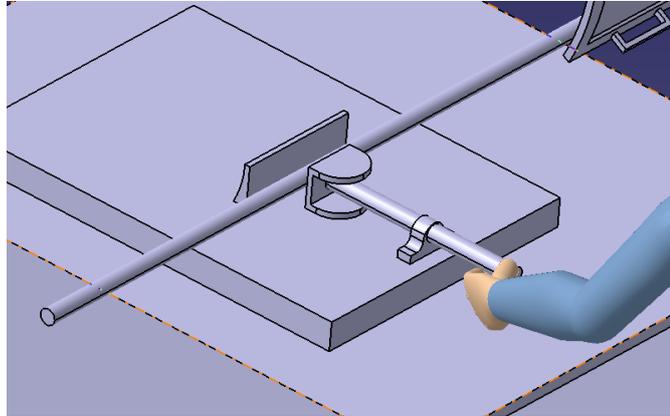


Figura 4.47. Detalle tronzadora.

En este caso, al no ser una posición simétrica, se necesita analizar los dos lados del operario.

Lado izquierdo:

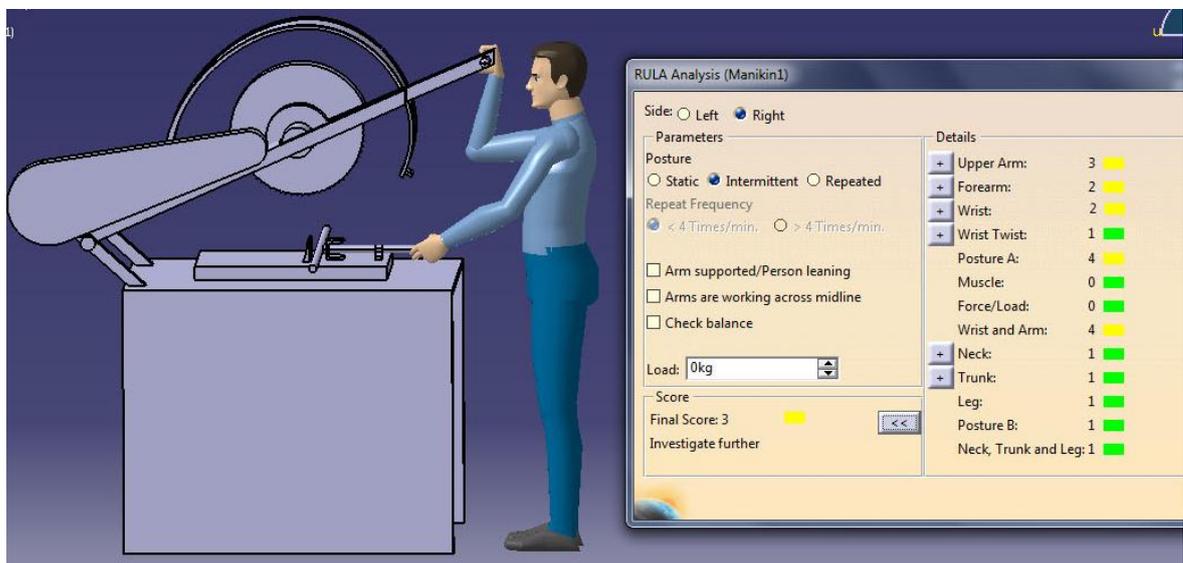


Figura 4.48. Análisis tronzador lado izquierdo.

Lado derecho:

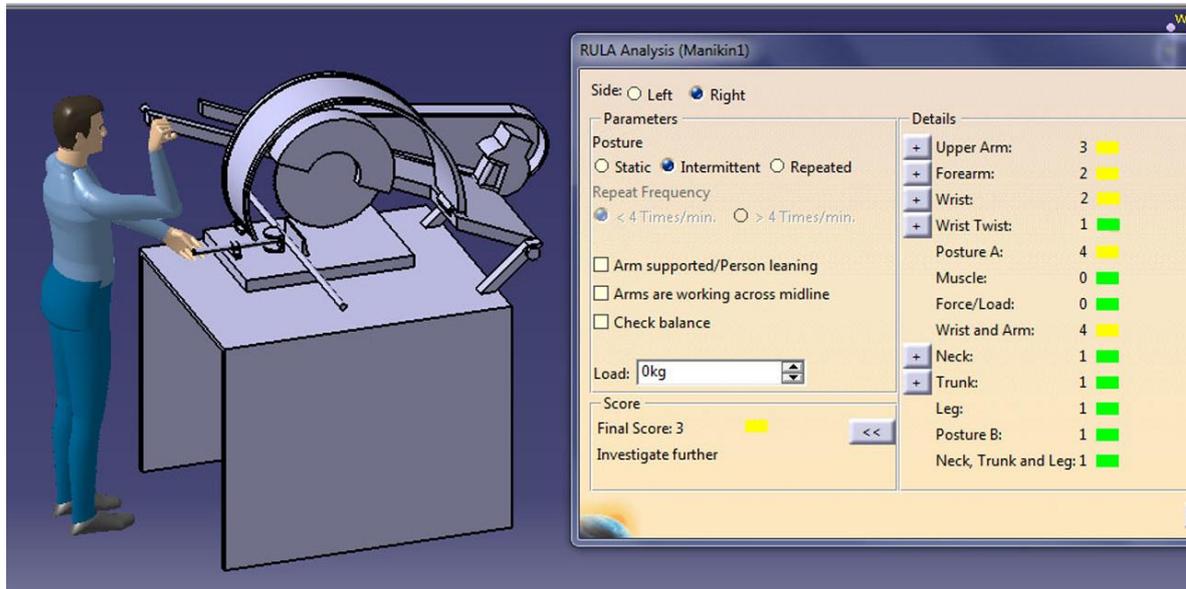


Figura 4.49. Lado derecho del tronizador.

El resultado final es bueno, tanto en el lado izquierdo como en el derecho, se debe poner especial cuidado a la postura del antebrazo y muñeca, las cuales se necesita informar a los trabajadores de su importancia. Aun así, el empleado no corre ningún riesgo de desarrollar lesiones ni enfermedades profesionales.

3. Cinta transportadora:

Se colocarán entre los puestos de Cortado-Curvado, Curvado-Corte Inglete y Corte Inglete-Soldadura. Nuestro objetivo era conseguir una estructura ligera, un sistema continuo formado por una banda continua en movimiento entre dos tambores. Se ve el resultado final en la figura 4.50.



Normalmente suelen utilizarse las cintas de rodillos para objetos como los nuestros, pero se ha optado por la alternativa de la cinta ya que reduce mucho la contaminación acústica, y nuestro principal objetivo en estudio es el trabajador en el puesto de trabajo, sin afectar a la calidad del producto.

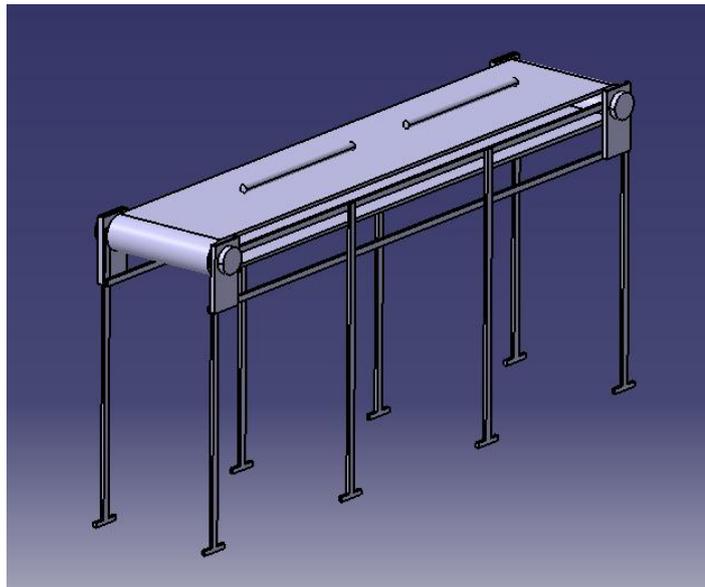


Figura 4.50. Cinta transportadora.

Análisis ergonómico: Los resultados son excelentes, el trabajador no sufre ninguna molestia a lo largo de toda su jornada, puesto que los resultados distan de cualquier problema o incomodidad musculoesquelética.

No es necesario realizar estudio dividido de lado izquierdo y derecho puesto que la posición más desfavorable es la que se muestra en la Figura 4.51, y es simétrica.

Es importante mantener la espalda recta del operario, ya que, aunque no levante una carga considerable, se debe pensar en las repeticiones que hará a lo largo de toda la jornada de trabajo.

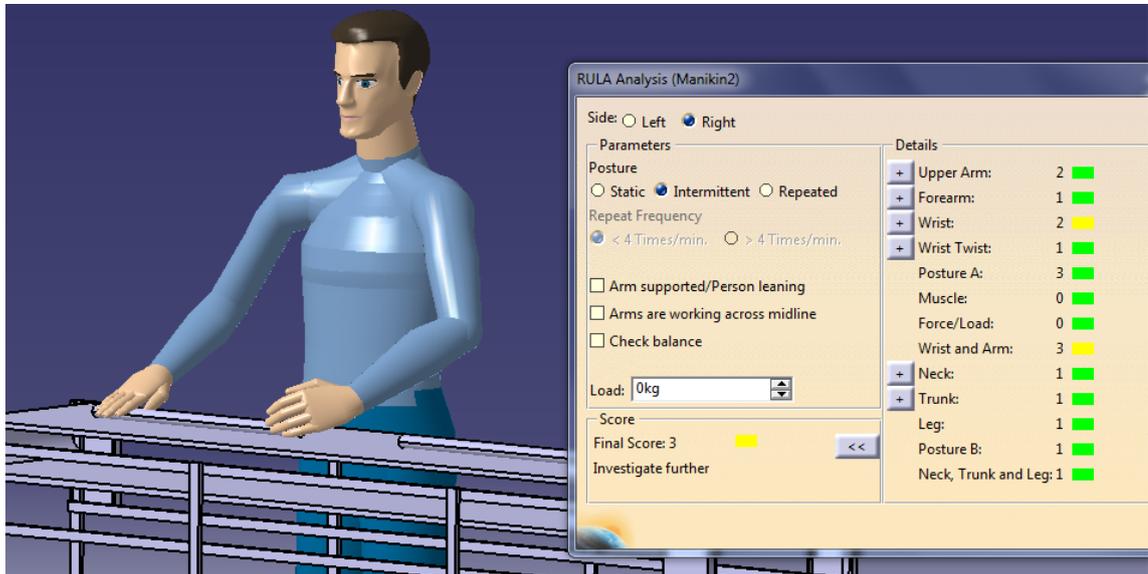


Figura 4.51. Operario en la cinta transportadora.

4. Curvadora:

Uno de los accidentes más presentados en esta máquina son los atrapamientos. Para evitarlos se ha considerado, además de una indumentaria apropiada, una separación prudente como se puede ver en la Figura 4.52.



Figura 4.52. Operarios curvadora. [30]



El rodillo gira en concordancia con la manivela exterior a la zona de operación. Además cuenta con el carenado apropiado para la actividad.

Los problemas ergonómicos más importantes son la excesiva curvatura de la espalda y el cuello, dando lugar a serios problemas profesionales. Es importante que la columna se encuentre en una posición cómoda durante todo el proceso.

Lado derecho:

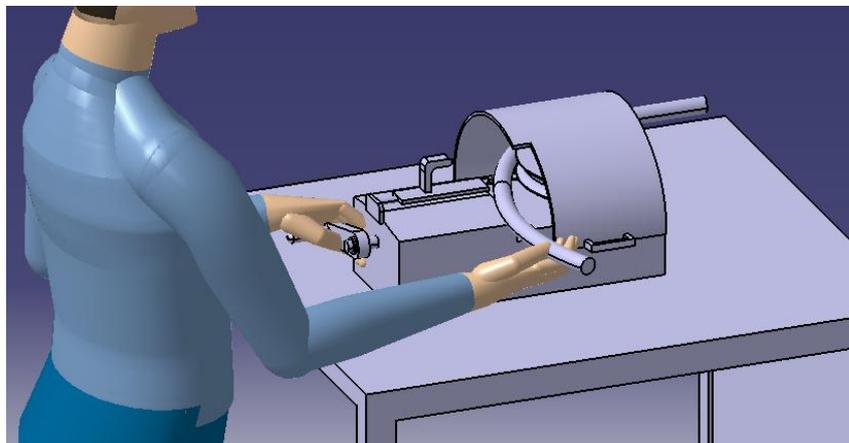


Figura 4.53. Operario curvadora.

Se puede comprobar que los resultados son aceptables, la postura de trabajo es segura. El único punto que podría sobrecargarse serían las muñecas, pero al no realizar el giro de la manivela con ninguna carga, no es un resultado del que se deba preocupar.

Lado derecho:

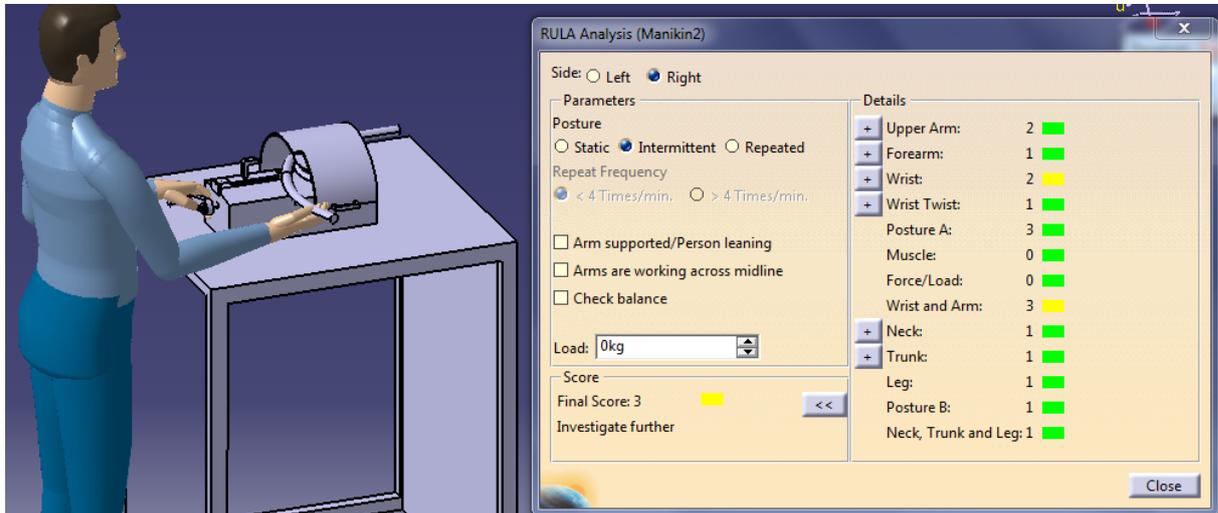


Figura 4.54. Estudio ergonómico lado derecho.

Como se puede ver, los resultados son prácticamente iguales, a excepción de un pequeño empeoramiento de la posición del antebrazo, que puesto que debe estar en una posición estática, no debe permanecer mucho tiempo en esa postura.

Lado izquierdo:

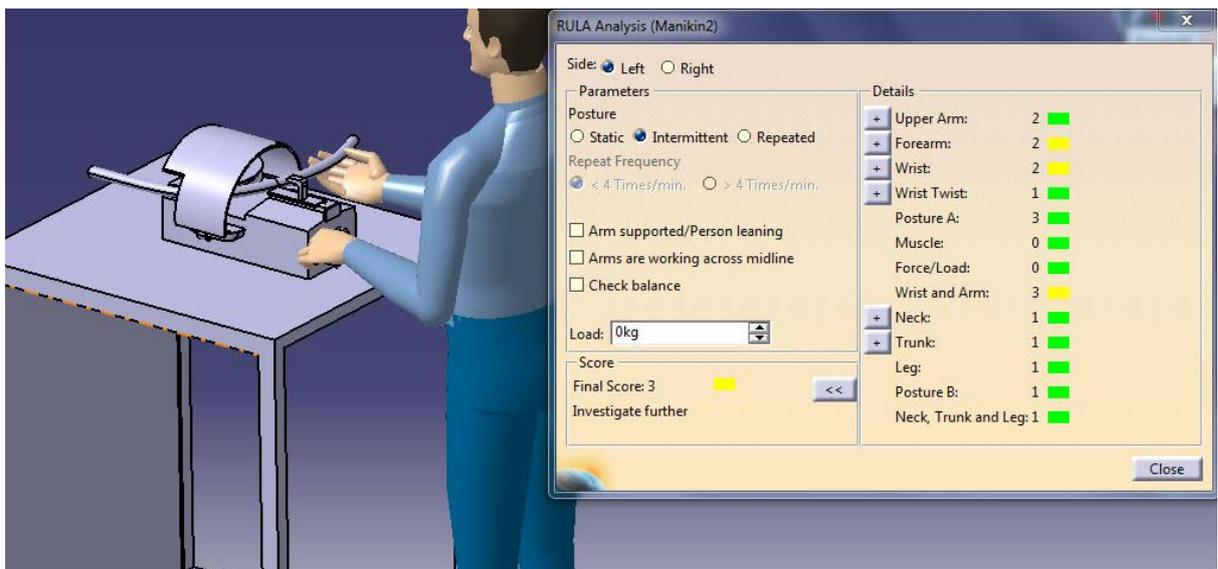


Figura 4.55. Estudio ergonómico lado izquierdo.



Se recuerda que nuestra actividad se repetirá 4 veces por minuto y no durará más de 10 segundos, por lo que son resultados buenos y aceptables.

5. Esmeriladora de banco:

Con esta herramienta se realizará el corte a inglete. Éste tipo de corte se utiliza puesto que las partes a soldar tienen distintos ángulos que los predefinidos en los perfiles tubulares. De esta forma aumenta la calidad de la unión al adaptarse mejor la forma complementaria.

La esmeriladora está impulsada por un motor, el cual impulsa una cabeza de engranajes en el cual está montado un disco abrasivo el cual puede ser reemplazado cuando se desgaste. Lleva incorporado un protector ajustable para que pueda ser utilizado con las dos manos y, además resguarde al operario de las posibles proyecciones que puedan producirse.

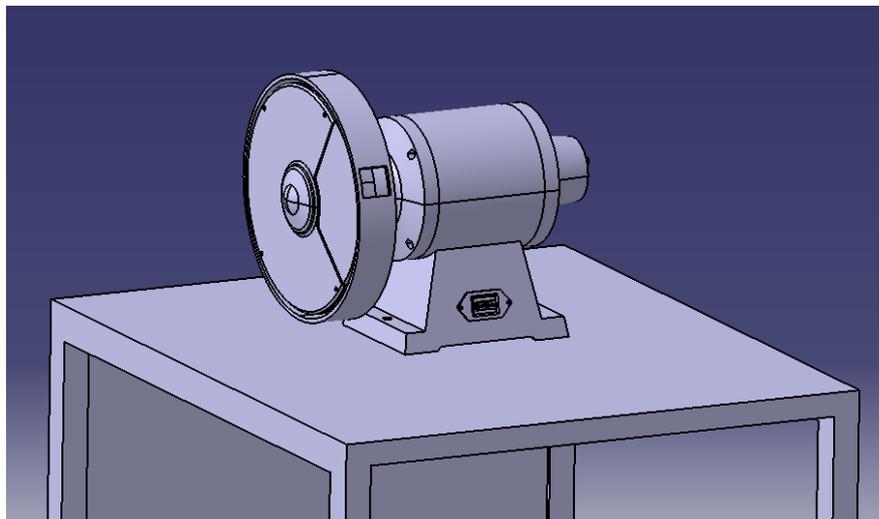


Figura 4.56. Cortadora a inglete.

La esmeriladora lleva incorporado un carenado más cerrado que el de la Figura 4.57, y un ángulo que permite que la precipitación de la viruta generada en el proceso no salga

precipitada hacia el operario, y, aunque éste cuente con las protecciones individuales pertinentes, disponga de una mejor visión del proceso.

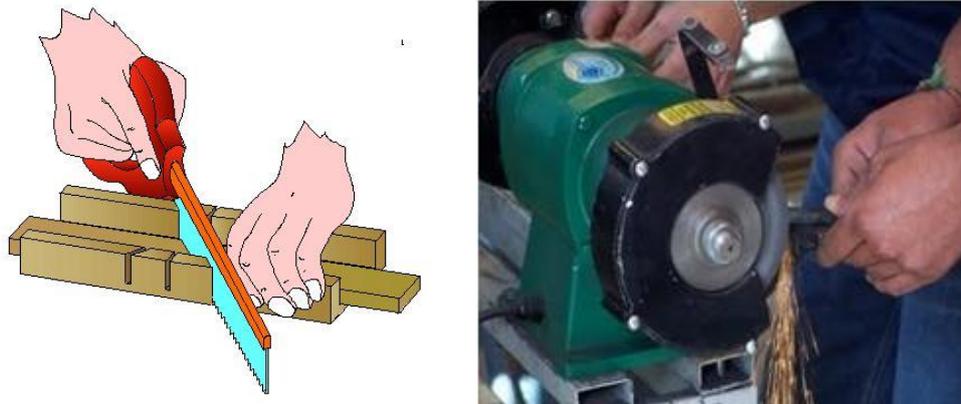


Figura 4.57. Operarios corte a inglete [31]

Los resultados obtenidos son realmente bueno, el operario podría desempeñar su trabajo ininterrumpidamente sin dolencias posteriores.

Muchas veces, en lugar de una esmeriladora, utilizan cajas de corte con los ángulos que se desean (Figura 4.57), lo cual es un fallo muy grave, puesto que no solo pierdes mucha calidad en el resultado de la sección tubular, sino que también expones al trabajador a posibles cortes. En la Figura 4.57 se puede ver la proximidad de las manos a la herramienta.

Se ha decidido cambiar ésta herramienta por la postura que obliga a tener al trabajador, en una postura con ejerciendo fuerza muscular para poder cortar los perfiles.

Lado derecho:

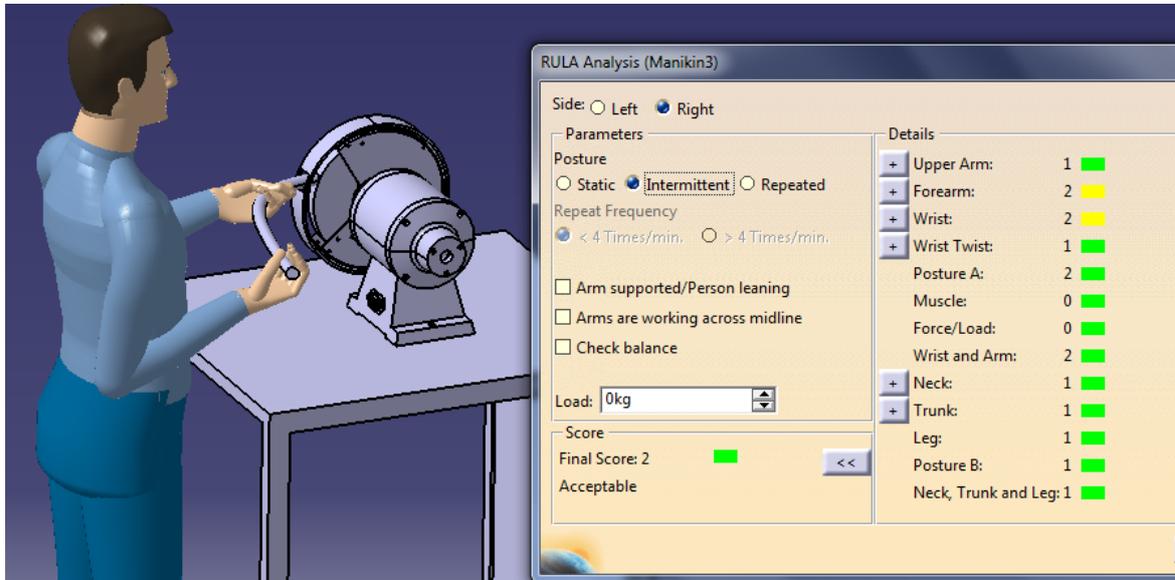


Figura 4.58. Estudio ergonómico lado derecho.

Lado izquierdo:

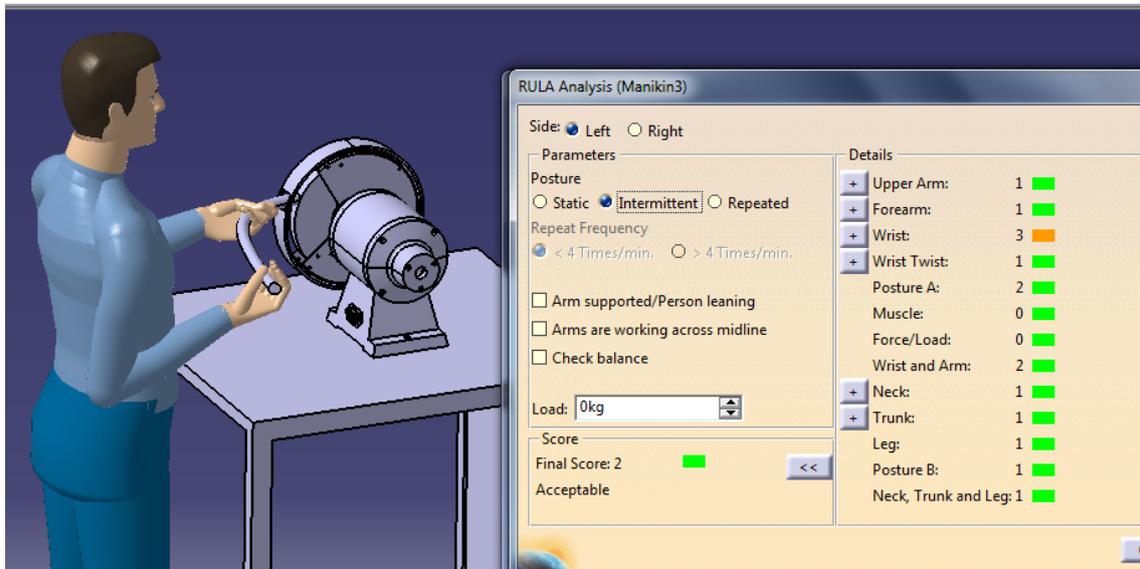


Figura 4.59. Estudio ergonómico lado izquierdo.

Es una actividad que desgasta demasiado, y, aunque se ha optado por una planta industrial semi-automática, en ésta operación se establecerá una rotación de puestos de trabajo para mejorar la calidad de trabajo, y por consiguiente, los resultados del producto.

Se puede ver en la Figura 4.59, se debe tener cuidado con la posición de la muñeca izquierda durante el corte, porque, aunque el resultado final sea sin riesgo, es un indicador que requiere supervisión de la evolución.

6. Soldadora:

Como se puede apreciar en la imagen 3.3.4.19, el operario utiliza un ángulo para la espalda peligroso para mantener durante largos periodos de tiempo. Con una iluminación adecuada, no sería necesario acercarse tanto a la zona de unión, y, aunque el trabajador está equipado con unas gafas especiales para la soldadura, éstas, no deberían impedirle un correcto desarrollo de la actividad.



Figura 4.60. Soldador [32]

En la Figura 4.61 se ve la mesa de soldadura, equipada con unas agarraderas para fijar las partes del cuadro a unir, de forma que no sea necesaria la sujeción por parte del operario, y éste pueda permanecer en una posición más relajada.

También se incorpora en la mesa un pequeño cajón abierto en el lateral izquierdo, puesto que otro de los problemas más frecuentes es posar sobre la mesa elementos y/o herramientas que interfieren en el correcto funcionamiento de la actividad. De esta forma, el operario puede descansar sus artílugios cómodamente, asegurando un correcto desarrollo del trabajo.

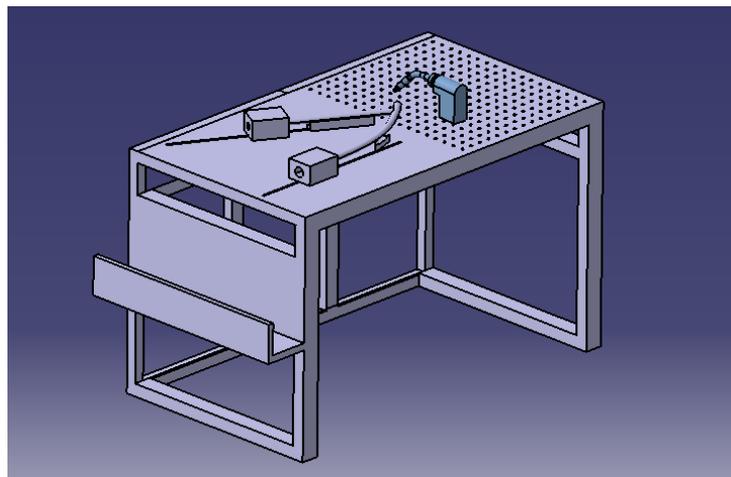


Figura 4.61. Mesa de soldadura.

Lado derecho:

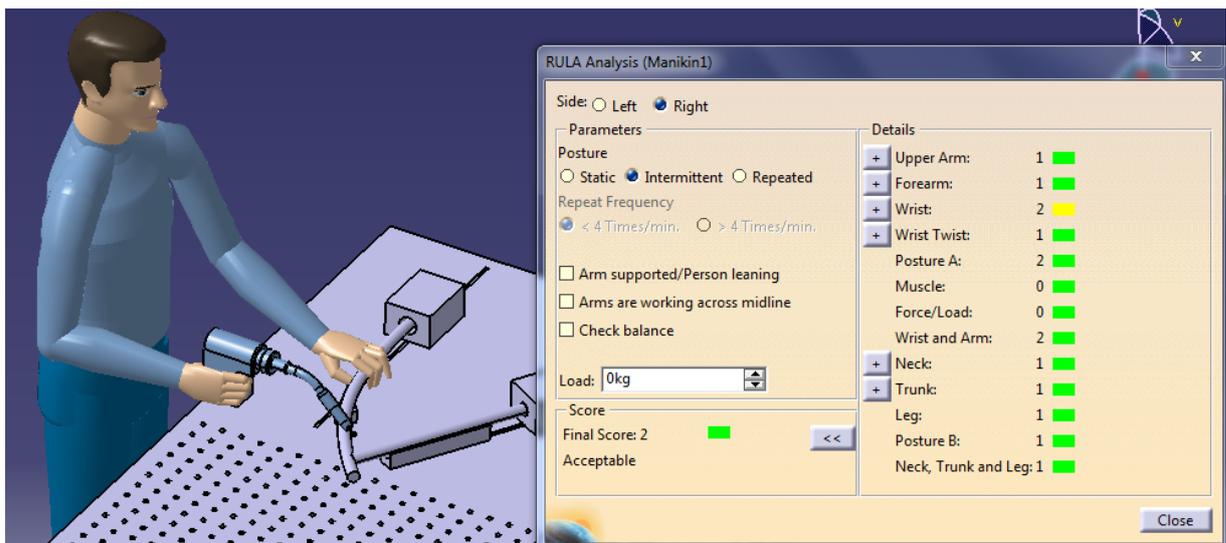


Figura 4.62. Estudio ergonómico lado derecho.

Lado izquierdo:

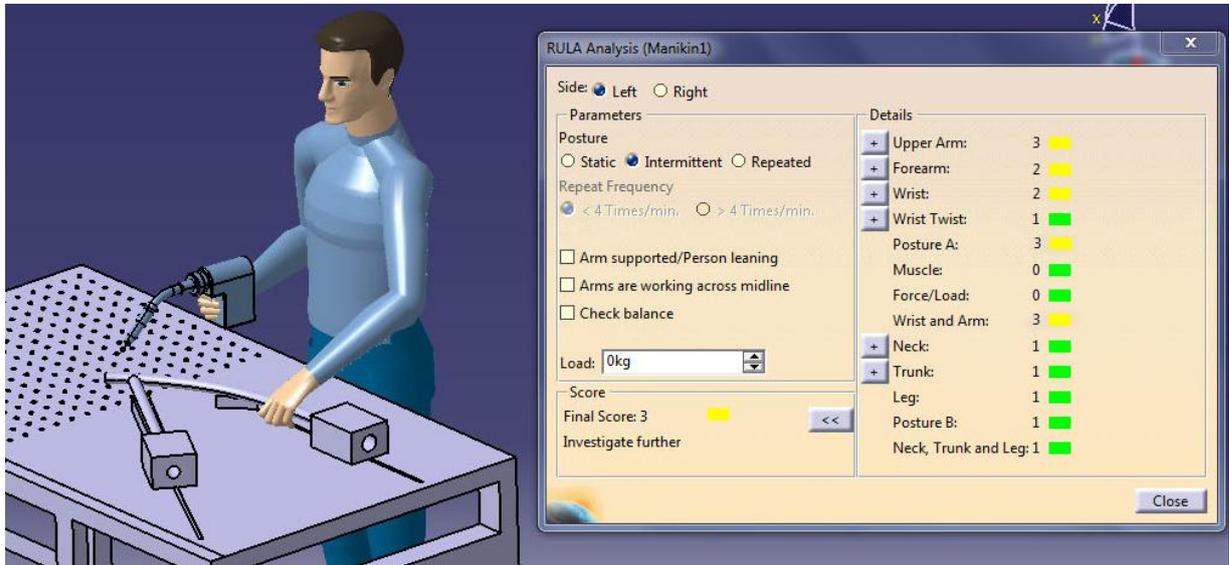


Figura 4.63. Estudio ergonómico lado izquierdo.

En estos análisis se puede ver una posible zona conflictiva, que es la del antebrazo y la muñeca. Esto no nos preocupa, puesto que en las imágenes se muestra la posición de la actividad más desfavorable, y ésta no durará más de unos pocos segundos.

De todas formas este inconveniente solo aparece en la parte izquierda del operario, y podría solucionarse fácilmente con una nivelación de la mesa.

El análisis ergonómico del lado derecho muestra valores muy positivos con los que no se tendrá ningún problema musculoesquelético, ni enfermedad profesional a lo largo del tiempo.

7. Estación de pintura:

El equipo modelado corresponde a una estación de pintura en polvo de cabina continua.

Esta es adecuada para altas y medias producciones como la nuestra, minimiza el manejo de material evitando defectos, agiliza la producción y permite reducir costos en el consumo de gas en el horno.



Contiene y recupera el polvo eficientemente logrando el mayor aprovechamiento de la materia. Además, se utilizarán filtros fabricados en poliéster, lo cual también maximiza la recuperación de polvo.

Tiene un sistema de auto limpieza de filtros a través de pulsos de aire a alta velocidad, para evitar que la limpieza se produzca de forma manual.

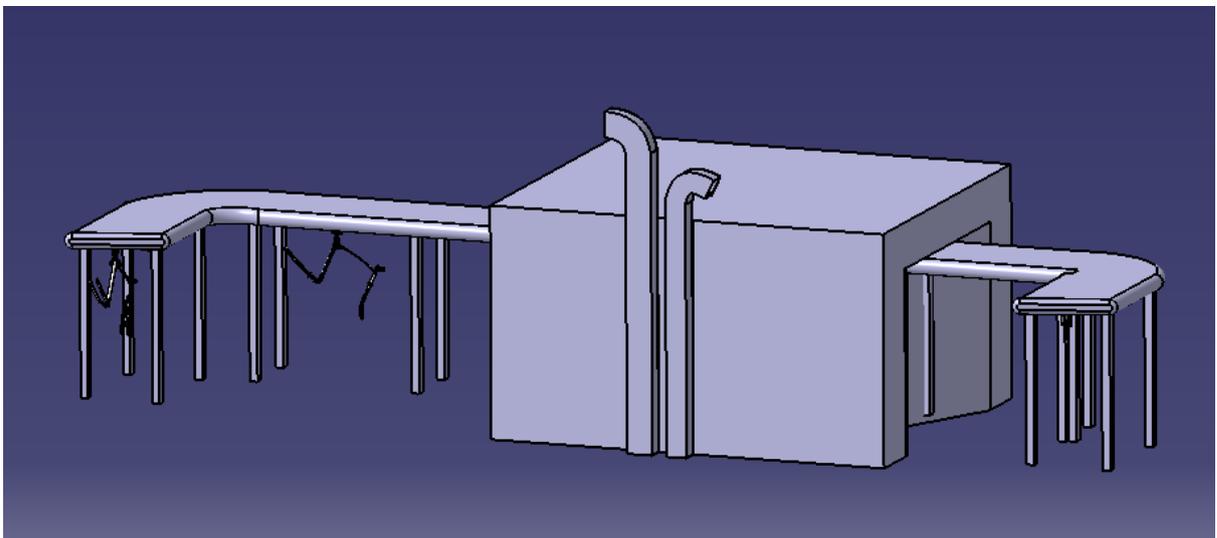


Figura 4.64. Estación de pintura y secado.

Conviene en este caso realizar a mayores un estudio dinámico del operario, puesto que va a levantar un peso considerable.

Primero, se hace el estudio estático realizado hasta ahora, distinguiendo entre lado izquierdo y lado derecho.

A continuación, en las Figuras 4.65 y 4.66 se puede ver el estudio ergonómico realizado en el momento en el que el operario coloca el cuadro de la bicicleta en la estación de pintura y secado.

Lado derecho:



Figura 4.65. Estudio ergonómico lado derecho.

Lado izquierdo:

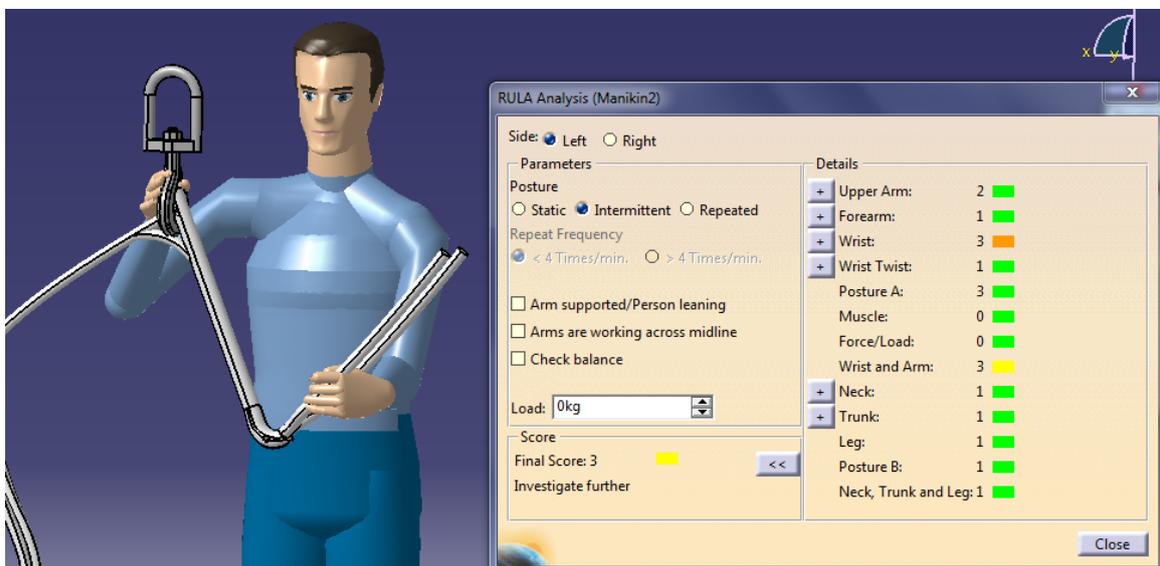


Figura 4.66. Estudio ergonómico lado izquierdo.

Los valores obtenidos entran entre los valores aceptados como posición adecuada a la actividad laboral que se han definido anteriormente.

A continuación, se realiza un estudio dinámico con el comando lift-lower analysis del programa Catia también.

Se indica que la actividad se realizará cada 25 segundos aproximadamente, en turnos rotatorios, por lo que se selecciona que la duración de la jornada es de una hora, y se aproxima el peso de nuestra bicicleta a 7 Kg.

En la parte inferior, en la sección Score de la Figura 4.67, nos muestra el peso máximo que el operario debería soportar para esas condiciones de trabajo, en este caso, son 8.8Kg, lo cual está dentro de nuestro producto.

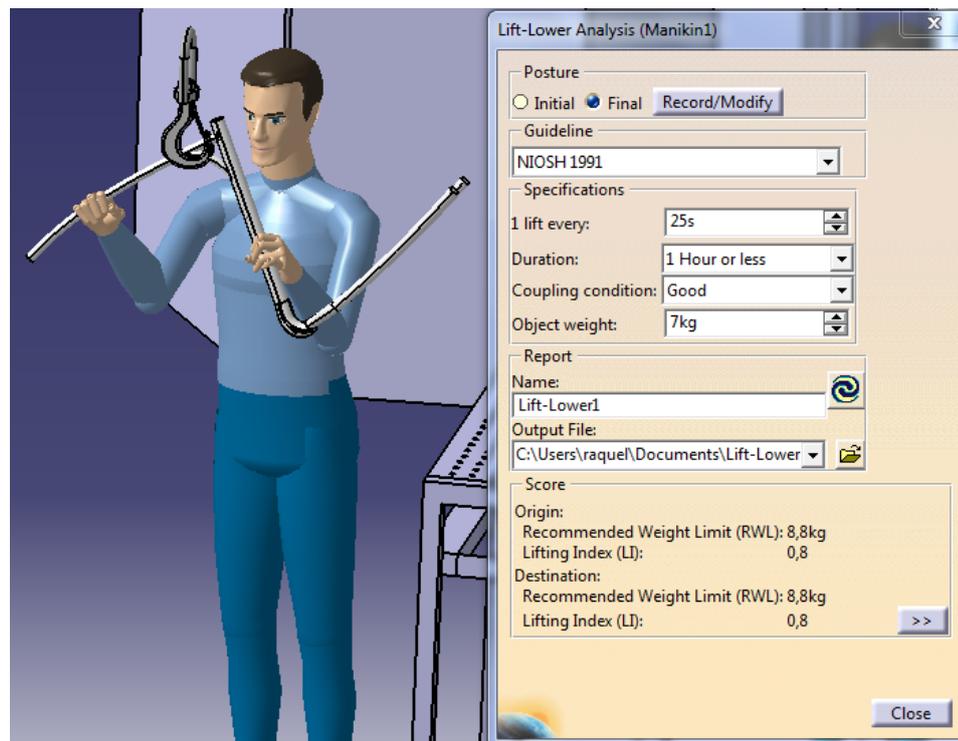


Figura 4.67. Estudio dinámico transporte.



8. Montaje:

Durante el montaje, una cinta transportadora con enanches para la bicicleta va a ir deslizando con pequeñas interrupciones para que los operarios puedan ensamblar los componentes pertinentes en cada estación.

Paso 1: En esta etapa, el operario se encarga de colocar la horquilla delantera que ha sido comprada a un proveedor especificado en el Anexo 2.

Todas las piezas están colocadas en containers sobre mesas con altura regulable, las cuales deberán ser adecuadas a las medidas del trabajador.

En la Figura 4.68 se ve el puesto 1 de la línea de montaje.

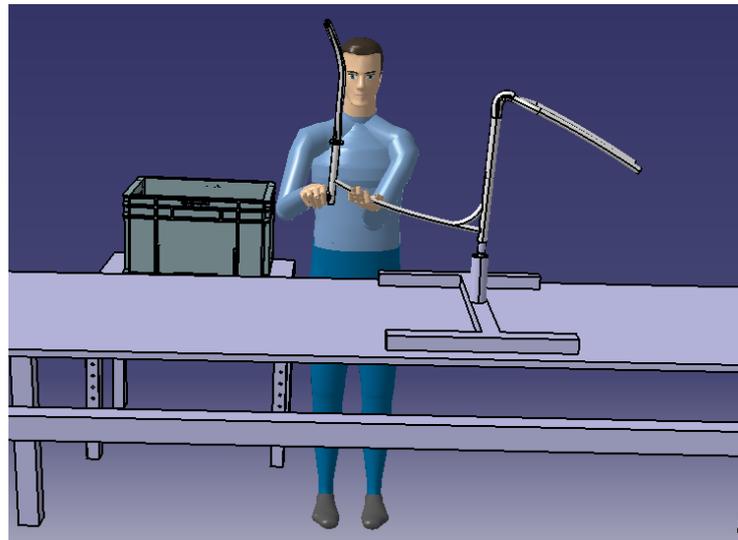


Figura 4.68. Montaje 1.

En el estudio ergonómico se ve una zona conflictiva, la muñeca derecha, pero al estar dentro de los valores permisibles, no levanta peso y el resultado final es positivo, no se rediseña el puesto de trabajo.

Lado derecho:

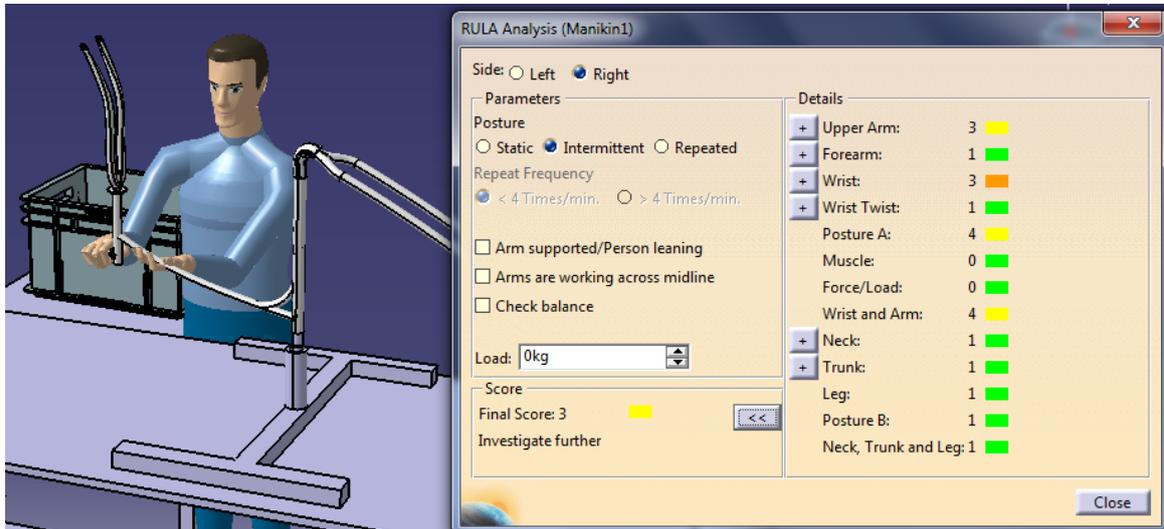


Figura 4.69. Estudio ergonómico lado derecho.

Lado izquierdo:

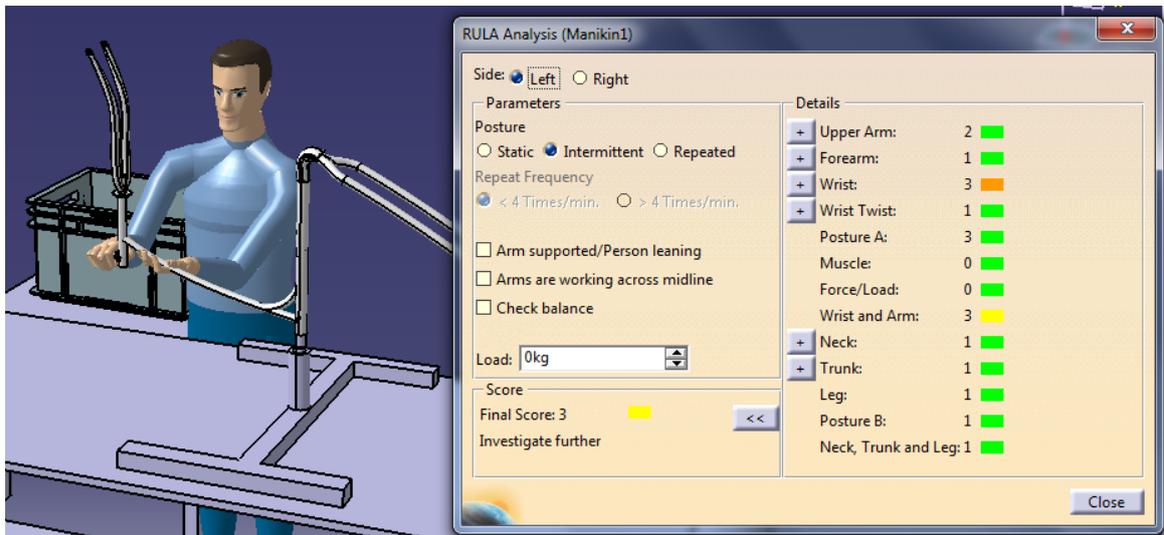


Figura 4.70. Estudio ergonómico lado izquierdo.

Las cajas utilizadas para contener las piezas compradas al por mayor, también necesitan un análisis ergonómico mientras el trabajador las utiliza, siempre en la posición más desfavorable, para poder rediseñar correctamente en el caso de que fuera necesario. Dicho análisis se muestra en la Figura 4.70.

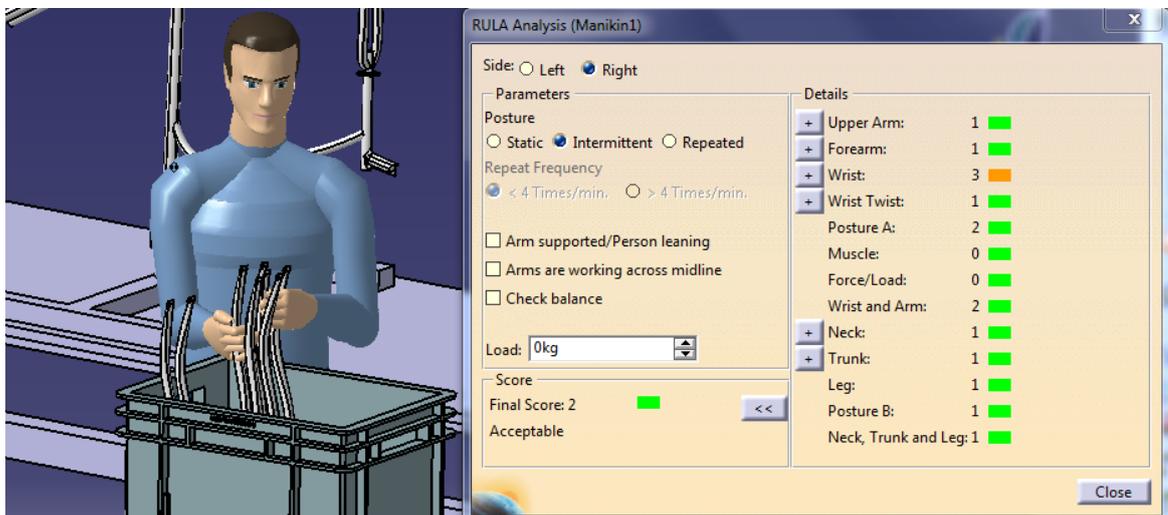


Figura 4.70. Estudio ergonómico reposición de material de compra.

Paso 2: Esta etapa corresponde al ensamble tanto de los pedales, como de los platos y piñones.

En el estudio de este paso se obtienen unos resultados muy satisfactorios. No es necesario realizar ninguna modificación y, además, el operario no necesita rotar su puesto de trabajo.

En el lado izquierdo se obtienen peores resultados, pero una vez más, se encuentran dentro de nuestro rango de aceptación. Una posible mejora sería la nivelación de la cinta transportadora.

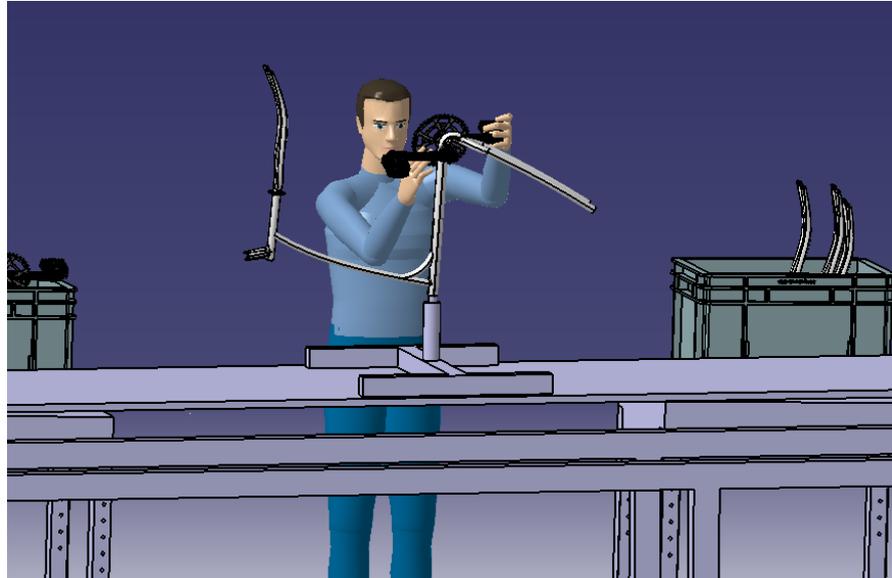


Figura 4.71. Puesto 2.

Lado derecho:

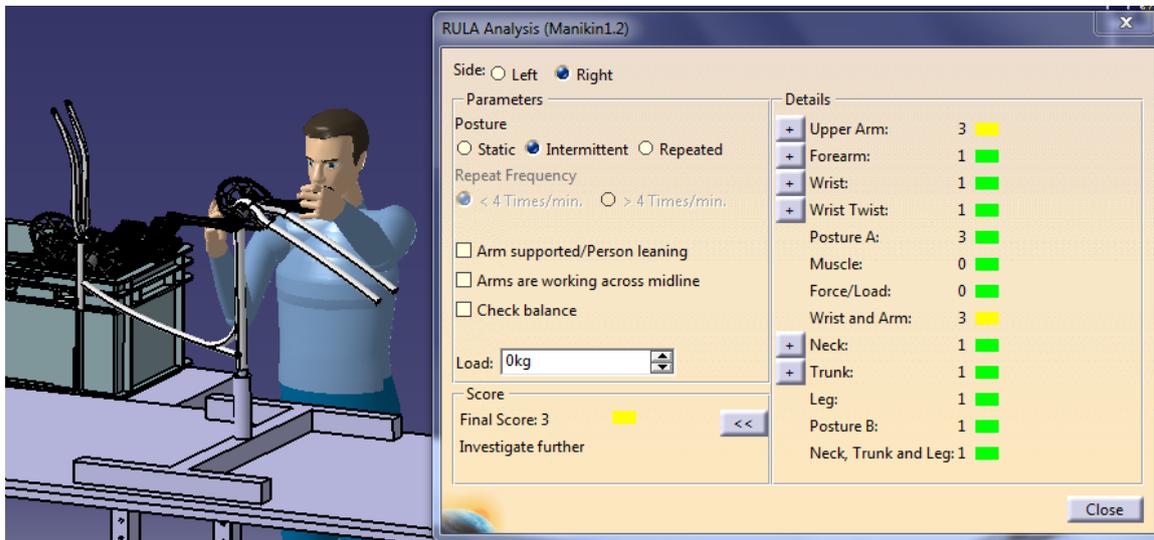


Figura 4.72. Estudio ergonómico lado derecho.

Lado izquierdo:

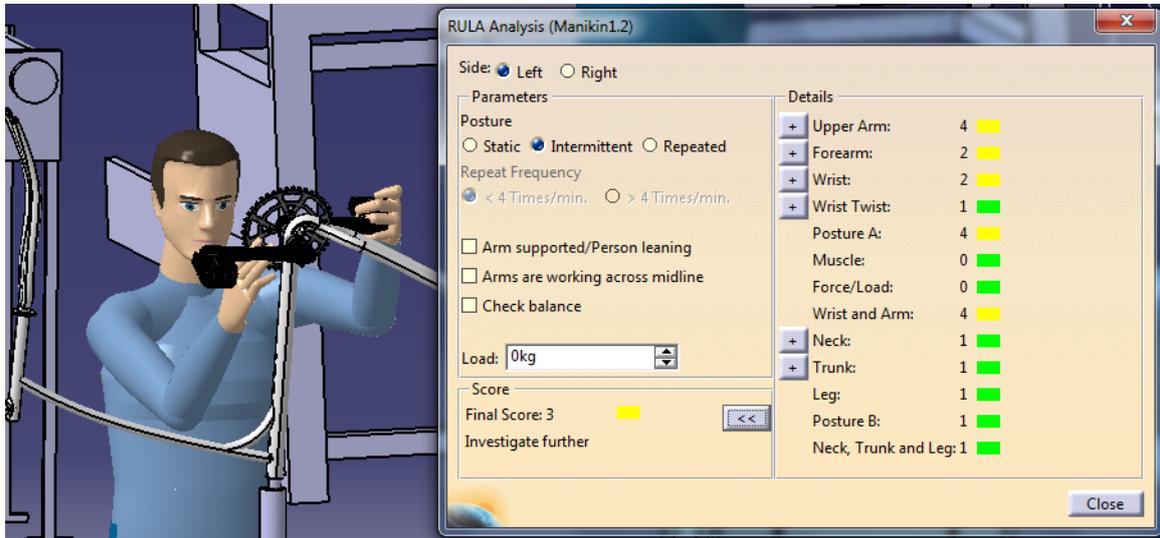
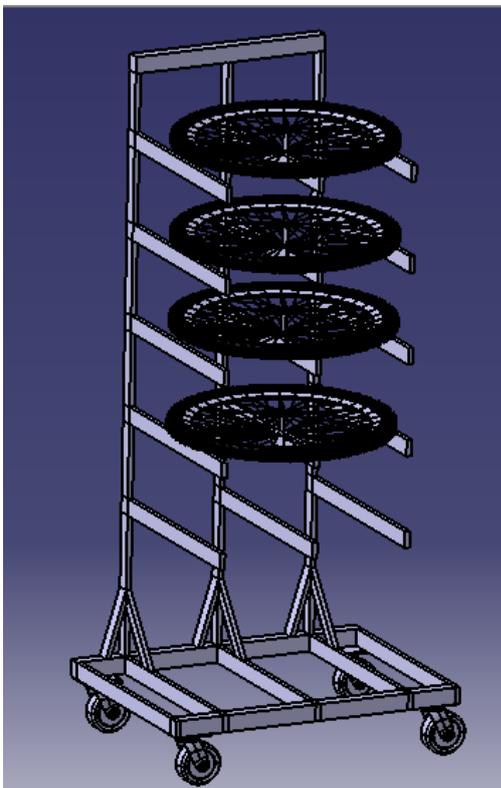


Figura 4.73. Estudio ergonómico lado izquierdo.



Paso 3:

En esa etapa se tiene alguna variación respecto al resto de la cadena de montaje. En lugar de las cajas utilizadas hasta ahora, se cree más cómo la utilización de la estantería para las ruedas que se puede ver en la imagen 3.3.4.34. De esta forma, al tratarse de un objeto con un peso mayor que una horquilla o unos pedales, se evitará el tener que elevar el objeto para sacarlo de la caja y transportarlo hasta el montaje.

Figura 4.74. Porta ruedas.

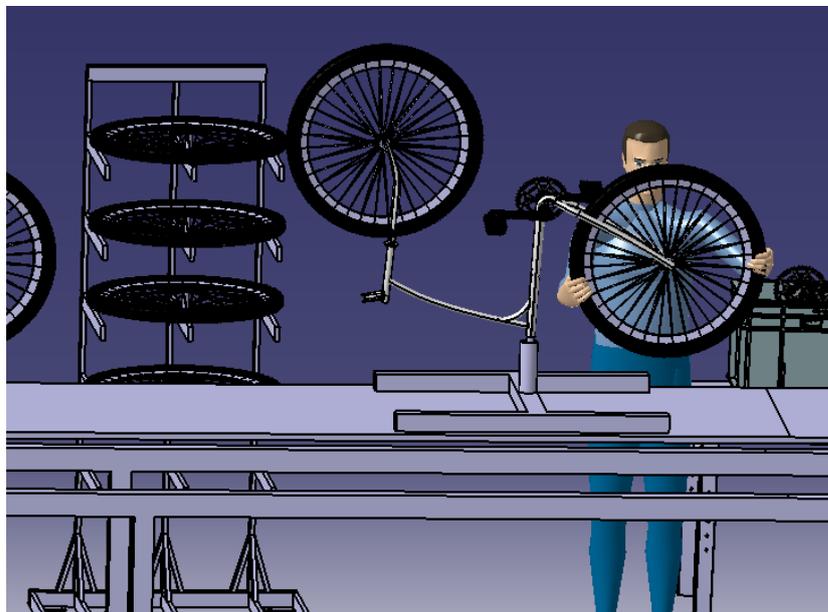


Figura 4.75. Puesto 3.

El estudio estático de este puesto nos da valores muy favorables para la ergonomía del operario. Ningún indicador en alarma. Por lo general se puede ver que en la línea de montaje los operarios están más cómodos, por lo que no necesitan rotación en lo concerniente a la fatiga física.

Lado derecho:

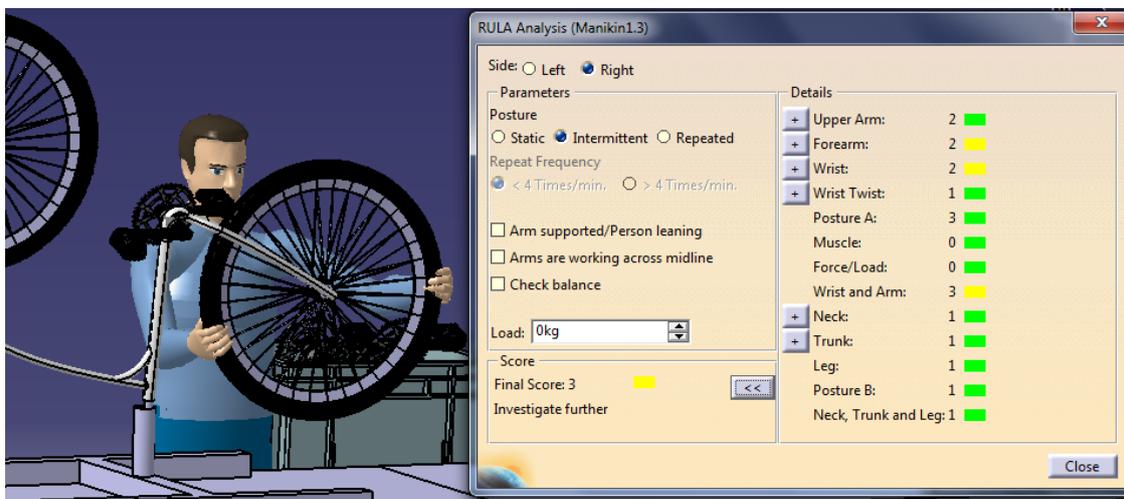


Figura 4.76. Estudio ergonómico lado derecho.

Lado izquierdo:

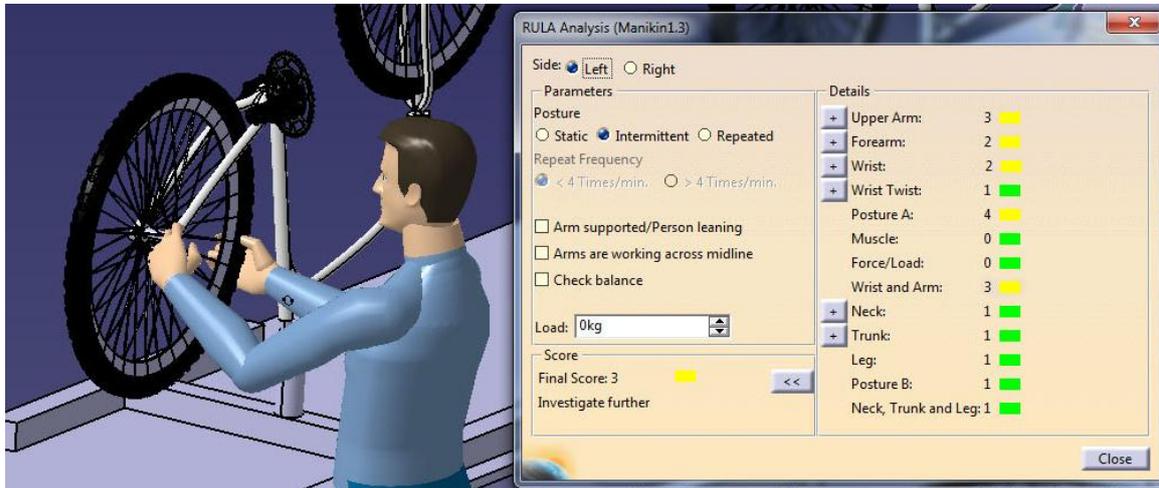


Figura 4.77. Estudio ergonómico lado izquierdo.

Paso 4: El último paso de la cadena de montaje corresponde al encaje del manillar. Este paso requiere un poco más de tiempo que los anteriores, pero el tiempo del proceso se establecerá siempre en función de la operación más lenta.

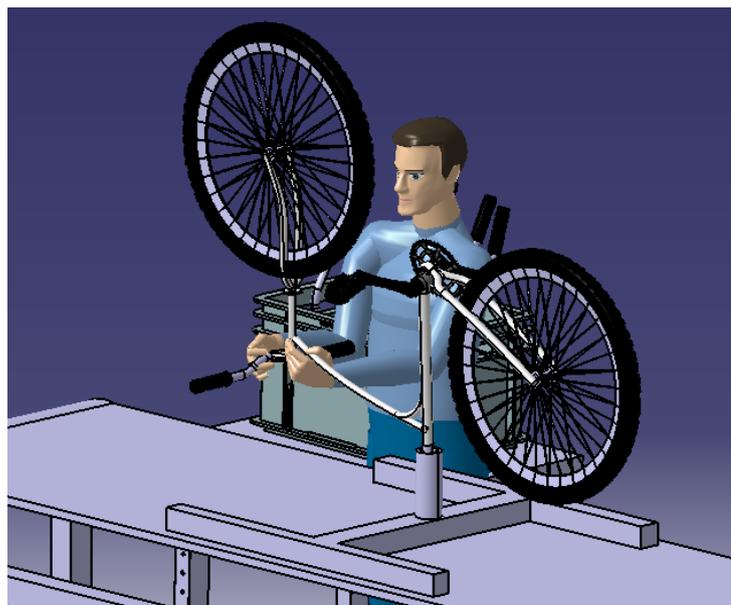


Figura 4.78. Puesto 4.

Esta operación tiene posiciones más complicadas para ambas muñecas, por lo que es normal que en el estudio ergonómico sean los valores peor valorados. Pero se debe recalcar que la posición que se muestra en las imágenes 3.3.4.38 y 39 es la más desfavorable, y sólo se prolongará 5 segundos más.

Lado derecho:

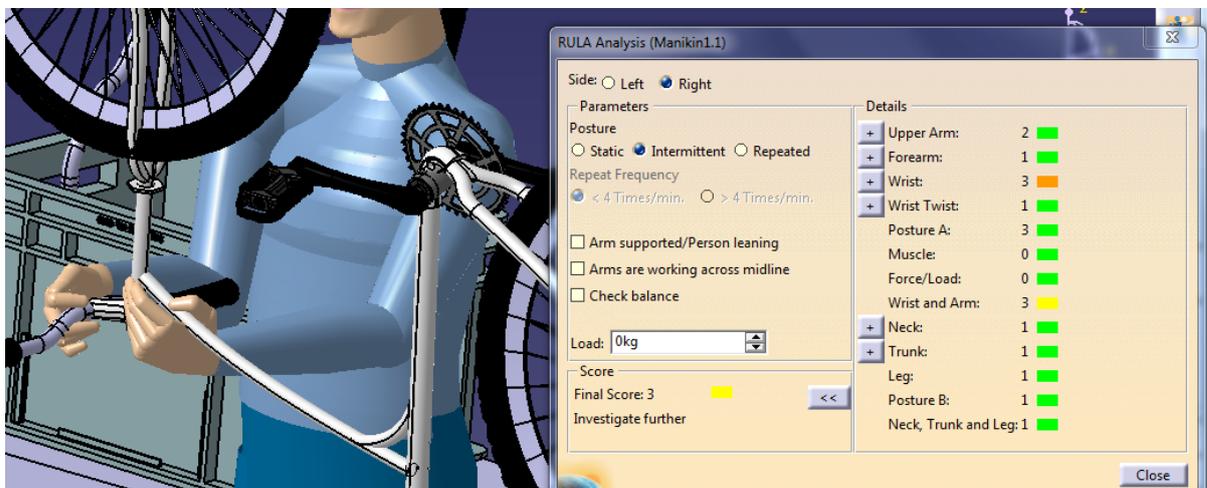


Figura 4.79. Estudio ergonómico lado derecho.

Lado izquierdo:

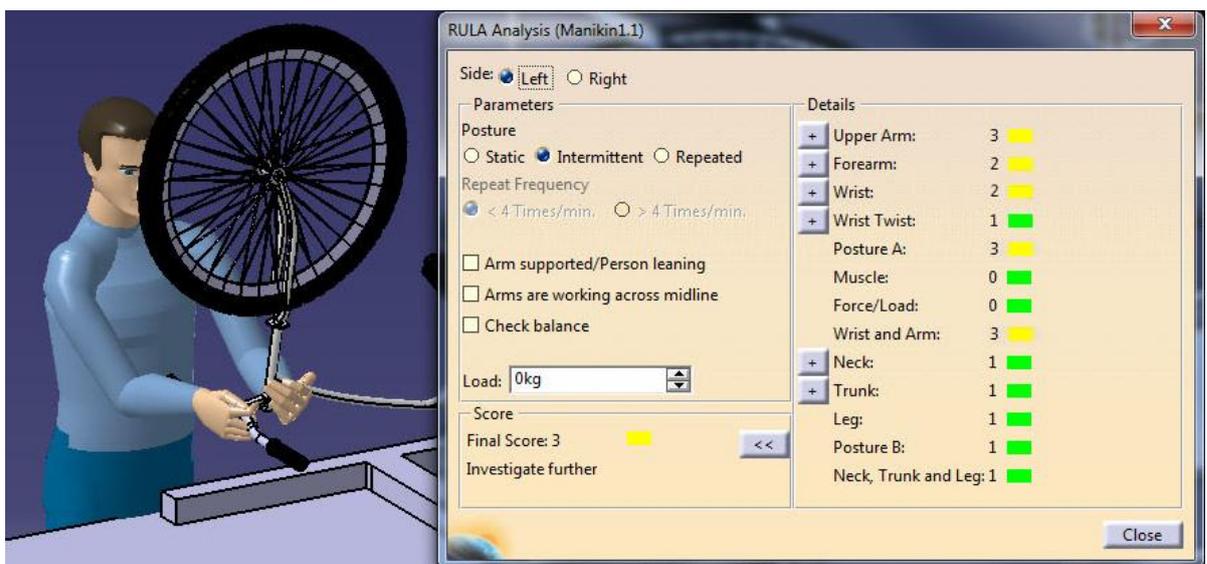


Figura 4.80. Estudio ergonómico lado izquierdo.



Paso 5: Traslado de la bicicleta al soporte.

En esta ocasión se vuelve a tener la necesidad de realizar tanto examen estático como dinámico, ya que el operario va a cargar con el producto desde el final de la línea de montaje hasta el soporte donde se coloca la bicicleta terminada para su posterior embalaje y envío a tienda.

El recorrido que debe hacer no supera los tres metros, y el tiempo que debe sostener la bicicleta es de unos 6 segundos. Con estos datos, se realiza el estudio dinámico, suponiendo que el trabajador no rotará durante las 8 horas de su jornada laboral.

Se puede ver en la Figura 4.81 que el operario podría desempeñar esa función con hasta un peso de 8.2 Kg, frente a los 7 Kg de nuestro producto.

El programa no deja determinar los descansos, pero es importante en este caso programar bien sus pausas para evitar sobrecarga física.

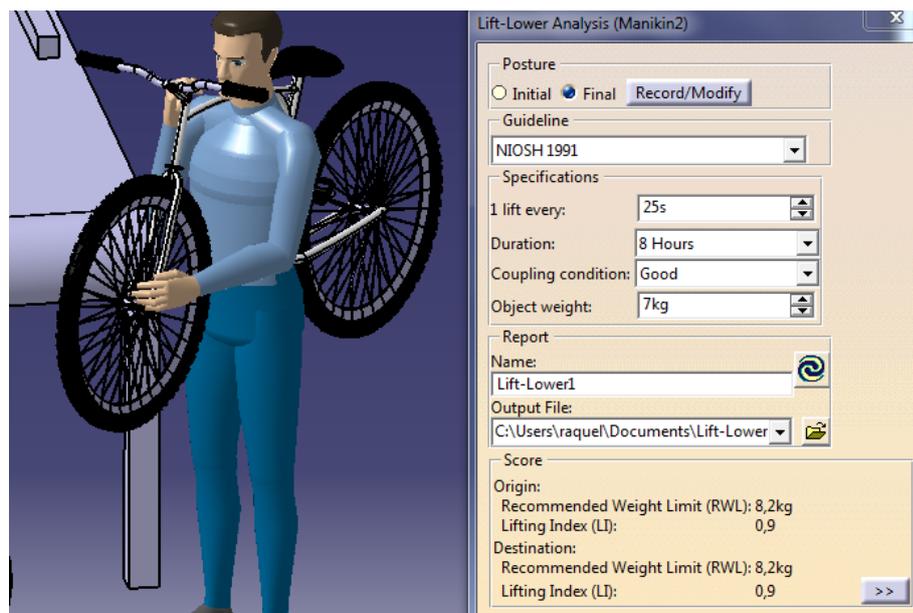


Figura 4.81. Transporte línea-soporte.

Estudio dinámico:

Lado izquierdo:

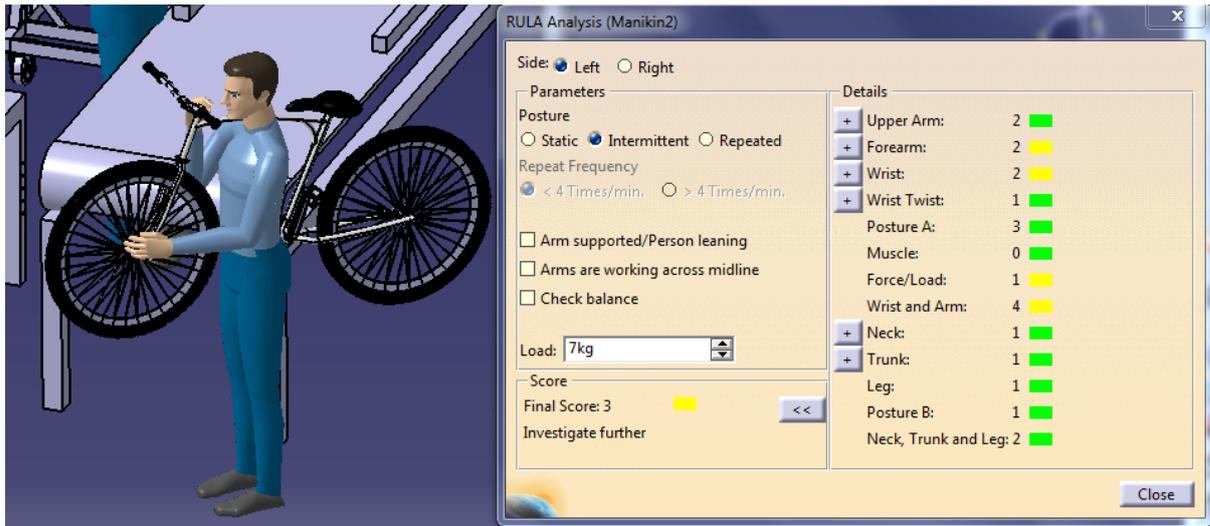


Figura 4.82. Estudio ergonómico lado izquierdo.

Lado derecho:

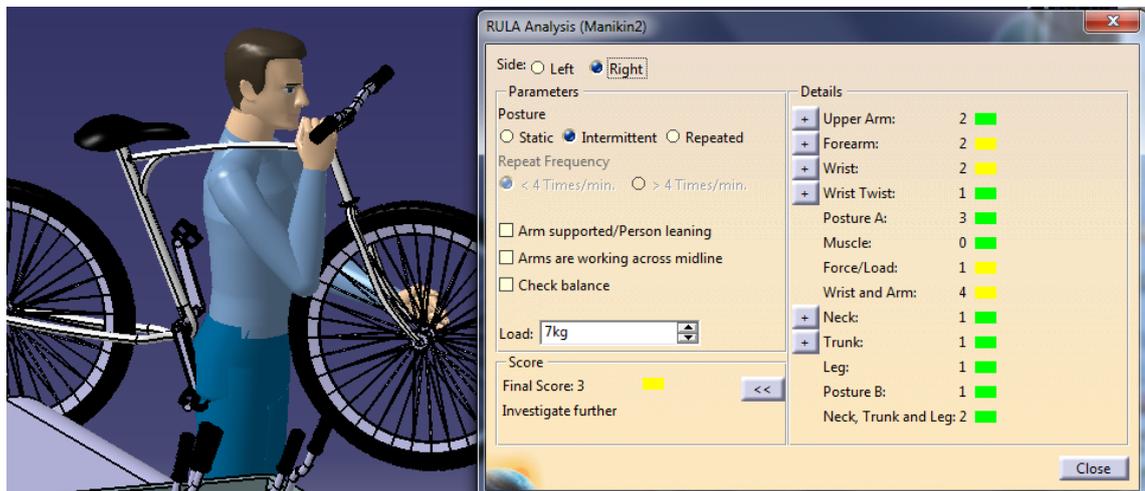


Figura 4.83. Estudio ergonómico lado derecho.



Paso 6: Soporte final.

Corresponde al paso final del proceso, donde se colocarán los productos terminados, a falta únicamente de embalar y enviar al comercio. La intención de este soporte es evitar la constante retirada de las bicicletas y generar menos tránsito en la línea de producción. Cada cierto tiempo un operario se lleva el soporte con las bicicletas.

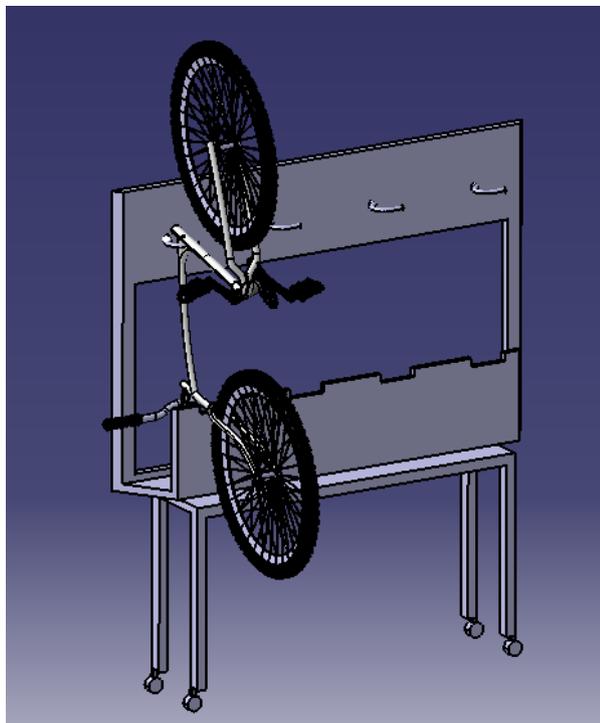


Figura 4.84. Soporte final.



5. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

5.1. CONCLUSIONES

Una vez realizado el proyecto, se puede comprobar que se alcanzan todos los objetivos planteados:

- Se ha generado con éxito un estudio de mercado en el que se ha concluido el estado de las opciones que ofrece el mercado actual y se ha trabajado en consecuencia.
- Se ha estudiado ergonómicamente al usuario durante la actividad y se han modificado los aspectos que necesitaban corregirse mediante un segundo diseño. Además se ha realizado un estudio mecánico para asegurar la estabilidad del cuadro.
- Una vez estudiadas las opciones en cuanto a distribución de planta podían implementarse, se ha escogido la más adecuada y la cual nos permitía un mayor aumento de la productividad y de la calidad del producto-proceso.
- Se ha modelado en 3D tanto el producto proceso y se han podido llevar a cabo los estudios ergonómicos y mecánicos gracias a ello.
- Se han valorado las opciones disponibles de materiales y métodos de fabricación y se han escogido aquellos más eficientes, seguros y con menor impacto ambiental.
- Una vez decidido el producto y todas las variables se ha realizado una priorización de alternativas para ofrecer el mejor producto final, de acuerdo a las variables de: ergonomía, diseño, comportamiento mecánico, coste y proceso.

Con la realización del presente proyecto se ha descubierto la importancia de trabajar con un equipo multidisciplinar con especialistas de diversas áreas, fabricación, materiales, diseño industrial, reduciendo considerablemente los gastos de corrección y modificación de características en pasos posteriores a la etapa de diseño.



Se ha conseguido un diseño impactante y sorprendente que pone a prueba las bases estructurales actuales de los cuadros de bicicleta.

Además son importantes los cambios realizados en el diseño, puesto que con la modificación de una pieza se modifica completamente la postura del usuario. Es decir, la simplificación del cuadro reduce mucho los materiales utilizados y simplifica el proceso de fabricación. Esto no sólo conlleva una fuerte carga estética y diseño innovador y llamativo para el usuario, sino que también se está reduciendo el impacto medioambiental producido.

Se han conseguido objetivos tales como una reducción del precio del producto, al modificar los materiales, y los pasos en el proceso de producción, simplificando las formas del producto y aprovechando mejor las oportunidades que las formas de la estructura nos daban en cuanto a características mecánicas.

Además, todos estos cambios en el producto también han conseguido una disminución en el peso de la bicicleta.

La organización en planta también es vital para el proceso, los tiempos de fabricación deben ser los mínimos y se ha trabajado con un sistema continuo sin interrupciones en todo el proceso.

Se pueden observar como se ha resuelto la reducción de los riesgos musculoesqueléticos que los usuarios podían desarrollar gracias al estudio ergonómico realizado y las pertinentes correcciones en el diseño del producto. Además, siguiendo también ésta misma metodología se ha reducido considerablemente la fatiga que los trabajadores tenían en la línea de producción y montaje.

Se han adaptado los puestos de trabajo a las necesidades tanto físicas como mentales a los operarios produciendo a su vez un aumento de la productividad como en la calidad del producto.



5.2. LÍNEAS FUTURAS

En lo que concierne a las líneas de investigación futura, durante el proceso de elaboración de este trabajo se ha considerado interesantes los temas que se exponen a continuación.

En primer lugar, cabe destacar un objetivo central alrededor del cual se han ido desarrollando los demás. Éste objetivo es la ergonomía, la comodidad del usuario para que pueda desarrollar sus actividades correctamente y así prevenir todo tipo de enfermedades profesionales o lesiones debidas a un uso indebido de las instalaciones.

Se debe realizar un seguimiento de las mejoras aplicadas gracias al estudio realizado para asegurarse que a largo plazo se cumplen los objetivos planteados.

Es importante el cambio en la estructura de la bicicleta con respecto a las vistas en el estudio de mercado. Se propone una simplificación del cuadro de la bicicleta conservando las características mecánicas pero añadiendo una gran carga estética de innovación y se espera un cambio en los diseños posteriores, especialmente a nivel competitivo, ya que no sólo se ofrece un producto más atractivo, sino que además es ambientalmente más eficiente, con un menor precio y una notable mejora en la ligereza.

Con vistas al futuro, se debe estar siempre pendientes del desarrollo de nuevas tecnologías o materiales que puedan beneficiar o potenciar alguno de nuestros objetivos, y, aunque en un principio no se ha optado por una automatización masiva, no se desecha la idea de implementar esta alternativa con vistas a la aceptación del producto por parte del usuario.

Uno de los cambios más interesantes a largo plazo sería estudiar el cambio que ha producido los cambios efectuados en la línea de producto. Reduciendo la fatiga producida y aumentando la moral y la actitud del operario se esperan mejorar la calidad de vida de este sector de población, incluso se podría hablar de cambios en la edad de jubilación.



Se tendrán que valorar los beneficios en un futuro con la inversión que requerirían las instalaciones. De cualquier forma, por numerosa que sea la intervención humana en el proceso, es importante adecuar todo el entorno de trabajo a los usuarios que vayan a utilizarlo, ya que esto supondrá una mayor calidad de trabajo, más productividad y confort del trabajador.



6. PRESUPUESTO DEL ESTUDIO DE INGENIERÍA

6.1. COSTE DE PERSONAL

El coste de personal se calculará en base a las horas trabajadas. El proyecto tiene una duración de 5 meses. Se estiman 20 días por mes siendo la jornada laboral de 8 horas al día.

Personal necesario en el proyecto:

Jefe de Proyecto: Responsable del planteamiento, ejecución y supervisión del proyecto.

Ingeniero de Diseño Industrial: Su función será plantar las modificaciones de diseño necesarias, realizará el estudio ergonómico necesario e interpretará los resultados. Estudiará la viabilidad de las soluciones propuestas e implementará los cambios necesarios, modelándolos en 3D cuando sea necesario.

Ingeniero de Tecnologías Industriales: Elaborará un plan de fabricación y estudio de las posibles mejoras en la línea de producción.

En la siguiente tabla se muestran los costes en salarios de los trabajadores:

CONCEPTO	JEFE DE PROYECTO	I. DISEÑO INDUSTRIAL	I.TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES
Sueldo Neto	30.000 €	15.000 €	15.000€
Seguridad Social +IRPF (35%)	10.500€	5.250 €	5.250 €
Coste total (5 meses)	40.500 €	20.250 €	20.250 €

Para el coste total del proyecto es necesario calcular el coste total del personal en función de las horas trabajadas, puesto que no todos dedicaron as mismas horas.



Tabla coste total del personal:

	HORAS	COSTE HORARIO	COSTE PERSONAL
Jefe de Proyecto	70 h	35,8 €	2.506 €
I. Diseño Industrial	400 h	21,6 €	8.640 €
I. Tecnologías Industriales	400 h	21,6 €	8.640 €
COSTE TOTAL DEL PERSONAL			19.786 €

6.2. COSTE DE MATERIAL AMORTIZBLE

Se empleará un modelo de amortización lineal, con un valor residual nulo debido a que los materiales amortizables usados pierden su funcionalidad a lo largo de los años. El coste anual de los equipos amortizables es el resultado de dividir el coste de la inversión entre el tiempo total de la amortización.

Después de calcular el coste horario dividiendo el coste anual entre el nº de días efectivos anuales y el nº de horas de trabajo cada día.

CONCEPTO	INVERSIÓN	TIEMPO DE AMORTIZACIÓN	COSTE ANUAL
Ordenador PC	1.000 €	5 Años	200 €
Impresora	154 €	5 Años	30,8 €
Licencia Catia V5	20.000 €	3 Años	6.667 €
Licencia Autodesk Inventor	3.000 €	3 Años	1.000 €
Licencia Photoshop	2.500 €	3 Años	833 €
COSTE TOTAL			8.730,8 €
COSTE HORARIO DE MATERIALES AMORTIZABLES			6.83€

La tasa del IVA correspondiente al 21% está incluida en cada uno de los valores anteriores.



6.3. COSTE DE MATERIAL CONSUMIBLE

El coste de Material Consumible es el coste de todos los materiales adquiridos para llevar a cabo tanto el mantenimiento correctivo, como el preventivo y el predictivo. Estos costes se incluyen en la siguiente tabla:

CONCEPTO	COSTE
Papel	25 €
Tinta impresora	100 €
Fotocopias	70 €
Material de oficina	60 €
Materiales consumibles	200 €
COSTE TOTAL	455 €
COSTE HORARIO	0,53 €

6.4. COSTES INDIRECTOS

Se consideran gastos indirectos aquellos producidos en la elaboración del proyecto pero no están asociados directamente a él. Estos costes están incluidos en la siguiente tabla:

CONCEPTO	COSTE
Teléfono	200 €
Consumo energético	500 €
Otros	200 €
COSTE TOTAL	900 €
COSTE HORARIO	1,03 €

En el concepto Otros se engloba los gastos asociados a la elaboración de prototipos y maquetas.



6.5. COSTE TOTAL

El coste total del proyecto será la suma de todos los costes anteriores como se muestra en la siguiente tabla.

CONCEPTO	COSTE
Coste Personal	19.786 €
Coste Material Amortizable	8.730,8 €
Coste Material Consumible	455 €
Costes indirectos	900 €
COSTE TOTAL DEL PROYECTO	29.871,8 €

6.6. ESTIMACIÓN COSTE DE LA BICICLETA

6.6.1. COSTO DE FABRICACIÓN

El costo de fabricación representa el gasto directo de elaboración del producto y se compone de tres conceptos: material, mano de obra directa y puesto de trabajo, es decir, los tres componentes directos de la producción:

$$C_f = \text{material} + \text{m.o.d.} + \text{p.t.}$$

Para obtener el costo de fabricación se necesita conocer previamente el proceso de trabajo del producto, es decir, actividades, tiempos concedidos de fabricación y montaje, material empleado y cualificación profesional de la mano de obra directa.



MATERIALES

En la tabla que se muestra a continuación viene reflejado el coste de todos los materiales de los componentes de la bicicleta, tanto de fabricación propia, como externa (subcontratas) y productos comerciales.

6.6.1.1. COSTE DE MATERIALES

HOJA DE COSTO DE MATERIALES					EII				
					OFICINA TÉCNICA				
Conjunto: Bicicleta		Nº Conjuntos:1			Ejecutado por: Raquel Juárez y Paula Santamaría		Fecha:		Hoja nº:1
Pieza		Material	Plano	Nº piezas	Dimensiones Mat. bruto	Cantidad	UM	Costo Unitario	Importe
Marca	Designación								
1.	Cuadro	Aluminio 6061		3	1115	1	mm	4.13	4.13
2.	Eje pedalier	Acero		6	-	1	-	4.98	4.98
3.	Juego de dirección	Acero cromado		8	33.5	1	mm	4.70	4.70
4.	Unión trasera	Aluminio 6061		1	0,05	1	m^2	1.05	1.05
5.	Horquilla trasera	Aluminio 6061		1	430	1	mm	1.68	1.68
6.	Horquilla delantera	Comercial		1	715	1	mm	2.60	2.60
7.	Manillar	Aluminio 6061		1	530	1	mm	7.75	7.75
8.	Sillín	Comercial		1	270 x 175	1	mm	7.9	7.9
9.	Llantas	Comercial		2	712 Ø	1	mm	17.5	35
10.	Neumáticos	Comercial		2	712 Ø	1	-	2.25	4.45
11.	Pedales	Plástico		2	-	2	-	5	10
12.	Bielas y plato	Aluminio ED		1	-	1	-	14.95	14.95



13.	Cadena	Aluminio6061		1	12.7x3.2	1	mm	5.4	5.4
14.	Cintas para manillar	Comercial		1	-	2	-	2.15	4.25
15.	Potencia	Comercial		1	150x80	1	mm	4.75	4.75
16.	Tija	Comercial		1	350	1	mm	4.75	4.75

MANO DE OBRA

Se denomina mano de obra directa (m.o.d.) al conjunto de operarios relacionados directamente con la producción y con responsabilidad sobre un puesto de trabajo.

Existen diferentes categorías de mano de obra directa: Oficial de 1ª, Oficial de 2ª, Oficial de 3ª, especialista. La cualificación profesional guarda relación con la tarea asignada: así, a la categoría de Oficial de 1ª corresponden tareas que requieren mayor conocimiento, experiencia y confianza que a las restantes categorías.

Mano de obra directa. Hace referencia al conjunto de operarios relacionados directamente con la producción y con responsabilidad sobre un puesto de trabajo.

Mano de obra indirecta. Hace referencia al conjunto de operarios relacionados directamente con la producción, pero sin responsabilidad sobre el puesto de trabajo.

6.6.1.2. HORAS DE TRABAJO EFECTIVAS/AÑO (H_e)

Se establecen anualmente para cada sector industrial o empresa con convenio colectivo propio. Según el convenio del sector siderometalúrgico del 2009 para la provincia de Valladolid son 1746h.



6.6.1.3. DIAS REALES DE TRABAJO/AÑO (D)

Es la diferencia entre los días naturales del año (D_n) y el total de las deducciones (D).

- Días naturales (D_n): 365
- Deducciones (D): 138
 - Domingos: 52
 - Sábados: 52
 - Vacaciones (en días laborables): 20
 - Fiestas: 14
- Días reales ($D_r = D_n - D$): 227

Estos datos han sido extraídos del convenio del sector de la siderometalúrgico del 2009 para la provincia de Valladolid.

6.6.1.4. JORNADA EFECTIVA/DÍA (J_d)

Cociente de dividir las horas de trabajo efectivas al año entre los días reales de trabajo al año, calculados anteriormente. Por lo tanto:

$$J_d = H_e / D_r$$

$$J_d = 1746 / 227 = 7.69 \text{ h}$$

6.6.1.5. SALARIO/DÍA (S_d)

Se compone del salario base/día S_{bd} y del plus/día P_d , establecidos para cada categoría profesional, que se detallarán a continuación.



6.6.1.6. PAGA EXTRAORDINARIA (P_e)

Lo habitual son dos al año, lo que supone 60 días más.

6.6.1.7. REMUNERACIÓN ANUAL (R_a)

Está compuesta por la suma de 365 días con el salario/día S_d , más 60 días correspondientes a las dos pagas extraordinarias. De este modo:

$$R_a = 425 \times S_d$$

6.6.1.8. SALARIO/HORA (S)

Es el cociente entre la remuneración anual R_a y las horas de trabajo efectivas/año H_e , es decir,

$$S = R_a / H_e$$

Realizamos la tabla salarial de la mano de obra según el convenio del sector siderometalúrgico del 2009 para la provincia de Valladolid con el fin de conocer el coste de cada operario.

6.6.1.9. MANO DE OBRA DIRECTA

Días reales de trabajo al año

Días naturales, D_n		365
Deducciones, D		138
Domingos	52	
Sábados	52	
Vacaciones	20	
Fiestas	14	
Días reales, $D_r = D_n - D$		227



6.6.1.10. COSTE M.O.D

Concepto(sin c. ocultos)	Of. 1º	Of. 2ª	Of. 3ª	Especialista	Peón	Aprendiz
Salario base/día Sbd	19,38	18,08	16,96	15,84	15,10	11,18
Plus/día Pd	24,67	23,00	21,58	20,16	19,21	14,23
Salario/día Sd	44,05	41,08	38,54	36,00	34,31	25,41
Remuneración anual Ra	18.720	17.460	16.380	15.300	14.580	10.800
Salario/hora S	10,40	9,70	9,10	8,50	8,10	6,00

PUESTOS DE TRABAJO

Relación de maquinarias y operarios que la manejan

PUESTOS DE TRABAJO				M.O.D			
Nº	Denominación	Características	KW	1º	2º	3º	Esp.
1.	Máquina de fundición a presión	Capacidad: 320 kg	7,5				X
2.	Horno de fundición	Capacidad: 90kg	36	X			
3.	Cortadora	Hoja de sierra: Ø400mm	1,5			X	
4.	Curvadora lamsa c502	Dos ejes motrices	2,2			X	
5.	Pistola pulverizadora	Capacidad: 0,9 L	0,4				X
6.	Máquina soldadora	Mig Mag Mig 2035M	5,5	X			
7.	Máquina de temple	100piezas/h	0,3			X	



	horizontal por inducción					
8.	Horno circulación de aire	Tª máx.: 650°C Capacidad: 15Kg	8,5	X		

CÁLCULO DEL COSTO DE FUNCIONAMIENTO DE CADA PIEZA

N	Precio euros	Amortización, p en años	Funcionamiento h/año	Vida prevista h	Costo del puesto de trabajo euros/h				
					Interés lh	Amortización Ah	Manten Mh	Energía Eh	Total f
1.	30.000	24	1.800	43.200	1,67	0,69	0,67	0,57	3,6
2.	25.000	20	1.800	36.000	1,39	0,69	0,55	2,74	5,37
3.	1.500	15	1.800	20.000	0,08	0,12	0,03	0,11	0,34
4.	2.000	15	1.800	15.000	0,11	0,07	0,04	0,17	0,39
5.	3.000	15	1.000	22.000	0,3	0,14	0,07	0,03	0,54
6.	2.500	15	1.800	27.000	0,14	0,09	0,06	0,42	0,71
7.	6.000	19	1.800	30.000	0,34	0,18	0,13	0,02	0,67
8.	3.000	15	1.800	25.000	0,17	0,11	0,07	0,65	1,01

Dónde:

- Funcionamiento (H/año): estimación del uso de cada maquinaria anualmente.
- Vida prevista (H): producto del periodo de amortización por las horas de funcionamiento previstas al año.
- Interés (rérito 10%): interés que se habría obtenido si el capital invertido (precio de la maquina) se hubiera empleado en otra clase de inversión. En esta tabla se recoge el interés horario ((precio maquina * rérito (0.1)) / Horas funcionamiento al año)).



- Amortización: costo anual para recuperar el valor de la inversión. En la tabla se expresa la amortización horaria ((precio/amortizaron años) / Horas funcionamiento al año)).
- Mantenimiento (4%): tareas de mantenimiento necesarias en cada máquina. En la tabla se expresa el mantenimiento horario ((precio x mantenimiento (4%) / Horas funcionamiento al año)).
- Energía consumida: el procedimiento desglosado en las tablas que se muestran a continuación para hallar el costo horario de energía consumida es el siguiente:
- Hallar el consumo anual de Kw. del taller para obtener el bimestral (periodo de facturación de la compañía eléctrica).
- La facturación de energía se efectúa por dos conceptos a costo diferente, la potencia contratada y la consumida.
 - Una vez hallada la facturación bimestral y el consumo podemos hallar el costo del Kwh.
 - Por lo tanto el valor de la energía consumida por hora será el producto del costo del Kwh. por los Kw. instalados.

Se han considerado:

$$r=10\% \quad m=4\%, \quad \text{Coste energía kWh}=0,076\text{€}$$

Fórmulas empleadas:

$$I_h = I / H_f = (C * r) / H_f = 30.000 * 0,10 / 1.800 = 1,67$$

$$A_h = A / A_f = (C / p) / H_f = 30.000 / 24 / 1.800 = 0,69$$

$$M_h = C * 0,04 / 1800 = 30.000 * 0,04 / 1800 = 0,67$$

$$E_h = \text{kWh} * 0,076 = 7,5 * 0,076 = 0,57$$

$$\text{Costo total hora (f)} = I_h + A_h + M_h + E_h = 1,67 + 0,69 + 0,67 + 0,57 = 3,6$$



6.6.2. PRESUPUESTO INDUSTRIAL

Para calcular el presupuesto industrial tenemos que tener en cuenta:

- Costo de fabricación (incluido el montaje)
- Mano de obra directa (m.o.i)
- Cargas sociales (C.S.)
- Gastos Generales (G. G.)
- Beneficio Industrial (B.I.)
- Y otros tales como embalaje, transporte e I.V.A...

MANO DE OBRA INDIRECTA (M.O.I.)

Conjunto de operarios relacionados directamente con la producción pero sin responsabilidad sobre el puesto de trabajo.

$$\text{M.O.I.} = (34,7\%) \times \text{M.O.D.} / 100 = 0,347 \times 97,21$$

$$\text{M.O.I.} = 33,73 \text{ euros}$$

CARGAS SOCIALES (CS)

Conjunto de aportaciones de la empresa a diversos Organismos y departamentos oficiales en Seguridad Social, Formación profesional, etc.

$$\text{CS} = (37,5\%) \times (\text{M.O.D.} + \text{M.O.I.}) / 100$$

$$\text{CS} = 0,375 \times (97,21 + 33,73)$$

$$\text{CS} = 49,10 \text{ euros.}$$



GASTOS GENERALES (GG)

Costo total necesario para el funcionamiento de la empresa, excluidos los antes analizados.

$$GG = (47\%) \times M.O.D. / 100$$

$$GG = 0,47 \times 99,21$$

$$GG = 45,69 \text{ euros.}$$

COSTO TOTAL EN FÁBRICA (Ct)

$$Ct = Cf + M.O.I. + CS + GG$$

$$Ct = 1475,72 + 33,73 + 49,10 + 45,69$$

$$Ct = 1604,24 \text{ euros.}$$

6.6.3. COSTE TOTAL DE FABRICACIÓN

COSTOS DE FABRICACIÓN						EII				
						OFICINA TÉCNICA				
CONJUNTO: Bicicleta PLANOS Nº1 Nº2 Nº CONJUNTOS: 1		Material	ALUMINIO 6061			EFECTUADO: Grupo 18 FECHA: Enero 2015				
		M.O.D.	18.99 €							
		P. TRABAJO	10.89 €							
		TOTAL Cf	130.86 €							
PIEZA		CANT	FICHA FASE Nº	Tf 6 Tm horas	Euros/hora		COSTO DE FABRICACIÓN Cf euros			
Marc a	PLANO Nº				S	f	MATERIAL	M.O.D	P. TRABAJO	TOTAL
1	2	1		0.80	9.21	3.66	1.72	7.37	2.93	10.30
2	Comercial	1					4.98			4.98



3	Comercial	1					4.70			4.70
4	7	1		0.51	9.26	10.22	1.05	4.72	5.21	10.98
5	3	1		0.75	9.21	3.66	1.68	6.90	2.75	11.63
6.	Comercial	1					2.60			2.60
7.	Comercial	1					7.75			7.75
8.	Comercial	1					7.9			7.9
9.	Comercial	1					35			35
10.	Comercial	1					4.45			4.45
11.	Comercial	2					10			10
12.	Comercial	1					14.95			14.95
13.	Comercial	1					5.4			5.4
14.	Comercial	2					4.25			4.25
15.	Comercial	1					4.75			4.75
16.	Comercial	1					4.75			4.75
TOTAL							100.98	18.99	10.89	130.86



6.6.4. BENEFICIO INDUSTRIAL Y PRECIO DE VENTA

PRESUPUESTO INDUSTRIAL		EII
		OFICINA TÉCNICA
CONJUNTO: Bicicleta	Cliente Nº conjuntos 1	EFFECTUADO POR: GRUPO 18 FECHA: Enero 2015
CONCEPTO	DESCRIPCIÓN	IMPORTE (EUROS)
1. COSTO DE FABRICACIÓN Cf= mat+MOD+PT	MATERIAL	100.98
	MANO DE OBRA, MOD	18.99
	PUESTO DE TRABAJO	10.89
2. MANO DE OBRA INDIRECTA, MOI	7.12	130.89
3. CARGAS SOCIALES, CS	11.21	
4. GASTOS GENERALES, GG	8.93	
5. COSTO TOTAL EN FÁBRICA, Ct	158.15	
6. BENEFICIO INDUSTRIAL, B	21.85	
7. PRECIO DE VENTA EN FÁBRICA	DEL PEDIDO: 200*150=30000	
	UNITARIO: 180	



7. BIBLIOGRAFÍA

[1] Historia de la bicicleta, última consulta 11/2015:

<http://www.teinteresasaber.com/2014/03/los-testimonios-mas-antiguos-sobre-la.html>

[2] Normativa, última consulta 11/2015:

<http://www.aenor.es/aenor/inicio/home/home.asp>

[3] Normativa, última consulta 11/2015:

<http://www.marcado-ce.com/directivas-europeas-de-nuevo-enfoque/maquinas.html>

[4] Ergonomía, última consulta 11/2015:

http://jacquienetodounpoco.blogspot.com.es/2013_04_01_archive.html

[5] Ergonomía, última consulta 11/2015:

<http://www.terra.org/categorias/articulos/ergonomia-en-la-bicicleta-la-importancia-de-los-componentes>

[6] Ergonomía, última consulta 11/2015:

http://www.prodintec.es/catalogo/ficheros/aplicaciones/fichero_14_5524.pdf

[7] Rula, última consulta 11/2015:

RULA: McAtamney & Corlett, A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders (1993). Applied Ergonomics (Impact Factor: 2.02). 05/1993; 24(2):91-9. DOI: 10.1016/0003-6870(93)90080-S



[8] Método Rula, última consulta 11/2015:

Koushik Balaji, K., Alphin, M.S. Computer-aided human factors analysis of the industrial vehicle driver cabin to improve occupational health (2015) International Journal of Injury Control and Safety Promotion, 9 p. Article in Press.

[9] Lift-Lower Analysis, 11/2015:

Leon Straker, "Evidence to Support using Squat, Semi-squat and Stoop Techniques to Lift Low-lying Objects"

School of Physiotherapy, Curtin University of Technology, GPO Box U1987, Perth WA 6845, Australia

International Journal of Industrial Ergonomics (Impact Factor: 1.07). 03/2003; 31(3):149-160.
DOI: 10.1016/S0169-8141(02)00191-9

[10] Distribución en Planta, 11/2015:

MUTHER, Richard. Distribución en planta. Editorial Hispano Europea. Barcelona (España).

MACHUCA Domínguez, José Antonio. Dirección de operaciones. Aspectos estratégicos en la producción y los servicios. Editorial Mc. Graw Hill. 1995.

[11] Fatiga en el lugar de trabajo, 11/2015:

<http://www.croem.es/prevergo/formativo/2.pdf>

[12] Ingeniería Concurrente, 11/2015:

Carmenza Luna Amaya, (1999), Ingeniería simultánea. Un enfoque para reducir los tiempos de entrega, mejorar la calidad y disminuir los costos.

[13] Ingeniería Concurrente, 11/2015:



Barba Enric, (2000), Ingeniería concurrente. Guía para su implantación en la empresa, diagnóstico y evaluación.

[14] Estudio de mercado, última consulta 11/2015:

<http://www.ncycle.net/>

[15] Estudio de mercado, última consulta 11/2015:

European bicycle market, 2012 edition. Publicado por COLIBI I COLIPED en Agosto de 2012.

[16] Ergonomía en la bicicleta, última consulta 11/2015:

Cavanagh, P.R. & Sanderson, D.J. (1986). "The biomechanics of cycling studies of the pedalling mechanics of elite pursuit riders". Ed: Science of cycling. Champaign IL. Human Kinetics. (27-30)

[17] Ergonomía en la bicicleta, última consulta 11/2015:

Gross, A.C.; Kyle, C.R. & Malewicki, D.J. (1984). Aerodinámica de los vehículos terrestres de propulsión humana. Investigación y ciencia, 89, 82-91

[18] Materiales, última consulta 11/2015:

E. Paul de Garmo, Reverte "Materiales y Procesos de Fabricación" , 1988. Pags 371-375.

[19] Acero 4130, última consulta 11/2015:

<http://www.yvytu.org/2006/?p=12>

[20] Fabricación, última consulta 11/2015:

Artículo de Laura Mamani, Marco Inca. "Diseño e implementación de un sistema de fabricación para dobladoras de tubos".

[21] Fabricación, última consulta 11/2015:



http://www.nabertherm.com/produkte/details/es/advancedmaterials_umluftoefen

[22] Temple y revenido, última consulta 11/2015:

Artículo de David Mazuera Robledo y Andrés Cárdenas Ortiz. "Evaluación de los parámetros de temple y revenido para el acero AISI/SAE 4130 a escala industrial" Scientia Et Technica, vol XVI, pags 25-29.

[23] Uniones, última consulta 11/2015:

<http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn52.html>

[24] AHP, última consulta 11/2015:

Saaty, T. L. (2010). Mathematical Principles of Decision Making .RWS Publications

[25] AHP, última consulta 11/2015:

Anderson, Sweeney y Williams "Métodos Cuantitativos para los Negocios" (7ª Ed. -1998) pag 748-760

[26] Cálculo estático, última consulta 11/2015:

Artículo de Eduardo Frías Valero del Departamento e Ingeniería Eléctrica de la UPC. Del 2004.

[27] AHP, última consulta 11/2015:

Saaty, Thomas "The Analytical Hierarchy Process". McGraw Hill, 1988

[28] Distribución en planta, última consulta 11/2015:



“Diseño de Sistemas Productivos y Logísticos. Distribución en Planta”. Departamento de Organización de Empresas.

(<http://personales.upv.es/jpgarcia/LinkedDocuments/4%20Distribucion%20en%20planta.pdf>)

[29] Imágenes tronzadora última consulta 11/2015:

http://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-417186677-tronzadora-industrial-dewalt-32-hp-3800-rpm-14-110v-2200w-_JM#redirectedFromParent

[30] Imágenes curadora, última consulta 11/2015:

http://venetool.com/curvadora_dobladora_de_tubos__manual

[31] Esmeriladora, última consulta 11/2015:

<http://esmeril-ied-gisela.blogspot.com.es/>

[32] Seguridad, última consulta 11/2015:

http://www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem.1f1a3bc79ab34c578c2e8884060961cc/?vgnextoid=15c6fcd314cc5110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD&vgnextchannel=ff3cc6b33a9f1110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD&nodoSel=2521ed158201a110VgnVCM1010000d02350a____&tab=tabConsultaIndice

[33] Seguridad, última consulta 11/2015:

BOE, nº 27 23/04/1997 Real Decreto 486/1997. Ministerio de Empleo y Seguridad Social.



ANEXO 1: DIAGRAMA SINÓPTICO



DIAGRAMA SINÓPTICO DE PROCESOS

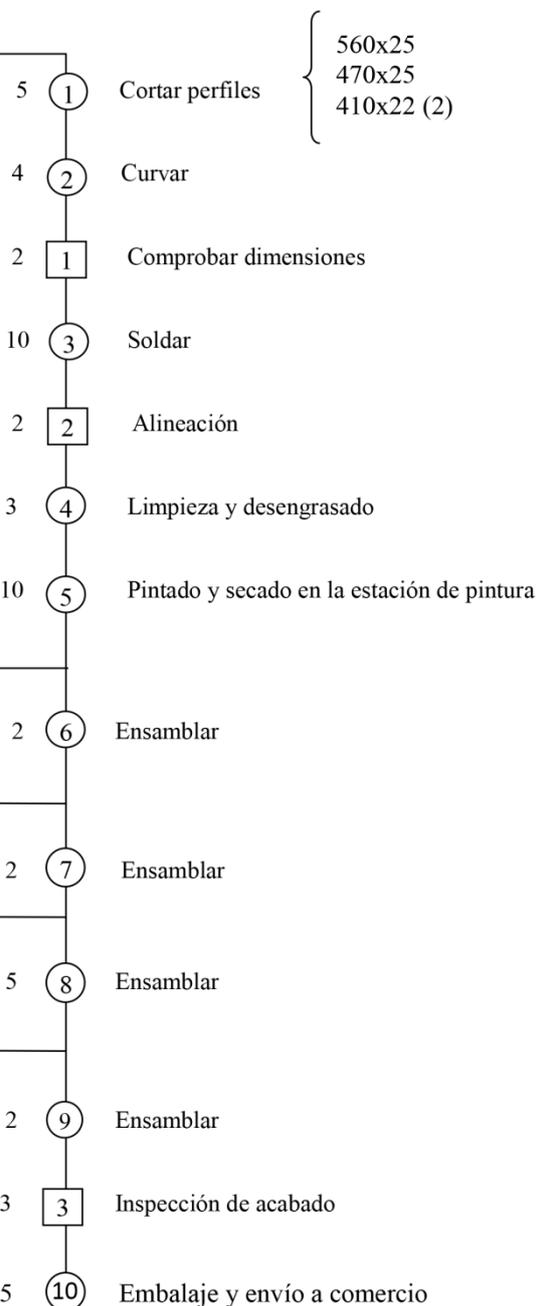
Producto: Cuadro de Bicicleta

Actividad: Fabricación y montaje

Autora: Raquel Juárez Pérez

Empresa: Universidad de Valladolid

Perfiles aluminio
1500x25
1000x22





Universidad de Valladolid

**CONCEPTUALIZACIÓN PROCESO-PRODUCTO
DE UNA BICICLETA EN ENTORNOS VIRTUALES 3D**

ANEXO 2: PIEZAS DE COMPRA



1. MANILLAR



PRECIO	15,50€ → 50% → 7,75€
MEDIDAS	Largo: 580 mm Diámetro: 22,2 mm
PÁGINA WEB	http://www.fixielane.com/es/componentes-fixie/347-manillar-doble-altura-urban#/modelocolor-negro
FECHA DE CONSULTA	Septiembre 2015
GASTOS ENVÍO	<p>Para España y Portugal (Península Ibérica) por compra superior a 30€, los envíos son gratis.</p> <p>Fixielane envía los pedidos a sus clientes a través de diferentes operadores logísticos. El periodo de entrega es de 1 a 7 días hábiles. Los pedidos realizados en sábado, domingo o festivo serán gestionados el primer día laboral siguiente.</p> <p>Obviamente en el momento de la entrega deberá haber alguien para recoger el pedido. De no ser así el transportista lo intentará de nuevo dejándote avisos o concretando futuros momentos de entrega.</p>



2. MANGOS PARA EL MANILLAR



PRECIO	9€ → 50% → 4,50€
MEDIDAS	Longitud: 130 mm
PÁGINA WEB	http://www.fixielane.com/es/cintas-manillar/98-cintas-manillar-ebon#/modelocolor-rojo
FECHA DE CONSULTA	Septiembre 2015
GASTOS ENVÍO	<p>Para España y Portugal (Península Ibérica) por compra superior a 30€, los envíos son gratis.</p> <p>Fixielane envía los pedidos a sus clientes a través de diferentes operadores logísticos. El periodo de entrega es de 1 a 7 días hábiles. Los pedidos realizados en sábado, domingo o festivo serán gestionados el primer día laboral siguiente.</p> <p>Obviamente en el momento de la entrega deberá haber alguien para recoger el pedido. De no ser así el transportista lo intentará de nuevo dejándote avisos o concretando futuros momentos de entrega.</p>



2. POTENCIA MANILLAR



PRECIO	9,50€ → 50% → 4,75€
MEDIDAS	Caña de longitud: 150 mm Diámetro 22,2 mm (1") Longitud 80 mm Ángulo -18º. Para manillar de 25,4 mm
PÁGINA WEB	http://www.fixielane.com/es/potencias-fixie/240-potencia-clasica-cana-80-mm#/modelocolor-negro
FECHA DE CONSULTA	Septiembre 2015
GASTOS ENVÍO	<p>Para España y Portugal (Península Ibérica) por compra superior a 30€, los envíos son gratis.</p> <p>Fixielane envía los pedidos a sus clientes a través de diferentes operadores logísticos. El periodo de entrega es de 1 a 7 días hábiles. Obviamente en el momento de la entrega deberá haber alguien para recoger el pedido. De no ser así el transportista lo intentará de nuevo dejándote avisos o concretando futuros momentos de entrega.</p>



4. SILLÍN



PRECIO	15,20€ → 50% → 7,60€
MEDIDAS	Diseño deportivo. Tela transpirable de máxima ventilación. Tecnología de doble densidad Tamaño: 170mm(Ancho) x 270mm(Largo)
PÁGINA WEB	http://www.kingbarcelona.com/es/sillin-bbb-breathdensity-hombre-negro-p-6337.html?utm_source=barilprodrecommen&utm_medium=items&utm_campaign=productpage
FECHA DE CONSULTA	Septiembre 2015
GASTOS ENVÍO	Los gastos de envío dependerán de la cantidad de productos solicitados.



5. TIJA



PRECIO	9,50€ → 50% → 4,75€
MEDIDAS	Tija de sillín en aluminio Diámetro: 25,4 mm Largo: 350 mm Peso: 300 gr
PÁGINA WEB	http://www.fixielane.com/es/tija-fixie/228-tija-fk-254-mm#/modelocolor-negro
FECHA DE CONSULTA	Septiembre 2015
GASTOS ENVÍO	<p>Para España y Portugal (Península Ibérica) por compra superior a 30€, los envíos son gratis.</p> <p>Fixielane envía los pedidos a sus clientes a través de diferentes operadores logísticos. El periodo de entrega es de 1 a 7 días hábiles. Los pedidos realizados en sábado, domingo o festivo serán gestionados el primer día laboral siguiente.</p> <p>Obviamente en el momento de la entrega deberá haber alguien para recoger el pedido. De no ser así el transportista lo intentará de nuevo dejándote avisos o concretando futuros momentos de entrega.</p>



6. ABRAZADERA TIJA SILLIN



PRECIO	5,95€ → 50% → 2,975€
MEDIDAS	Abrazadera XLC 'Colour Edition' PC-B05 para tija de sillín Material: aluminio Forjado al frío
PÁGINA WEB	http://www.bicis-sancho.com/abrazadera-dtija-dsillin-xlc-pcl05-o-318-mm-rojo-p-1-50-9294/
FECHA DE CONSULTA	Septiembre 2015
GASTOS ENVÍO	<p>Para los envíos de los pedidos Online se utiliza CronosExpress y MRW en su servicio 24/72 horas. El plazo de entrega es de 3 a 5 días desde que le se da salida en nuestro almacén.</p> <p>Los gastos de envío serán a portes pagados si el importe supera los 50 € netos, en recambios o accesorios. Para Bicicletas hay actualmente una Oferta que serán a portes incluidos. Coste bulto bicicleta 49.95 €</p> <p>Los tramos de descuentos en transporte son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none">- A partir de 50 € 100 % descuento.- Para empresas, alquileres o club's ciclistas consultar tarifas especiales de transporte y productos.



7. LLANTAS



PRECIO	70€ → 50% → 35€
MEDIDAS	Llanta trasera y delantera de 28", color plata o negro, para 1 velocidad con freno coaster contrapedal (tambien hay con cambio de velocidades, 3v, (Nexus)). La rueda viene con su piñón incluido.
PÁGINA WEB	http://www.bicis.es/catalog/product_info.php?products_id=720
FECHA DE CONSULTA	Septiembre 2015
GASTOS ENVÍO	Precio correspondiente en vigor por código postal. Dependiendo del pedido variará el precio.



8. NEUMÁTICO



PRECIO	8,90€ → 50% → 4,45€ x 2 ruedas = 8,90€ total
MEDIDAS	Medidas: (ETRTO 28-622) 28" 700X38C Marca: KENDA Color: Negro con flanco Blanco Especificaciones: Válido para todas las bicicletas con llantas de 28"(ETRTO 622). Presión Máxima de hinchado 65 psi. Referencia: COCUKE28N
PÁGINA WEB	http://www.biciclasica.com/catalogo/componentes/cubiertas/cubierta-kenda-negro-blanco-28-40-622-unidad.html
FECHA DE CONSULTA	Septiembre 2015
GASTOS ENVÍO	Envíos gratis a partir de los 50 €



9. PEDALES



PRECIO	4€ los dos pedales
MEDIDAS	Pedales de plástico para bicicleta de montaña o paseo en color negro con reflectantes. Rosca de 9/16".
PÁGINA WEB	http://www.thebikevillage.com/pedales-plataforma/3993-pedales-de-plastico-mtb-color-negro-con-rosca-9-16.html http://www.amat-bici.com
FECHA DE CONSULTA	Septiembre 2015
GASTOS ENVÍO	Envíos gratis a partir de los 50 €



10. HORQUILLA DELANTERA



PRECIO	65€ → 50% → 32,50€
MEDIDAS	Horquilla, Bicicleta, Carretera, 28", 700c, Road Race Bike Fork 11/8" 31.8mm Aluminio
PÁGINA WEB	http://bikespain.es/recambios/index.php?main_page=product_info&cPath=112&products_id=626
FECHA DE CONSULTA	Septiembre 2015
GASTOS ENVÍO	Dependerá del número de productos solicitados.



11. CADENA



PRECIO	10,80€ → 50% → 5,40€
MEDIDAS	Material: Aluminio 6061. Medida: 1/2 X 1/8". 96 Eslabones Peso: 290 gr
PÁGINA WEB	http://www.fixielane.com/es/cadenas-fixie/40-cadena-polo-and-bike#/modelocolor-rojo
FECHA DE CONSULTA	Septiembre 2015
GASTOS ENVÍO	<p>Para España y Portugal (Península Ibérica) por compra superior a 30€, los envíos son gratis.</p> <p>Fixielane envía los pedidos a sus clientes a través de diferentes operadores logísticos. El periodo de entrega es de 1 a 7 días hábiles. Los pedidos realizados en sábado, domingo o festivo serán gestionados el primer día laboral siguiente.</p> <p>Obviamente en el momento de la entrega deberá haber alguien para recoger el pedido. De no ser así el transportista lo intentará de nuevo dejándote avisos o concretando futuros momentos de entrega.</p>



12. BIELAS Y PLATO



PRECIO	29,90€ → 50% → 14,95€
MEDIDAS	Juego de bielas y plato para Bicicleta Fixie / Single Speed. Fabricante: Mighty. Color: Negro. Araña aluminio ED. ·165mm. · 5 brazos BCD 130mm. · Para eje 107mm o 111mm. · Plato de 46 dientes. · Peso: 0,66 kgs.
PÁGINA WEB	http://www.santafixie.com/accesorios-bicicleta/transmision/comprar-biela/bielas-mightly-165mm-46d-negro.html
FECHA DE CONSULTA	Septiembre 2015
GASTOS ENVÍO	Para pedidos superiores a 50€ el envío es gratuito

13. EJE PEDALIER RODAMIENTO CENTRAL



PRECIO	9,95€ → 50% → 4,975€
MEDIDAS	Rosca BSA/BSC inglesa. Cuerpo de acero y rodamientos sellados. Compuesto por caja central, 2 cazoletas y pedalier y 2 tornillos. Medidas: Caja: 68, Eje:110,5
PÁGINA WEB	http://www.fixielane.com/es/eje-pedalier-fixie/355-eje-pedalier-acero-bsa-1105-mm#/
FECHA DE CONSULTA	Septiembre 2015
GASTOS ENVÍO	<p>Para España y Portugal (Península Ibérica) por compra superior a 30€, los envíos son gratis.</p> <p>Fixielane envía los pedidos a sus clientes a través de diferentes operadores logísticos. El periodo de entrega es de 1 a 7 días hábiles. Los pedidos realizados en sábado, domingo o festivo serán gestionados el primer día laboral siguiente.</p> <p>Obviamente en el momento de la entrega deberá haber alguien para recoger el pedido. De no ser así el transportista lo intentará de nuevo dejándote avisos o concretando futuros momentos de entrega.</p>



14. JUEGO DE DIRECCIÓN



PRECIO	9,40€ → 50% → 4,70€
MEDIDAS	<p>Juego de direccion de rosca XLC HS-S01 1 pulgada 27mm Konus Género: Unisex Aplicación: MTB, Bicicleta trekking Control del registro: Tipo: Rosca Dimensiones: Tamaño: 1 Pulgadas Material: acero, cromado Depósito sellado: sí Peso: 160 g Información adicional</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Dimensiones: \varnothing 22,2/34,0/27 mm▪ Altura: 24 + 9,5 = 33,5 mm▪ 8 piezas - Doble sellado
PÁGINA WEB	http://www.bikester.es/juego-de-direccion-de-rosca-xlc-hs-s01-1-pulgada-27mm-konus-355296.html
FECHA DE CONSULTA	Septiembre 2015
GASTOS ENVÍO	A partir de 100€ el envío es gratis.



ANEXO 3: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD



ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables en obras de construcción. Como no se dan ninguno de los supuestos siguientes, se procederá a realizar el Estudio Básico de Seguridad y Salud:

- El Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC) es inferior a 450.000 euros.
- La duración estimada de la obra no es superior a 30 días laborables, empleándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen de mano de obra estimada es inferior a 500 trabajadores-día (suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra).
- No es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

De acuerdo con el art. 6 del R. D. 1627/1997, el Estudio Básico de Seguridad y Salud deberá precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales evitables y las medidas técnicas precisas para ello, la relación de riesgos laborales que no pueden eliminarse especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y cualquier tipo de actividad a desarrollar en obra.

El técnico competente designado por el promotor, será el encargado de desarrollar el Estudio Básico de Seguridad y Salud. Cuando deba existir un coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra, le corresponderá a este elaborar o hacer que se elabore, bajo su responsabilidad, dicho estudio. En el Estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas



condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores, siempre dentro del marco de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

2. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD

El Promotor es cualquier persona física o jurídica por cuenta de la cual se realice la obra. El promotor deberá asignar:

- Un coordinador en materia de seguridad y de salud durante la elaboración del proyecto de obra.
- Un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

No se eximirá al promotor de sus responsabilidades con la designación de los coordinadores. El promotor será considerado como contratista cuando éste contrate directamente a los trabajadores autónomos.

El promotor, antes del comienzo de los trabajos, deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente que deberá ser expuesto en la obra de forma visible. En dicho aviso, deberán constar:

- Fecha.
- Dirección exacta de la obra.
- Promotor.
- Tipo de obra.
- Proyectista (nombre y dirección).
- Coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de la obra.
- Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.
- Fecha prevista para el comienzo de la obra.



- Duración prevista de los trabajos en la obra.
- Número máximo estimado de trabajadores en la obra.
- Número previsto de contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos en la obra.
- Datos de identificación de contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos, ya seleccionados.

El Contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en el cual se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En él podrán incluirse las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico.

El Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista, deberá ser aprobado por el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

En cada centro de trabajo existirá un Libro de Incidencias que será facilitado por el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud, con fines de control y seguimiento de dicho plan.

Si se observa incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, la obra puede ser paralizada. Si se considera de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, se advertirá al contratista y se dejará constancia en el Libro de Incidencias.

Los trabajadores deberán ser informados de forma adecuada acerca de todas las medidas adoptadas en lo que se refiere a su seguridad y salud.

3. LOCALIZACIÓN

Los trabajos de fabricación y construcción de la bicicleta, se realizarán en una empresa ya establecida en la cual habrá que asegurarse de que cumple con todos los requisitos redactados



en este Plan de Seguridad y Salud. Por lo tanto se comprobará que dicho lugar de trabajo ofrece seguridad frente a choques, derrumbamientos, resbalones o caídas de materiales sobre los trabajadores.

Ya tenidos en cuenta los posibles accidentes provocados por el emplazamiento y puestos los posibles medios para evitarlos, habrá que tomar medidas para controlar las posibles situaciones de emergencia. Se pondrá especial interés en la posible evacuación rápida y segura de los trabajadores en caso de incendio. Para ello, se realizarán de forma periódica simulacros de incendios.

Otros factores que habrá que tener en cuenta son temas como la proximidad entre las máquinas y los operarios que realizan distintas tareas. También se tendrá en cuenta y se facilitará en la medida de lo posible el acceso y el transporte entre ellas. Del mismo modo, se buscará la proximidad de las materias primas con el objetivo de evitar traslados de mano de obra innecesarios.

4. CONDICIONES ESPECÍFICAS DE LOS CENTROS DE TRABAJO

El Real Decreto 486/1997 del 14 de Abril, establece las medidas mínimas de seguridad y salud para los centros de trabajo. Es importante el cumplimiento de las normas dictadas en él para disminuir la cifra de accidentes laborales.

El empresario es el que se encarga de que se adopten las medidas necesarias para que no se originen riesgos en los lugares de trabajo para la seguridad y salud de los trabajadores o si no, para que esos riesgos se reduzcan al mínimo.



4.1. ASPECTOS GENÉRICOS APLICABLES DURANTE LA EJECUCIÓN DE OBRA

Los lugares de trabajo deberán cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el presente Real Decreto para el correcto funcionamiento de la obra. Por tanto, se deberán tener en cuenta las siguientes normas para que se eviten altercados durante la ejecución de la obra:

- Mantener el orden y la limpieza en el lugar donde se realiza la obra y en las zonas de paso.
- Manipulación adecuada de los distintos materiales y utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento, control y revisión periódica de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales.
- El almacenamiento y la eliminación o evaluación de residuos y escombros.
- La cooperación entre contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.

4.2. NORMAS MÍNIMAS A EMPLEAR EN EL PUESTO DE TRABAJO

En los puestos de trabajo siempre se han de tener en cuenta las siguientes especificaciones:

- Número de trabajadores que los ocupe.
- Cargas máximas que puedan soportar.
- Factores externos que pudieran afectarles.
- En caso de que los soportes no poseyeran estabilidad propia, se deberá garantizar su estabilidad mediante elementos de fijación adecuados.
- Después de cualquier modificación de la altura o de la plataforma sobre la que se encuentre algún tipo de maquinaria, se deberá verificar su solidez.



- Las dimensiones que debe haber en el centro de trabajo son de 2 m² de superficie por cada trabajador, 3 m de altura desde el piso al suelo y 10 m³ libres para cada trabajador.

4.3. INSTALACIONES DE SUMINISTRO ELÉCTRICO

La instalación eléctrica de los lugares de trabajo en las obras deberá ajustarse a lo dispuesto en la normativa vigente del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Las instalaciones deberán realizarse y utilizarse de manera que no supongan peligro de incendio ni explosión y que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.

Las instalaciones existentes antes del comienzo de la obra deberán estar verificadas, localizadas y señalizadas claramente.

4.4. ZONAS DE PASO Y PUNTOS DE PELIGRO

Las zonas de paso de los trabajadores, deberán estar despejadas, calculadas, acondicionadas y preparadas para su uso de manera que se puedan utilizar fácilmente, con seguridad y conforme al uso que se les haya destinado y de forma que los trabajadores no sufran ningún riesgo. Serán calculadas en función del flujo de personas que transiten por ellas y por el tipo de actividad que se realice en esa zona.

4.4.1. NORMAS DE SEÑALIZACIÓN

De acuerdo con el Real Decreto 485/1997 del 14 de Abril sobre Señalización de Seguridad en el Trabajo, los accesos al centro de trabajo deberán estar convenientemente señalizados. Se deberá señalar la zona cuando sea necesario:

- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- Alertar a los trabajadores cuando se produzcan situaciones de emergencia.



- Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de los medios e instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
- Orientar o guiar a los trabajadores que realicen maniobras peligrosas.

4.5. SITUACIONES DE EMERGENCIA

Ante situaciones de emergencia, será el empresario el encargado de garantizar respuestas adecuadas con personal formado. También se encargará de instruir a los empleados con una serie de métodos básicos para actuar en caso de emergencia.

4.6. INSTALACIONES ANEXAS PARA USO DEL PERSONAL

- Los lugares de trabajo dispondrán de vestuarios si los trabajadores deben de llevar ropa especial de trabajo y no se les pueda pedir, por razones de salud o decoro, que se cambien en otras dependencias.
- Los lugares de trabajo dispondrán de retretes, dotados de lavabos, situados en las proximidades de los puestos de trabajo, de los locales de descanso, de los vestuarios y de los locales de aseo, cuando no estén integrados en éstos últimos.
- Dispondrán además de duchas de agua corriente, caliente y fría, cuando se realicen habitualmente trabajos sucios, contaminantes o que origine elevada sudoración. En tales casos, se suministrarán a los trabajadores los medios especiales de limpieza que sean necesarios.
- Si los locales de aseo y los vestuarios están separados, la comunicación entre ambos deberá ser fácil.
- Los locales, instalaciones y equipos mencionados serán de fácil acceso, adecuados a su uso y de características constructivas que faciliten su limpieza.
- Los vestuarios, locales de aseos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos. No se utilizarán para usos distintos de aquellos para los que estén destinados.



- Los vestuarios estarán provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, que tendrán la capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado. Los armarios o taquillas para la ropa de trabajo y para la de calle estarán separados cuando ello sea necesario por el estado de contaminación, suciedad o humedad de la ropa de trabajo.

5. CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES

En este apartado se incluyen cinco factores importantes en la prevención de accidentes laborales y/o enfermedades profesionales que a su vez contribuirán en la mejora de las condiciones de confort.

5.1. AMBIENTE VISUAL

La iluminación de cada zona o parte de un lugar de trabajo deberá adaptarse a las características de la actividad que se efectúe en ella. Por lo tanto, para que los trabajadores desarrollen sus actividades correctamente, es necesario que en su centro de trabajo vean con claridad y sin ningún tipo de deslumbramiento para.

Siempre que sea posible, los lugares de trabajo tendrán una iluminación natural, que deberá complementarse con una iluminación artificial cuando la primera, por sí sola, no garantice las condiciones de visibilidad adecuadas.

En la medida de lo posible, se evitarán variaciones bruscas de luminancia dentro de la zona de operación y sus alrededores.

Los lugares de trabajo, o parte de los mismos, en los que un fallo del alumbrado normal suponga un riesgo para la seguridad de los trabajadores dispondrán de un alumbrado de emergencia de evacuación y de seguridad.



Los sistemas de iluminación utilizados no deben originar riesgos eléctricos, de incendio o de explosión, cumpliendo, a tal efecto, lo dispuesto en la normativa específica vigente.

5.2. AMBIENTE TÉRMICO

Es importante que exista un buen ambiente térmico ya que si es inadecuado puede provocar la reducción del rendimiento tanto físico como mental.

Uno de los factores más importantes dentro del ambiente térmico es la temperatura, pues el trabajador no se encontrará a gusto tanto si la temperatura es alta como si es baja. Se recomienda que la temperatura esté entre 18 y 22°C, mediante los correspondientes aparatos de climatización de los que dispondrá, aunque este baremo de temperatura variará en función de la tarea a desempeñar.

5.3. AMBIENTE ATMOSFÉRICO

Las zonas de trabajo tienen que estar correctamente ventiladas y climatizadas. El sistema de ventilación empleado y, en particular, la distribución de las entradas de aire limpio y salidas de aire viciado, deberán asegurar una efectiva renovación del aire del local de trabajo.

Se tendrán en cuenta, en cada caso, las características particulares del propio lugar de trabajo, de los procesos y operaciones que se desarrollen en él y del clima de la zona en la que esté ubicado.

Cuando las zonas de trabajo sean al aire libre y en los locales de trabajo que, por la actividad desarrollada, no puedan estar cerrados, deberán tomarse medidas para que los trabajadores puedan protegerse de las inclemencias del tiempo.



4. AMBIENTE ACÚSTICO

En el taller en el que se vayan a realizar las actividades de fabricación y construcción de la bicicleta, se estudiará el nivel de ruido en cada puesto de trabajo y se establecerán medidas a seguir en función de la actividad y el ruido que este ocasiona de acuerdo con el Real Decreto 1316/1989 sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.

Legalmente, el nivel de presión acústica para una exposición de 8 horas no debe exceder de los 85 dB. Si supera este límite tendrá que realizarse una exposición corta sin superar los 135 dB. Si se trata de ruido de impacto el nivel instantáneo nunca debe exceder de los 140 dB.

Si no se cumplen estas condiciones, los operarios deberán utilizar sistemas de protección sonora y se someterán a revisiones periódicas, mínimas anuales, donde se constatará la correcta audición del operario.

5.5. ACONDICIONAMIENTO CROMÁTICO

En este apartado se seguirá la normativa expuesta en el Real decreto 485/1997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, para señalización que se debe de utilizar. Se valorarán los colores presentes en el ámbito de trabajo y se establecerán una serie de recomendaciones:

- No utilizar, salvo señalización, colores excesivamente vivos y fuertes o muy sedantes, prefiriéndose el empleo de colores mates, para evitar deslumbramientos.
- No es aconsejable el uso de colores muy oscuros, grises, verdes o negros por su facilidad para ocultar la suciedad y el polvo.
- Para los elementos móviles del taller se recomienda el uso del amarillo con bandas negras diagonales en las partes que pueda contactar con personas, y en la maquinaria el gris verdoso o verde medio, destacando los mandos y planos de trabajo.



6. TÉCNICAS ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD APLICADAS A LAS MÁQUINAS EMPLEADAS

En todo momento se cumplirán las normas y recomendaciones del Real Decreto 1215/1991 sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo y del Reglamento de Seguridad de las Máquinas.

La maquinaria que se encuentra dentro de la zona de producción solamente será empleada por personal competente y cualificado con la debida autorización del empresario. Se seguirán las instrucciones del fabricante, las cuales se hallarán en cada máquina, y serán previamente conocidas por cada operario en el periodo correspondiente de prácticas.

Las máquinas necesitan mantenimiento que se llevará a cabo por el operario encargado y cualificado para ello, siguiendo las instrucciones del fabricante. Un buen servicio de inspección y mantenimiento debe garantizar que los medios de protección se encuentren siempre en perfecto estado de funcionamiento.

Todas las máquinas y herramientas tienen que estar en buenas condiciones de uso y solamente serán empleadas para las actividades para las cuales han sido diseñadas.

Se realizará una correcta distribución de máquinas y equipos en la fábrica, teniendo en cuenta que es necesario que exista un adecuado espacio alrededor de cada máquina para facilitar: el acceso para trabajar y supervisar, el trabajo de mantenimiento, ajuste y limpieza y los trabajos en curso.

El espacio libre alrededor de cada máquina será superior a 800 mm y se mantendrá limpio de grasa y obstáculos.



6.1. EVALUACIÓN DE RIESGOS

Riesgos más importantes de las instalaciones:

- Golpes y cortes en manos u otras partes del cuerpo. Atrapamientos.
- Lesiones oculares por proyección de fragmentos o partículas.
- Contactos eléctricos.
- Ruido.
- Incendios.

Causas principales:

- Inadecuada utilización de las máquinas.
- Utilización de máquinas defectuosas.
- Empleo de máquinas de mala calidad.
- No utilización de equipos de protección individual.
- Falta de inspección del entorno de trabajo.

Medidas preventivas:

- Usar máquinas - herramientas de calidad acordes al trabajo a realizar.
- Instruir adecuadamente al personal para la utilización de las máquinas - herramientas.
- Comprobar que la máquina - herramienta presenta un buen estado.
- Realizar periódicamente revisiones y mantenimiento.
- Comprobar que las máquinas disponen de los elementos de protección adecuados que jamás deben ser desmontados.
- Comprobar el estado del cable de alimentación, (no debe haber cables de cobre al descubierto, ni empalmes con cinta aislante) y la clavija de conexión (no conectar los cables directamente).
- Comprobar que las herramientas disponen de conexión de tierra y que se conectan a cuadros protegidos con interruptores diferenciales.



- Elegir el útil de trabajo y la velocidad de la máquina en función de las características del material a trabajar. El útil deberá estar en buen estado.
- El cambio de útil se realizará siempre con la máquina desconectada de la red de alimentación.
- Las piezas a trabajar se colocarán con la máquina parada y sujetas mediante mordazas.
- Las herramientas, calibres, cepillos, etc, se situarán donde puedan ser alcanzados por el operario, pero fuera de la plataforma de trabajo de la máquina.
- Llevar ropa de trabajo ajustada y no utilizar anillos, relojes, pulseras o cualquier otra prenda que pudiera quedar atrapada por órganos móviles de las máquinas.
- Evitar los trabajos en las proximidades de materiales combustibles. En caso necesario, cubrir dichos materiales con algún elemento incombustible (pantallas, chapas, mantas ignífugas, lonas mojadas, etc.), teniendo también extintores cerca del puesto de trabajo.
- Mantener limpio y ordenado el puesto de trabajo.
- Utilizar calzado de seguridad ante el riesgo de golpes en los pies por caída de objetos o piezas en su manipulación.
- Utilizar gafas protectoras o pantalla facial sobremanera cuando haya riesgo de proyección de partículas.
- Utilizar protectores auditivos, cuando el trabajo con estas máquinas ocupe una parte importante de la jornada laboral y siempre que el nivel de ruido supere los 80 dB (A).
- Utilizar guantes de protección mecánica para las labores de limpieza de virutas, en la plataforma de trabajo de las máquinas.

[21]

7. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)

Según el Real Decreto 773/1997 del 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, se procede a desarrollar este apartado.



Se entenderá por “equipo de protección individual” cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de los riesgos que pueda sufrir, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin.

7.1. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO

Según el artículo 3 del Real Decreto, el empresario estará obligado a:

- Determinar los puestos de trabajo en los que deba recurrirse a la protección individual conforme a lo establecido y precisar, para cada uno de estos puestos, los riesgos frente a los que debe ofrecerse protección, las partes del cuerpo a proteger y el tipo de equipos de protección individual que deberán utilizarse.
- Elegir los equipos de protección individual conforme a la comodidad de los trabajadores, la compatibilidad para que se utilicen de forma simultánea varios equipos de protección y contar con la reglamentación particular de su diseño. Se mantendrá disponible en la empresa o centro de trabajo la información pertinente a este respecto y facilitando información sobre cada equipo.
- Proporcionar a los trabajadores los equipos de protección individual que deban utilizar, reponiéndolos cuando resulte necesario. Estos gastos correrán a cargo del empresario.
- Asegurarse de que los equipos se utilicen de forma correcta y que el mantenimiento de los mismos se ejecute conforme la legislación.

7.2. DETALLE DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Si se produce un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista o de la proximidad de la fecha de sustitución. Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido, será desechado y reemplazado al momento.



Todos los equipos de protección deberán llevar el marcado CE e ir acompañados de la información necesaria para su adecuado uso y mantenimiento.

Serán como mínimo los que siguen y en el caso de trabajos eléctricos, los equipos también serán aislantes sin ninguna pieza metálica:

- Casco de protección
- Defensas faciales: gafas
- Protección de las vías respiratorias
- Guantes de protección
- Calzado de protección
- Vestuario de seguridad

8. INSTALACIONES SANITARIAS

8.1. SERVICIO MÉDICO

La empresa dispondrá de un Servicio Médico autónomo o mancomunado que será el encargado de prestar primeros auxilios a los trabajadores que los precisen con urgencia, por accidente o por enfermedad, durante su permanencia en el centro.

El personal sanitario, las instalaciones y dotación de estos servicios, guardarán relación con el número de trabajadores del centro laboral, emplazamiento y características del mismo y con los riesgos genéricos y específicos de la actividad que se desarrolla en la empresa.

Todos los trabajadores que se incorporen a la empresa pasarán un reconocimiento médico, el cual se repetirá con periodicidad máxima de un año. [33]



8.2. BOTIQUINES

La fábrica dispondrá de botiquines fijos o portátiles de los que estará a cargo la persona capacitada por la empresa. Persona que realizará las revisiones periódicas para mantener su estado óptimo y reponer todo lo necesario.

- Cada botiquín contará como mínimo con:
- Agua oxigenada
- Alcohol de 96°C
- Tintura de yodo
- Mercurocromo
- Amoníaco
- Gasa estéril
- Algodón hidrófilo
- Vendas
- Esparadrapo
- Linimento
- Analgésicos y tónicos cardiacos de urgencia
- Torniquete
- Bolsas de goma para agua o hielo
- Guantes esterilizados
- Jeringuilla
- Hervidor
- Agujas para inyectables
- Termómetro clínico.



8.3. PRIMEROS AUXILIOS

La empresa será la responsable de garantizar la prestación de los primeros auxilios a los trabajadores por la persona encargada de la asistencia sanitaria. Posteriormente, la empresa dispondrá de lo necesario para la atención médica consecutiva al enfermo o lesionado.

La situación o distribución del material en el lugar de trabajo y las facilidades para acceder al mismo y para, en su caso, desplazarlo al lugar del accidente, deberán garantizar que la prestación de los primeros auxilios pueda realizarse con la rapidez que requiera el tipo de daño previsible.

8.4. ACTUACIONES EN CASO DE ACCIDENTE

Se colocarán en lugares visibles listas con los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc. Para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia.

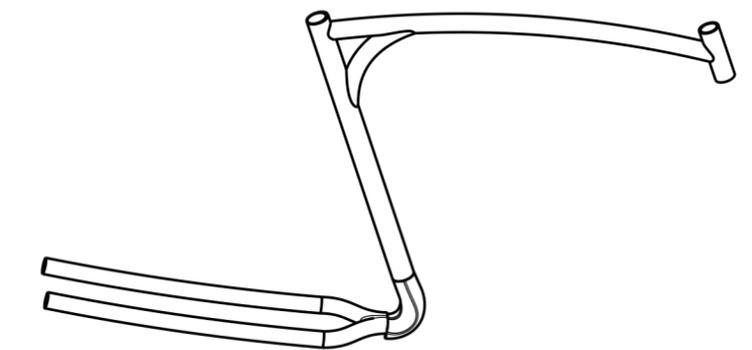
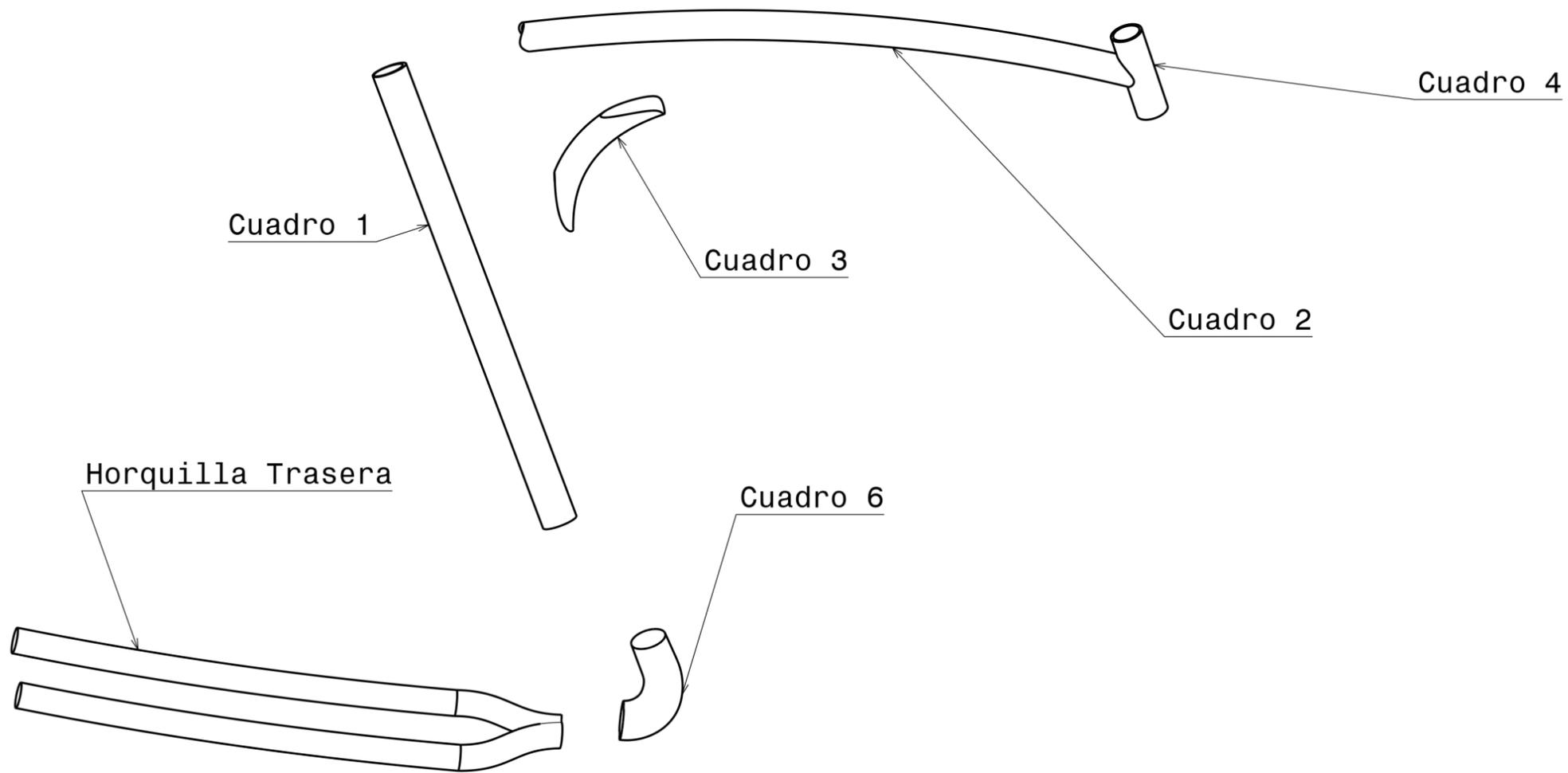
Además en el Plan de Seguridad y Salud figurarán como mínimo:

- Dirección y teléfono del lugar al que deben ir normalmente los accidentados.
- Teléfonos de ambulancias más próximas.
- Teléfono de la Policía o Guardia Civil.
- Teléfono de bomberos más próximos.
- Teléfono de paradas de taxis más próximas.

Cuando ocurra algún accidente que precise de asistencia médica, aunque sea leve, el Jefe de Obra de la contrata principal realizará una investigación acerca de las causas del accidente y hará figurar por escrito, el nombre del accidentado, la fecha, hora y lugar del accidente, la descripción del mismo así como el resultado de su investigación y por último redactará unas medidas preventivas para evitar su repetición y los plazos máximos de implantación de las mismas.

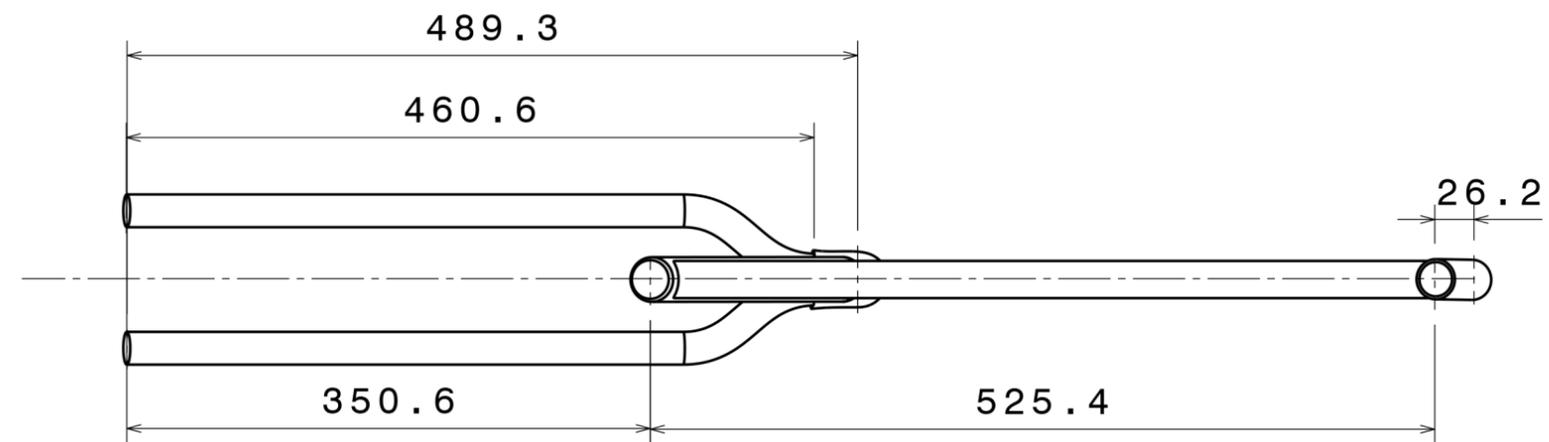
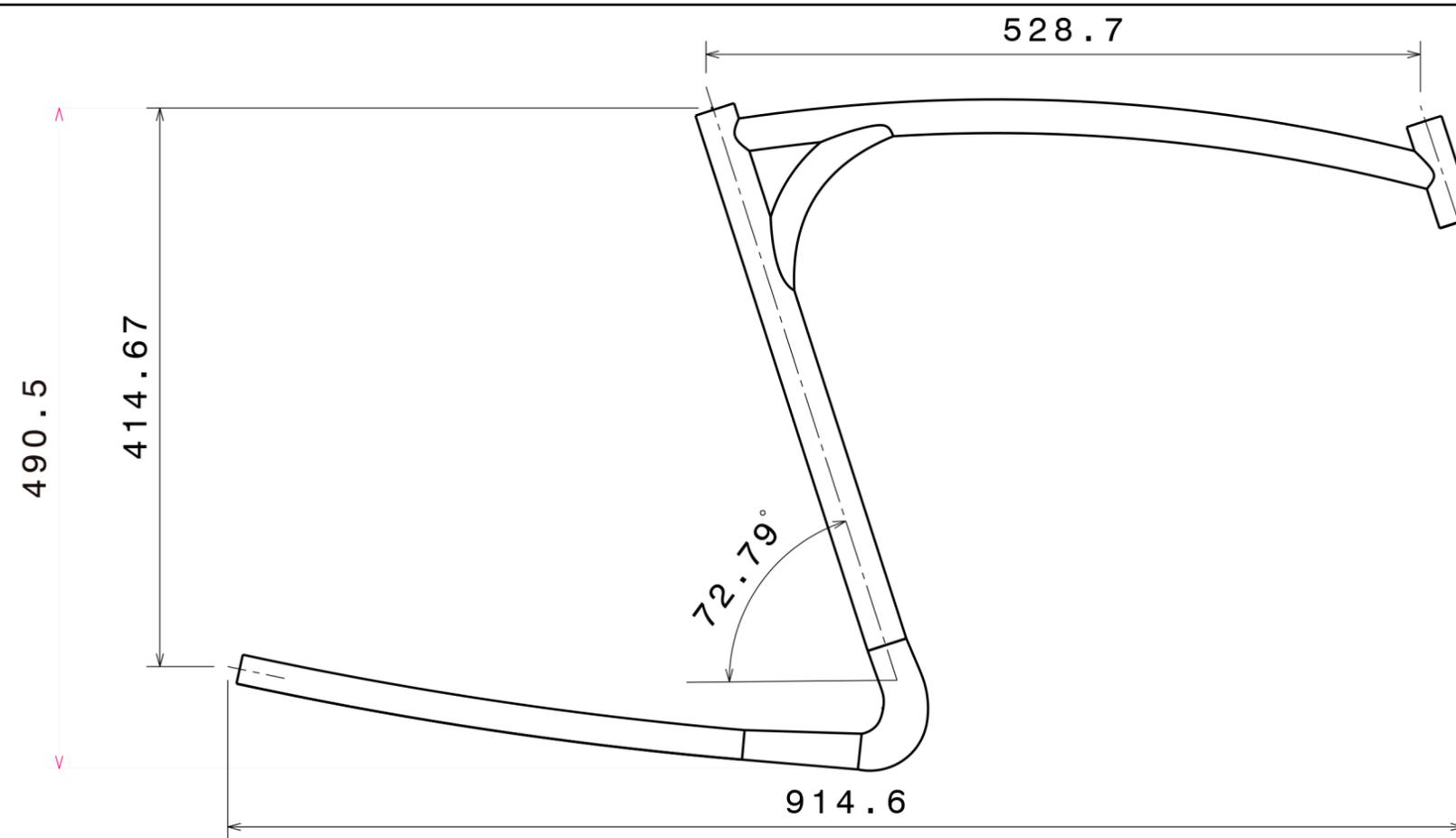
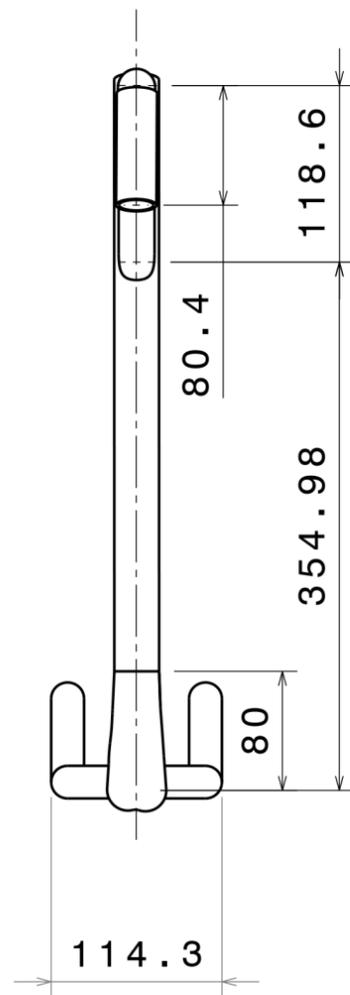


ANEXO 4: PLANOS



Vista Isométrica
Escala: 1:10

 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES		
TITULO PROYECTO: CONCEPTUALIZACIÓN PRODUCTO-PROCESO DE UNA BICICLETA		
PLANO: DESPIECE		
AREA I.P.F. PROYECTOS TÉCNICOS	FECHA: OCTUBRE /2015	Nº PLANO: 1
	ESCALA: 1/5	FIRMA: LA ALUMNA: Fdo: Raquel Juárez Pérez
TUTOR: ALBERTO SÁNCHEZ LITE	Grado en Diseño Industrial Convocatoria: OCTUBRE 2015	



 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
 ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

TITULO PROYECTO: **CONCEPTUALIZACIÓN PRODUCTO-PROCESO DE UNA BICICLETA**

PLANO: **CUADRO Y HORQUILLA**

**AREA I.P.F.
 PROYECTOS TÉCNICOS**

FECHA:
OCTUBRE /2015

N° PLANO: **2**

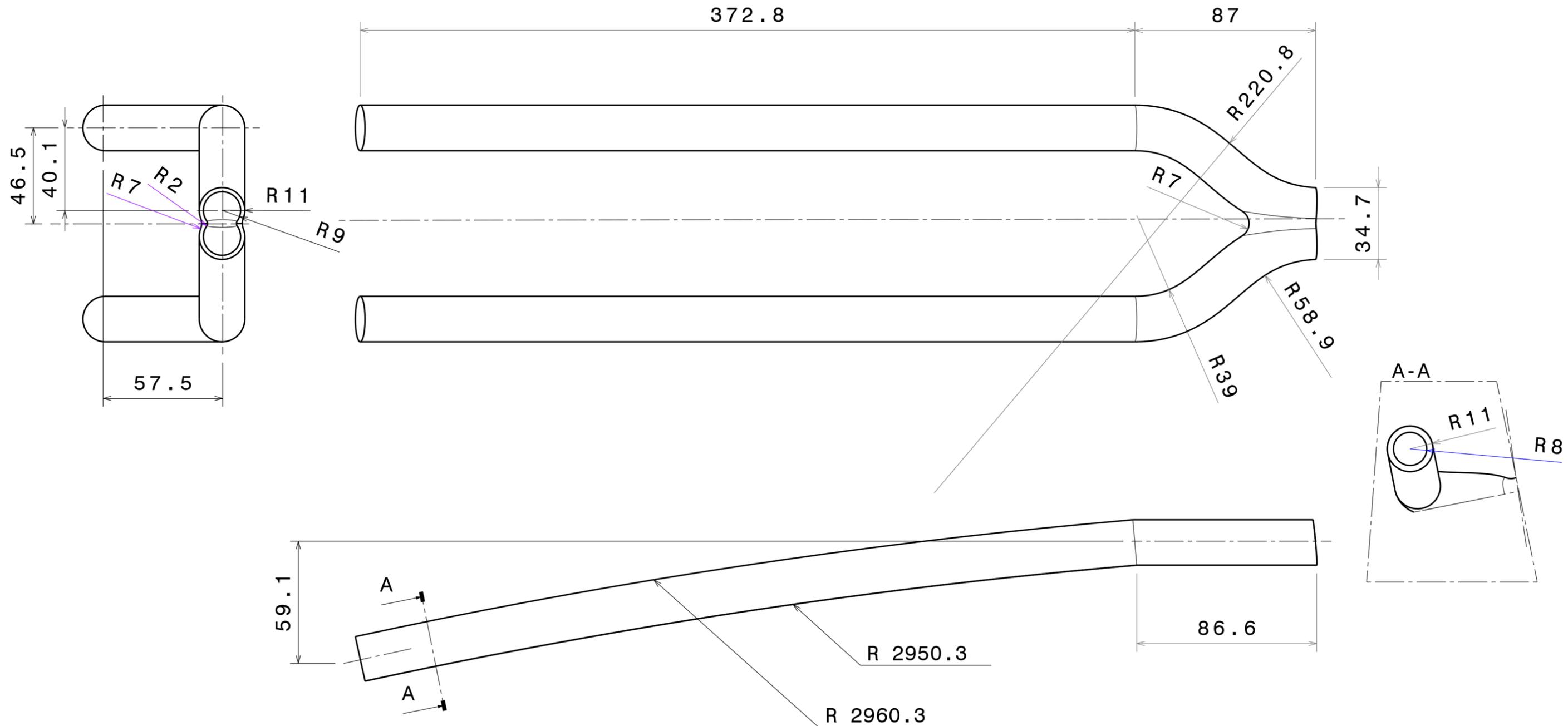
ESCALA:
1/5

FIRMA:

TUTOR:
 ALBERTO SÁNCHEZ LITE

Grado en Diseño Industrial
 Convocatoria: OCTUBRE 2015

LA ALUMNA:
 Fdo: Raquel Juárez Pérez




UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

TITULO PROYECTO: **CONCEPTUALIZACIÓN PRODUCTO-PROCESO DE UNA BICICLETA**

PLANO: **HORQUILLA TRASERA**

AREA I.P.F.
PROYECTOS TÉCNICOS

FECHA:
OCTUBRE /2015

N° PLANO: **3**

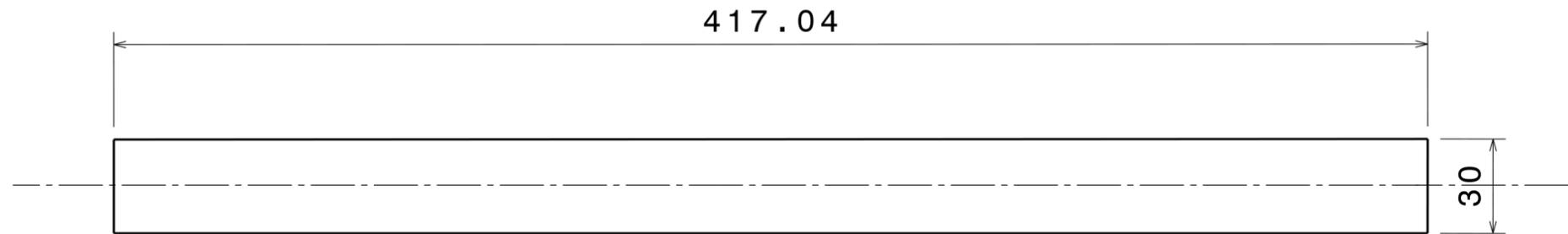
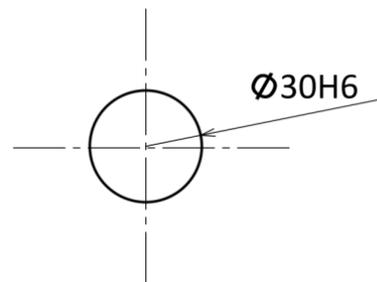
ESCALA:
1/2

FIRMA:

LA ALUMNA:
Fdo: Raquel Juárez Pérez

TUTOR:
ALBERTO SÁNCHEZ LITE

Grado en Diseño Industrial
Convocatoria: OCTUBRE 2015



 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

TITULO PROYECTO: CONCEPTUALIZACIÓN PRODUCTO-PROCESO DE UNA BICICLETA

PLANO: CUADRO 1

AREA I.P.F.
PROYECTOS TÉCNICOS

FECHA:
OCTUBRE /2015

N° PLANO: 4

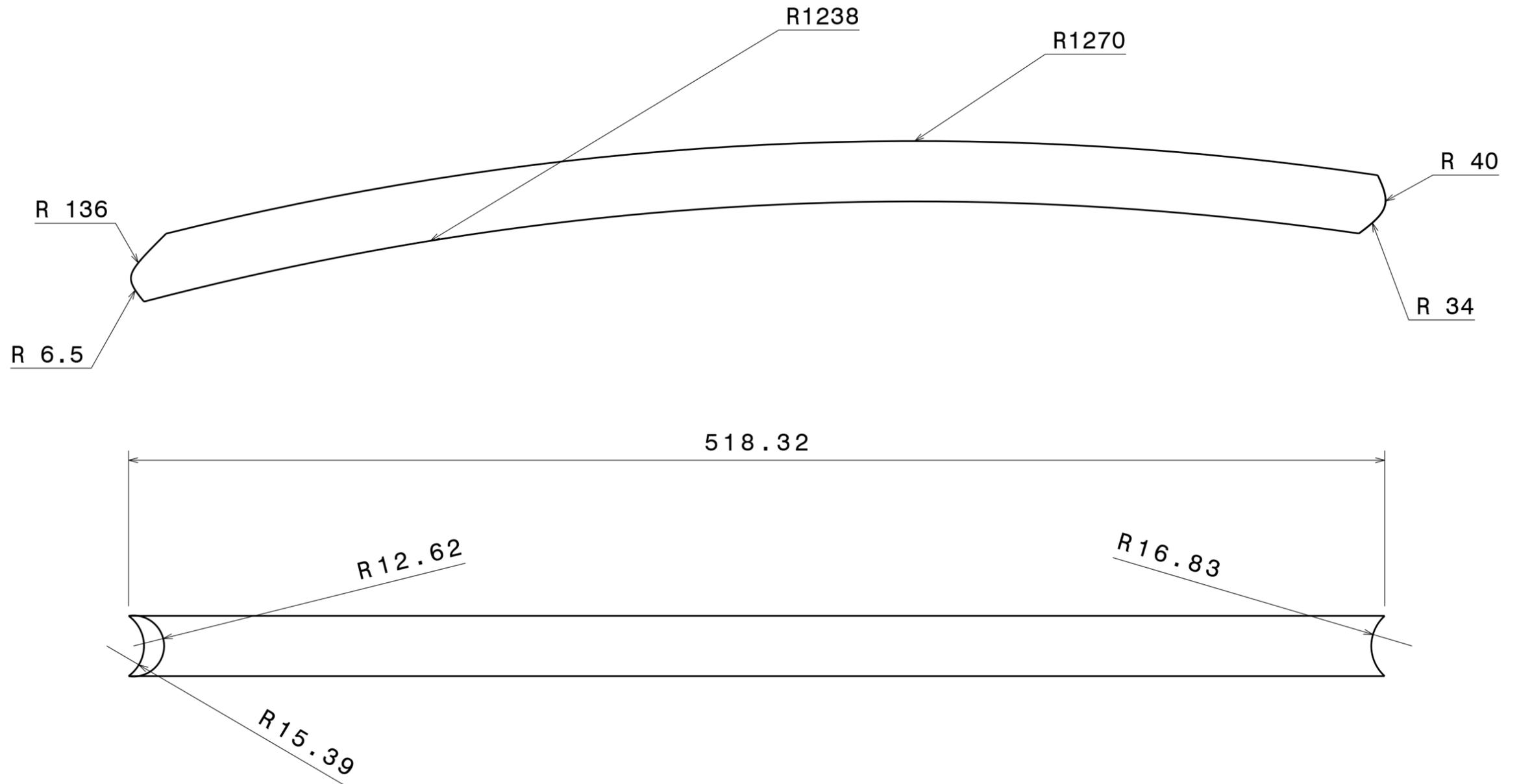
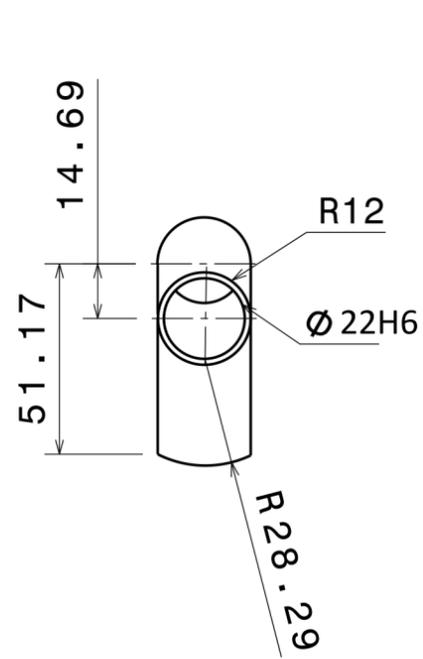
ESCALA:
1/2

FIRMA:

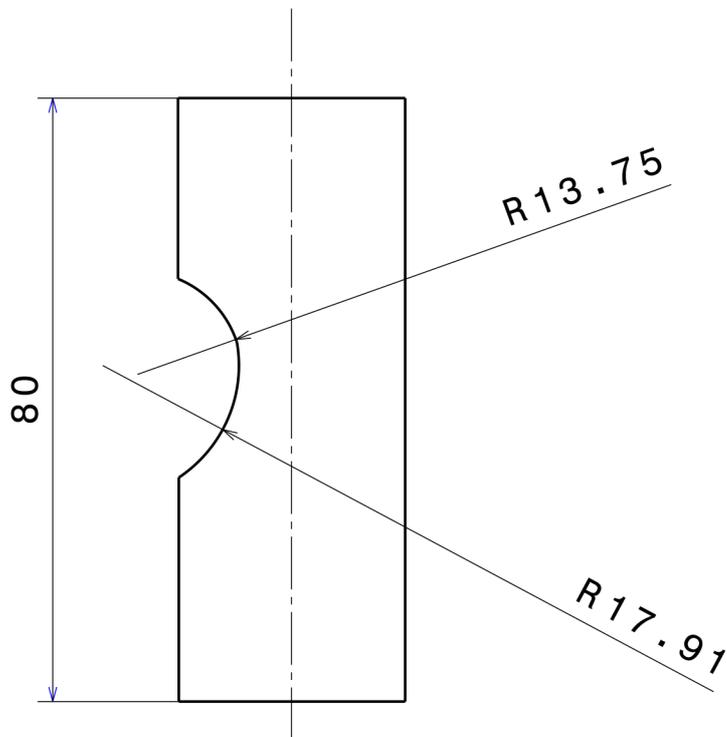
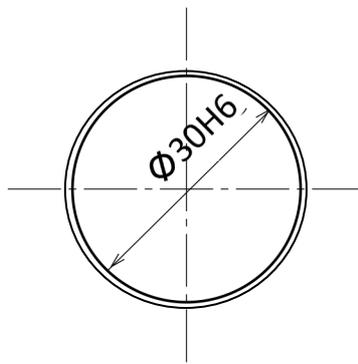
TUTOR:
ALBERTO SÁNCHEZ LITE

Grado en Diseño Industrial
Convocatoria: OCTUBRE 2015

LA ALUMNA:
Fdo: Raquel Juárez Pérez



 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES		
TÍTULO PROYECTO: CONCEPTUALIZACIÓN PRODUCTO-PROCESO DE UNA BICICLETA		
PLANO: CUADRO 2		
AREA I.P.F. PROYECTOS TÉCNICOS	FECHA: OCTUBRE /2015	N° PLANO: 5
TUTOR: ALBERTO SÁNCHEZ LITE	ESCALA: 1/2	FIRMA: LA ALUMNA: Fdo: Raquel Juárez Pérez
	<small>Grado en Diseño Industrial Convocatoria: OCTUBRE 2015</small>	



 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
 ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

TITULO PROYECTO: CONCEPTUALIZACIÓN PRODUCTO-PROCESO DE UNA BICICLETA

PLANO: CUADRO 5

AREA I.P.F.
PROYECTOS TÉCNICOS

FECHA:
OCTUBRE /2015

Nº PLANO: 6

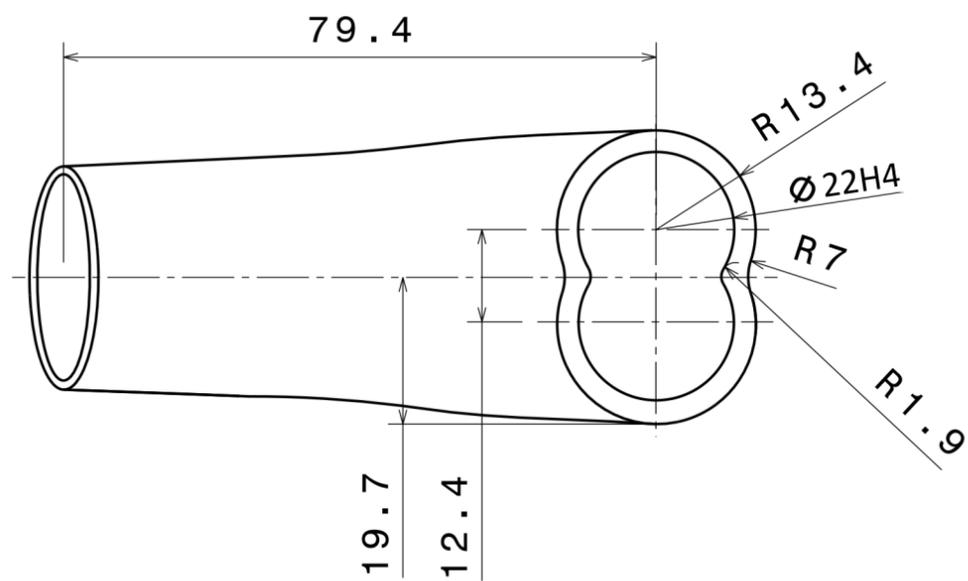
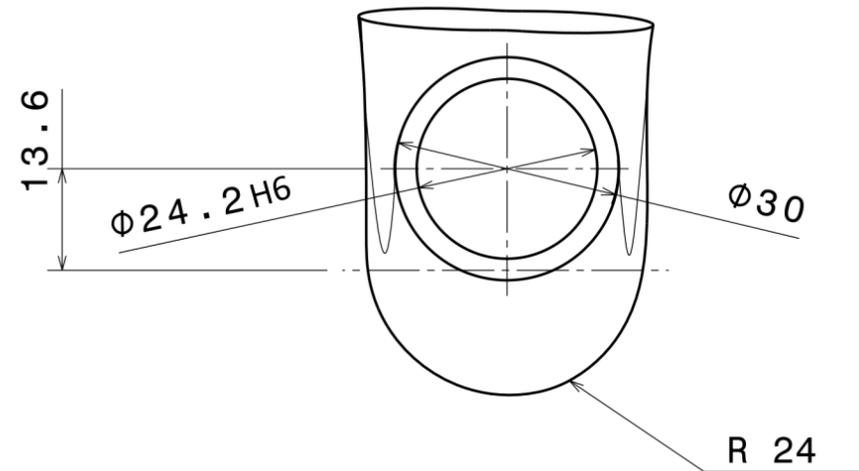
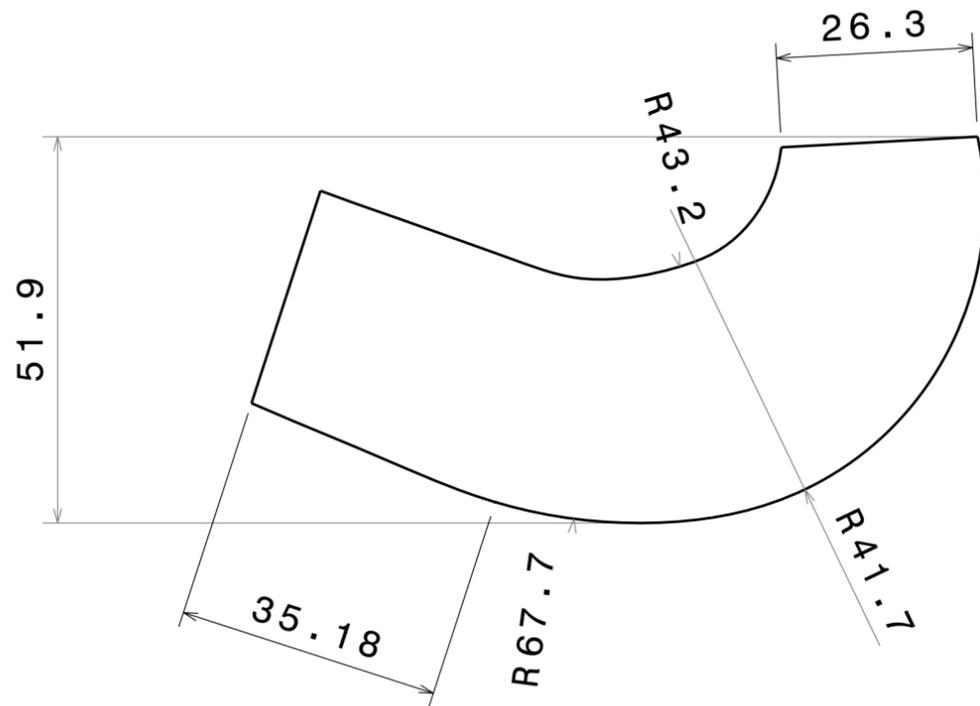
ESCALA:
1 / 1

FIRMA:

TUTOR:
ALBERTO SÁNCHEZ LITE

Grado en Diseño Industrial
Convocatoria: OCTUBRE 2015

LA ALUMNA:
Fdo: Raquel Juárez Pérez




UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

TITULO PROYECTO: **CONCEPTUALIZACIÓN PRODUCTO-PROCESO DE UNA BICICLETA**

PLANO: **UNIÓN TRASERA**

AREA I.P.F.
PROYECTOS TÉCNICOS

FECHA:
OCTUBRE /2015

N° PLANO: **7**

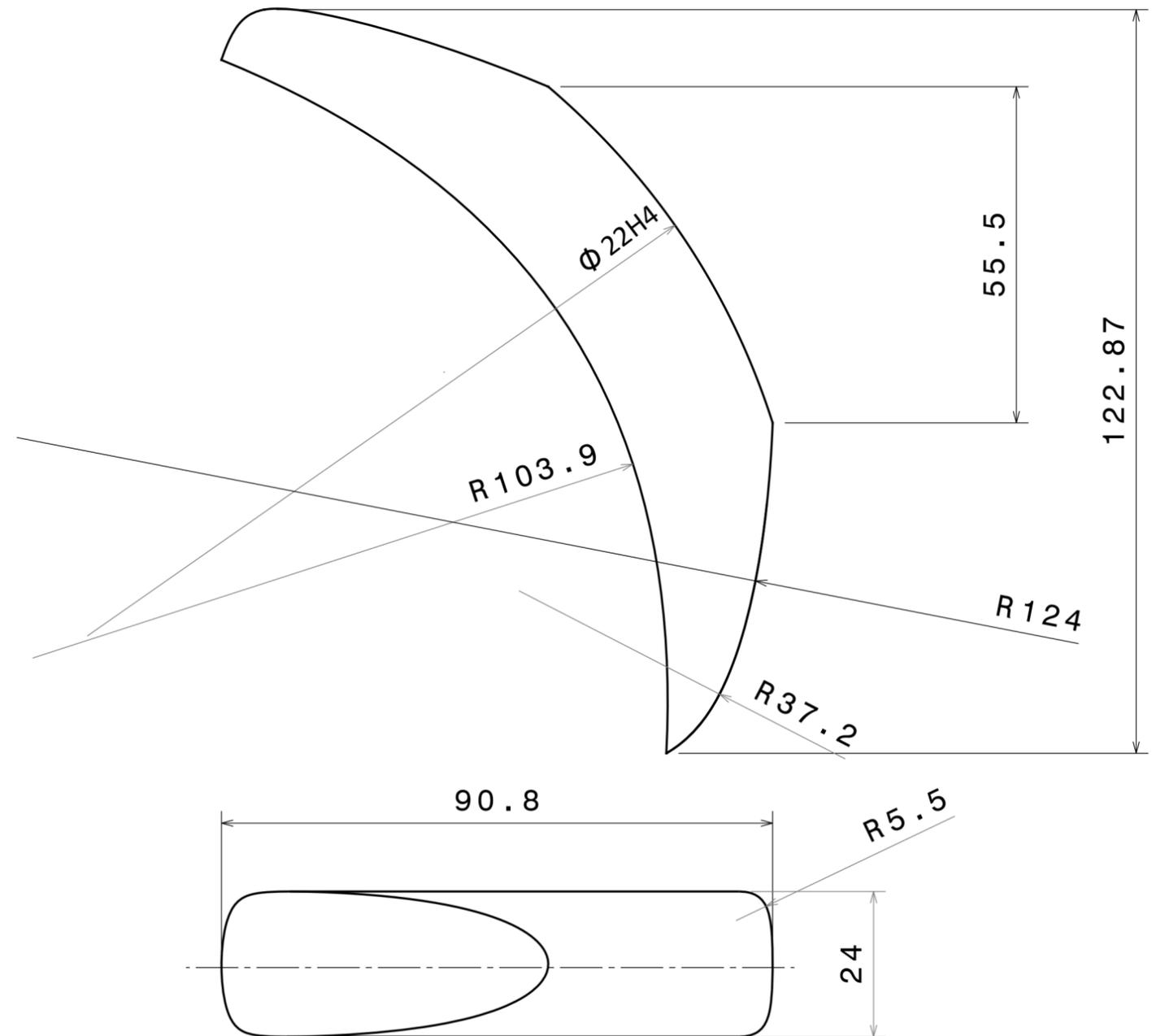
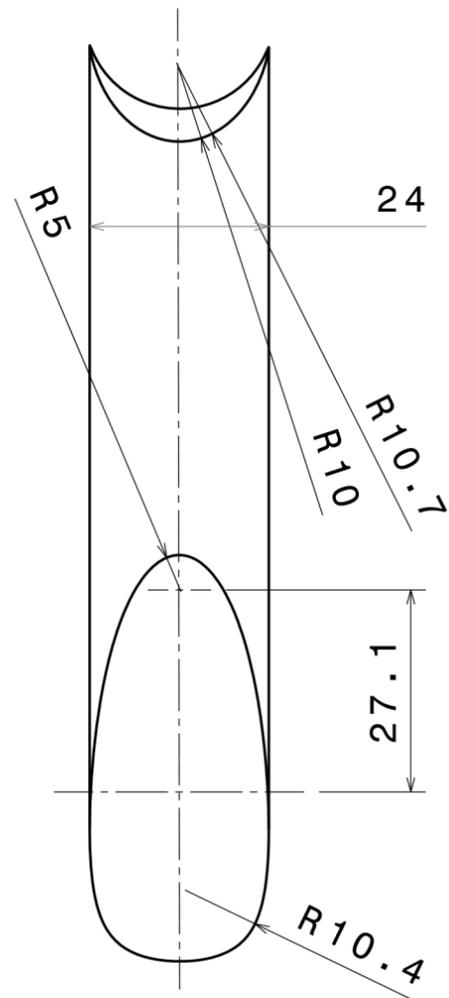
ESCALA:
1 / 1

FIRMA:

TUTOR:
ALBERTO SÁNCHEZ LITE

Grado en Diseño Industrial
Convocatoria: OCTUBRE 2015

LA ALUMNA:
Fdo: Raquel Juárez Pérez



 UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES		
TITULO PROYECTO: CONCEPTUALIZACIÓN PRODUCTO-PROCESO DE UNA BICICLETA		
PLANO: CUADRO 3		
AREA I.P.F. PROYECTOS TÉCNICOS	FECHA: OCTUBRE /2015	N° PLANO: 8
TUTOR: ALBERTO SÁNCHEZ LITE	ESCALA: 1/1	FIRMA: LA ALUMNA: Fdo: Raquel Juárez Pérez
<small>Grado en Diseño Industrial Convocatoria: OCTUBRE 2015</small>		