

Trabajo Fin de Grado

Análisis de la prevención de riesgos laborales
en procesos mecánicos de la construcción de
trenes

Analysis of occupational risk prevention in
mechanical processes of train construction

Autor

Blanca González Bañeres

Director

Pedro Sánchez Sello

Resumen

Este TFG muestra una visión del mundo ferroviario desde el punto de vista de la ingeniería mecánica, relacionando los procesos mecánicos que tienen lugar para la fabricación de dos elementos fundamentales en el mundo de los trenes: las ruedas del ferrocarril y las vías férreas; con los riesgos laborales que estos procedimientos pueden presentar.

El entorno ferroviario se explica como la superficie en la que se mueven las constituciones ferroviarias (tren, tranvía, metro...). Este entorno ferroviario está compuesto por la vía o carril, los aparatos necesarios en esta vía, la catenaria o sistema de tracción, toda la infraestructura de estaciones e instalaciones auxiliares, y por supuesto el tren.

El trabajo comienza con un estudio de los procesos mecánicos de soldadura aluminotérmica (necesaria para la soldadura de las vías férreas) y forja (empleada para la fabricación de ruedas de tren). Dicho estudio se precisa para, a partir de ahí analizar los riesgos que estos procedimientos pueden conllevar.

Se expone un plan de prevención de riesgos laborales con medidas y sugerencias de mejora, aplicable a cualquier empresa dedicada a proyectos de ingeniería, al sector del ferrocarril, o cualquier entidad en la que se desarrollen planes en los que intervengan procesos de soldadura aluminotérmica o forja.

Se presenta un plan de medidas de control e instrucciones para que las empresas puedan aplicarlas según conveniencia.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	4
DESARROLLO DE PROCESOS MECÁNICOS	5
SOLDADURA	5
FORJA	13
ANÁLISIS DE LA EMPRESA	23
PROPUESTA DE SISTEMA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS	28
EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES	38
Y	38
PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA	38
PLAN DE TRABAJO	39
CONCLUSIONES	40
BIBLIOGRAFÍA	42
ANEXOS	43

INTRODUCCIÓN

INDUSTRIALIZACIÓN y procesos mecánicos EN TRENES

Hoy en día, las máquinas que percibimos como trenes forman parte de los medios de transporte más modernos. Estos aparatos forman un vehículo integrado por diferentes coches o vagones acoplados entre sí. Éstos, se mueven gracias al trabajo de una locomotora.

Los mecanizados para trenes tienen una importancia esencial en el sector ferroviario actual.

El tren, es uno de los medios de transporte (tanto de mercancías como de personas) más importante y con mayor uso, constituyendo así un elemento esencial de comunicación territorial y de movilidad de las personas.

El mundo está preparado con un amplio entramado de vías y raíles, permitiendo así conseguir una óptima comunicación entre distintas partes del planeta alejadas por miles de kilómetros.

En la primera mitad del siglo XIX, durante la Revolución Industrial, el ferrocarril tuvo su época de mayor esplendor ya que las carreteras en aquellos años no permitían un flujo cómodo y continuo de vehículos. El ferrocarril cobró gran protagonismo ya que permitía el transporte de viajeros y mercancías a un bajo coste y de manera usual y fiable.

Hoy en día el ferrocarril sigue siendo uno de los medios de transporte de mayor uso y trascendencia. Este hecho es avalado por cifras como las siguientes: en 2020 se movieron un total de 14,27 millones de toneladas de mercancía. En 2018, se desplazaron más de 500 millones de personas. Hay que mencionar que en 2020 cayó, debido a la pandemia. Seguido del avión, es el medio de transporte más usado por los viajeros. (*Fuente EUROSTAT*).

Se trata de un medio de transporte con grandes ventajas si lo comparas en ciertos aspectos, por ejemplo, el consumo de combustible por tonelada / kilómetro transportada. Este medio de transporte respeta el medio ambiente mucho más que otros de capacidad semejante.

Una gran ventaja de este medio de transporte con respecto a otros, es el contacto que se produce entre el medio de transporte y el entorno. El contacto entre el tren (rueda) y raíl, tiene un coeficiente de rodadura mucho menor que el que tiene un coche en carretera, debido a ser un contacto entre dos metales, raíl-rueda del tren.

A rasgos generales, las partes que componen un tren son bastidor, sala y cubierta.

Los acabados finales que han de tener las piezas y los componentes de estas enormes máquinas son exactos y precisos, por lo que es vitalmente importante ofrecer soluciones que aporten altos niveles de calidad. Es primordial garantizar que el proceso de producción en los talleres, y el proceso de diseño en las oficinas, se adaptan completamente a las necesidades de los usuarios.

Frecuentemente, solucionar las necesidades de los usuarios y clientes relacionadas con los mecanizados para trenes, implica tareas muy diversas, tales como corte de barras de acero, soldadura de piezas, forja, extrusión, fundición, rectificando... entre otros muchos tipos de trabajos.

A continuación, voy a explicar y desarrollar dos de los principales procesos mecánicos necesarios para la industria del ferrocarril.

DESARROLLO DE PROCESOS MECÁNICOS

SOLDADURA

La soldadura es un proceso mediante el cual podemos fijar dos o más piezas. Estas piezas suelen ser de metal, y mediante calor o presión, o bien fundimos parte de dichas piezas, o bien añadimos un material de aporte. Estas piezas se juntan y al enfriarse se produce la unión entre ellas. Este proceso explicado es el general, pero tenemos diferentes tipos de soldadura dependiendo del resultado que deseemos.

Es de gran importancia el control de calidad de las construcciones soldadas. La inspección de construcciones soldadas podría definirse como el conjunto de actividades cuyo fin es asegurar un preciso grado de fiabilidad de un conjunto soldado, esto se lleva a cabo con la verificación de este conjunto soldado con los medios convenientes durante las fases que tienen lugar en el proceso productivo.

El gran interés de esta inspección tiene que ver con la responsabilidad que tiene la construcción en la que estamos interesados: las vías del tren. Si hay un fallo en esta construcción, no solo afectaría seriamente a la seguridad pública, también podrían verse perjudicados todos los trabajadores que llevan a cabo la edificación. Es por ello de crucial interés el estudio a fondo del proceso mecánico que se lleva a cabo para poder así identificar los riesgos que puedan tener lugar durante esta obra.

Para comenzar, partiremos del análisis de una *vía*. Las vías comunican dos puntos determinados del territorio, son los elementos por los que circulan los trenes. Están formadas por carriles, estos carriles se apoyan sobre las traviesas y estas traviesas están colocadas dentro de una capa de balastro. Para construir estas vías hay que realizar movimiento de suelos y obras. Esta infraestructura de las vías se completa con señales y con el tendido eléctrico que provee de energía a las locomotoras.

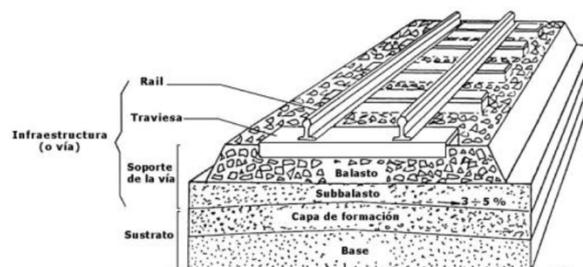


Figura 1.1. Partes de una vía

El *riel*, *rail* o *carril* es cada una de las barras metálicas sobre las que se desplazan las ruedas de los trenes y tranvías. Los raíles son una de las partes más importantes de las vías férreas, y actúan como soporte para el dispositivo de guiado y elemento conductor de la corriente eléctrica. Una de las características técnicas más importantes de los trenes es el contacto entre el raíl y la rueda.



Figura 1.2. Partes de un raíl

Durante muchos años, la unión en las *juntas de carriles* (las encargadas de la unión longitudinal de dos carriles consecutivos) de vías férreas se llevó a cabo mediante juntas embridadas.

Las *bridas*, son piezas de acero que unen los extremos finales de dos carriles consecutivos, haciendo coincidir a sus ejes longitudinales y evitando desniveles o falta de alineación a la altura de sus cabezas.

Con el fin de obtener los mejores resultados, las caras superior e inferior se acoplaban respectivamente.

Este acoplamiento en sus extremos a modo de entablillado proporciona continuidad al camino de rodadura de los vehículos. Estas bridas están sometidas a importantes esfuerzos.

De esta manera, no se permitía el movimiento de posición entre carriles consecutivos.

Como norma general, la unión se aseguraba mediante tornillos que atraviesan el carril y las propias bridas.

Hay casos en los que no resultaba interesante taladrar el carril, otros casos en los que no había tiempo... Entonces, el aseguramiento de la unión se realizaba mediante unas piezas en forma de "C" con tornillo de apriete, y pasaban por debajo del carril, abrazando la pareja de bridas y dejándolas seguramente fijas.

Aún así, entre el carril y las bridas tenían lugar movimientos relativos, como consecuencia de las deformaciones de flexión y de los choques en las juntas.

Estos ejes ferroviarios tienen problemas debidos a las condiciones de trabajo. Se produce desgaste del conjunto, sobre todo si las vías están sobrecargadas.

Estos defectos son, por ejemplo, la aparición de pequeñas grietas en la brida; desapriete o deformación de los tornillos que atraviesan el carril y las propias bridas...

Estas uniones por bridas, fueron durante muchos años la unión de los carriles de vías férreas.

Todos los avances que han tenido lugar en la industria ferroviaria en cuanto a servicios, posibilidades, seguridad y comodidad tienen mucho que ver con la técnica de la soldadura aluminotérmica.

Con ella, decimos adiós a las típicas juntas atornilladas o juntas embridadas, que conllevaban un costoso mantenimiento y causaban muchos problemas.

Las nuevas vías comienzan a ser vías continuas, no tienen uniones con juntas, y esto nos permite alcanzar altas velocidades con los trenes.

El comúnmente conocido traqueteo del tren, con estas nuevas vías, desaparece casi por completo, aportando mayor comodidad, menos ruido y más seguridad a los pasajeros y tripulación del tren. Además, vemos un importante aumento del factor de seguridad de los carriles, ya que los extremos de estos sufren menos.

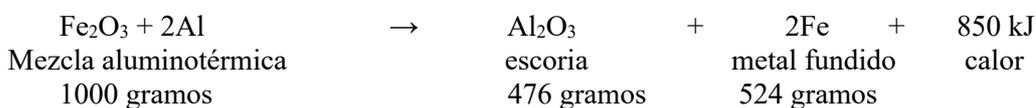


Figura 1.3. Soldadura aluminotérmica uniendo carriles.

Asimismo, el factor de seguridad personal de los trabajadores aumenta. Estos van a seguir un procedimiento muy pautado y estudiado para realizar la soldadura, de manera que es menos probable que sufran daños, disminuyéndose notablemente el riesgo laboral.

Esta soldadura es también conocida como Soldadura CADWELD, haciendo honor al investigador Charles Cadwell, ya que él fue el impulsor de su uso y aplicaciones.

El procedimiento de la soldadura aluminotérmica se basa en el proceso fuertemente exotérmico de termita, en el que la reducción del óxido de hierro deja como residuo al aluminio, según la siguiente reacción:



Esta reacción química suele tener lugar entre un óxido metálico (usualmente hierro, Fe_2O_3) y un metal con un alto poder reductor (aluminio Al_2O_3).

La gran cantidad de calor que se genera en el proceso, es capaz de fundir al metal de aporte que suele ser hierro, y es capaz también de fundir los bordes de las piezas que se van a unir, haciendo que ésta sea una operación muy rápida. La alúmina que se produce en este proceso queda como residuo en forma de escoria protectora.

Concretando para mi caso de estudio, en la soldadura aluminotérmica de carriles, el acero líquido que se produce se vierte en la junta.

Esta junta está formada por la distancia que separa los extremos de los carriles. Este acero líquido, se queda en su lugar ya que se emplea un molde refractario que se acopla perfectamente a los carriles que queremos unir, haciendo que no se descontrole el vertido y dándole la forma de la geometría del carril deseada.

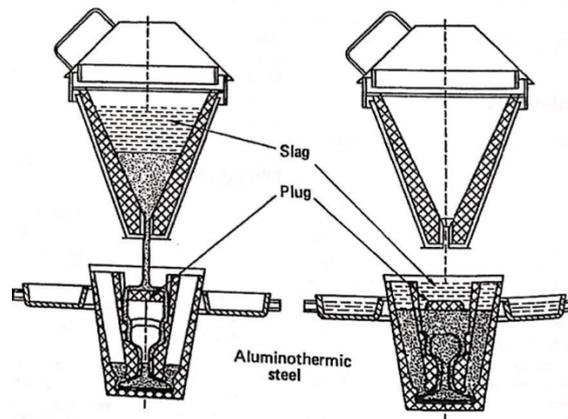


Figura 1.4. Soldadura aluminotérmica de carriles (slag: escoria, plug: tapón refractario diversificador del caldo; aluminothermic steel: acero aluminotérmico).

Nuestra carga aluminotérmica que añadir en los carriles a unir, la podemos encontrar en forma de sacos de polvo, dosificados, para realizar una soldadura. Estos sacos tienen una mezcla granular de óxidos de hierro, aluminio y aditivos estabilizadores de la reacción.

Junto a la carga, podemos adquirir un estuche con los elementos desechables que vamos a requerir: los moldes refractarios necesarios para realizar la soldadura, pasta selladora, encendedor y un tapón o embudo para verter correctamente el líquido.

Cuando la mezcla adquiere la temperatura de combustión necesaria (del orden de los 1200°C, aunque depende de factores tales como los aditivos que tenga nuestro saco de carga aluminotérmica y del tamaño de estos granos de polvo) la reacción de combustión vista anteriormente se activa y tiene lugar como una combustión espontánea, que finaliza cuando se terminan los reactivos iniciales.

Con una bengala hay que calentar la mezcla durante un instante y llegar a la temperatura de combustión necesaria (ignición).

Si la temperatura es mayor que 2400°C vamos a tener pérdidas de aluminio, ya que la evaporación del aluminio se produce a 2470°C. Si la temperatura es demasiado baja, vamos a tener inclusiones de escoria, ya que la solidificación del aluminio se da a 2040°C.

El acero que se consigue posee mayor peso atómico que la escoria, por lo que se decantará por gravedad.

La calidad de este acero resultante, y por tanto, de la soldadura final, depende directamente de la pureza de los componentes.

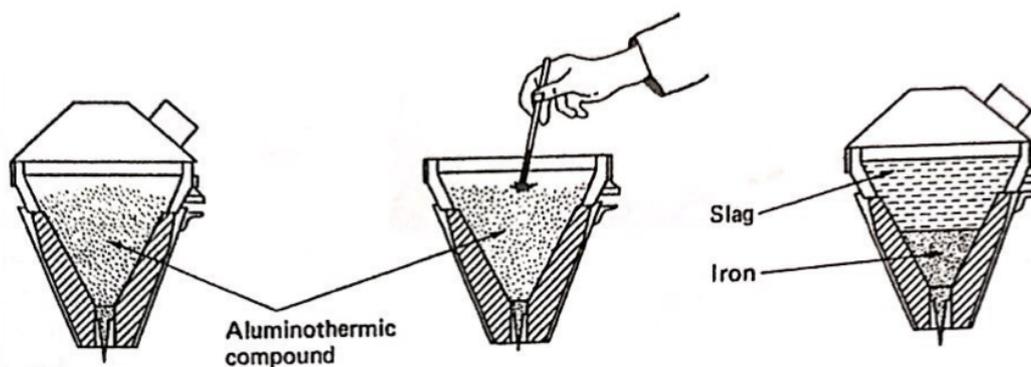


Figura 1.5. Reacción aluminotérmica (aluminothermic compound: carga aluminotérmica, slag: escoria, iron: hierro).

Para una soldadura apta, necesitaremos que nuestra carga tenga la óptima proporción de componentes, además de la precisa realización de los pasos del procedimiento.

Es importante remarcar la importancia de que los trabajadores que vayan a realizar el proceso de soldadura tengan una inducción de seguridad previa al día de comienzo. Esta inducción se llevará a cabo con el responsable del centro sanitario pertinente encargado de asegurar la seguridad laboral de estos trabajadores.

Además, deberán poseer una copia de este documento explicativo del proceso días antes, para poder conocerlo previamente al desarrollo, y también llevarlo con ellos el día de la soldadura por si hiciera falta revisarlo si hay dudas.

El proceso general que tiene lugar para una correcta soldadura aluminotérmica es:

- 1. Cortar a escuadra perfecta los bordes de los carriles, y limpiar cuidadosamente de óxidos, herrumbre, manchas, contaminantes, etc., para así impedir que esta suciedad aparezca como inclusiones en nuestra soldadura a posteriori.

Es obligatorio llevar en todo momento los equipos homologados de protección personal: casco, chaleco reflectante, guantes resistentes a cortes y quemaduras, botas con puntera de acero y gafas. Los trabajadores deben encontrarse en una situación de alerta y tener en cuenta las precauciones necesarias ante posibles accidentes de cortes, y deben tener cuidado con las herramientas de corte.

- 2. Hay que aproximar los bordes de los carriles paralelamente, hasta una distancia acordada previamente, esta distancia se conoce como *cala*. La *cala* es un espacio libre de separación entre los bordes de los carriles. Suele ser de unos 25 milímetros (Figura 1.6).



Figura 1.6. Aproximación de los carriles que van a ser soldados y medición precisa de la *cala* (separación)

Los trabajadores deben tener precaución ante la posibilidad de atrapamiento con los carriles.

- 3. Alineación de los carriles y correcta y segura sujeción para evitar que estos se muevan durante el proceso (Figura 1.7).



Figura 1.7. Alineación de los carriles a ser soldados y sujeción firme de los mismos a la bancada.

- 4. Colocación de los moldes refractarios alrededor de los carriles, sellando las uniones con la pasta especial resistente a altas temperaturas. (Figura 1.8).



Figura 1.8. Moldes refractarios en posición, debidamente sellados con la pasta especial.

Se debe tener especial cuidado en este paso con los moldes refractarios.

- 5. Pre calentamiento de los bordes de los carriles con mecheros especiales de propano-aire o de propano-oxígeno. Regulamos la presión de los gases en el mechero, y cronometramos el tiempo de pre calentamiento. Con estos dos gestos conseguimos tener bajo control la temperatura del conjunto.

El pre calentamiento también afecta a los moldes refractarios, y logramos hacer desaparecer humedad (en el caso de que hubiera algo de humedad en estos moldes). La humedad en los moldes podría incluir hidrógeno gas en la colada, y esto sería muy peligroso.

Con el pre calentamiento también eludimos el choque térmico frente al acero en estado líquido, librándonos de grietas que pudieran aparecer (Figuras 1.9, 1.10, 1.11).



Figura 1.9. Instalación para el pre calentamiento.

Se debe prestar atención al empleo de los mecheros. Los empleados recibirán una formación en seguridad antes de realizar la práctica. Esquivar cuidadosamente los humos que se producen en la reacción.



Figura 1.10. Vista ampliada de la reacción y la mezcla.



Figura 1.11. Carga aluminotérmica para preparar la reacción.

- 6. Una vez hemos llevado a cabo el precalentamiento, con la bengala procedemos a encender la carga aluminotérmica. Debe estar colocado encima de los moldes el crisol refractario (Figuras 1.12, 1.13 y 1.14).



Figura 1.12. Comienza la reacción aluminotérmica en el crisol. Aparición de llamaradas, humareda y salpicaduras al comienzo.



Figura 1.13. Una vez ha tenido lugar la reacción aluminotérmica, hay que fusionar el tapón especial termosensible para que la colada del acero producido fluya al interior de los moldes que están colocados en la parte inferior.



Figura 1.14. Dada por concluida la colada del acero, hay que rebosar el exceso de acero y de escoria (óxido de aluminio). Podemos ver al operario rebosando el acero.

Es necesario tener cuidado con los tiempos entre el encendido de la bengala y el despeje de operarios en la zona. Es importante que durante el tiempo que tiene lugar la reacción aluminotérmica no haya personas a menos de 3 metros de distancia para así garantizar la integridad física de los empleados.

Una vez terminada la reacción, los trabajadores deben tener precaución con la retirada de los moldes debido a su temperatura.

- 7. Cuando el líquido ha descendido, separamos el crisol vacío y retiramos el rebosadero que tiene toda la escoria, y dejamos que repose la soldadura.
- 8. Una vez terminada la colada, hay que: desechar y partir los moldes, retirar el material que ha sobrado de la carga, eliminar la rebaba de la soldadura y perfeccionar la cabeza de rodadura del carril, asegurándonos de que las tolerancias son las pertinentes (Figura 1.15).



Figura 1.15. Soldadura aluminotérmica de carriles finalizada, habiendo eliminado ya moldes y mazarotas.

Tal como hemos visto hasta aquí, concluyo con las siguientes ideas principales con relación a la gran importancia de la soldadura aluminotérmica:

- Se puede observar que la soldadura aluminotérmica posee un papel fundamental en el mundo ferroviario, ya que las vías ferroviarias son necesarias.
- Los equipamientos precisos para ejecutar la soldadura son portátiles y sencillos.
- No es necesario un soldador profesional para realizar la soldadura aluminotérmica, con una formación podría ser suficiente, ya que el manejo es sencillo.
- Es una aplicación muy provechosa, ya que se es rápida, se depositan unos dos kilogramos de acero en una soldadura normal de carril en unos dos minutos.
- Está claro que es un proceso muy repetitivo y con el kit de soldadura, de fácil aplicación, además de presentar índices muy bajos de defectos.
- La carga (mezcla a preparar) que se utiliza no es explosiva ni auto-inflamable, por lo que es bastante seguro en cuanto a riesgos laborales, ya que para que esta carga comience la reacción hay que usar un encendedor.
- Si todo ha seguido los controles de calidad pertinentes es una práctica segura. Para poder asegurarnos de ello, los empleados deberán recibir una inducción de seguridad y una copia del procedimiento a seguir antes del día que se lleve a cabo la soldadura.

FORJA

Es un proceso de fabricación de objetos que se basa en la deformación plástica: la deformación del material es producida por la aplicación de fuerzas de compresión.

Mediante grandes presiones, con este proceso se otorgan unas propiedades determinadas y se da una forma específica a los metales y aleaciones que queramos.

Podemos realizar esta deformación con presión utilizando prensas o con impacto intermitente empleando martillos pilones.

El conformado de metales mediante forja no produce arranque de viruta, así que ahorramos material respecto a otros procesos como podría ser el mecanizado.

Como en cualquier proceso mecánico, en la forja pueden darse accidentes laborales. Los más comunes son los relacionados con sobreesfuerzos debidos a la repetitividad del movimiento para dar el golpe que forja, las quemaduras en la retirada de las piezas en los hornos, la inhalación de partículas y moléculas presentes en los gases de combustión e incluso la presencia de estrés térmico por la radiación de calor. Se analizarán estos y otros aspectos con más detalle a continuación.

Producción de ruedas de ferrocarril

Las ruedas de los coches y vagones de ferrocarril son mundialmente conocidas y es de vital importancia el papel que juegan en la máquina.

Son fabricadas en talleres especiales, llamados forjas de ruedas.

Estas ruedas, pueden ser construidas con su núcleo moldeado, al cual se le cala en caliente un bandaje construido; o se pueden obtener forjando un tocho de acero, el cual primero se forja en *prensa* y posteriormente se termina en un *laminador especial* de ruedas.

El proceso que voy a analizar en este TFG es el de fabricación de ruedas en una sola pieza, con prensa y laminador.



Diagrama de bloques del proceso con prensa y laminador.

- El primer paso es la preparación del desbaste de los lingotes. Los lingotes, especialmente fundidos, deben tener una forma especial, tipo la forma del molde para forja de ruedas que tenemos en la Figura 2.1. Estos lingotes son abastecidos por una Acería. Para convertirlos en ruedas, se cortan en bloques o discos del tamaño adecuado, se calientan a la temperatura de forja (entre 800 y 1000°C si es en caliente, o a temperatura ambiente si estamos ante un conformado en frío).

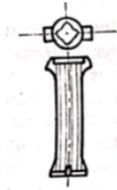


Figura 2.1. Forma típica de la sección del lingote y lingotera.

Los lingotes son transportados por ferrocarril desde la nave de desmoldeo de la Acería, hasta el depósito en el que se guardarán, cerca del Taller de forja de ruedas.

Los lingotes permanecen en el depósito, almacenados y ordenados, hasta el momento en que se van a emplear. Entonces, con una grúa puente que tenga electroimanes, se cogen para ser depositados en un transportador de rodillos, ahí van a ser marcados con un soplete oxiacetilénico en fragmentos iguales del tamaño deseado.

En este proceso de carga y descarga de lingotes, al igual que en los procesos de uso de grúas puente y otras máquinas de elevación de cargas, se debe trabajar siempre con casco y calzado de seguridad homologado y chaleco reflectante para tener mucha visibilidad de cara a posibles accidentes laborales.

El transportador de rodillos está formado por dos hileras de rodillos de unos 10 metros de longitud.

El lingote va a ser sujetado por una mordaza con accionamiento hidráulico, y a su vez se realizará la operación de marcado con el soplete.

Posteriormente, los lingotes se llevan desde el transportador de rodillos a la mesa del rompedor de lingotes, con la grúa.

El rompedor de lingotes es una máquina de doble efecto movida por un motor de jaula de ardilla de 150 CV.

Esta máquina secciona los lingotes por las muescas que se han hecho anteriormente con los sopletes, quedando así divididos en secciones de la longitud necesaria para forjarlos en forma de una rueda con un disco plano al que se le da la forma adecuada con una laminación posterior.

Los lingotes y los trozos de lingotes van moviéndose en el rompedor de lingotes gracias a unos empujadores que son desplazados hidráulicamente.

El primer empujador hace avanzar el lingote hacia la parte interior de la máquina. El segundo, está situado en la parte de salida, y coloca el lingote en la parte óptima para que éste sea seccionado.

El último empujador mueve los trozos de lingotes transversalmente cuando ya han salido del rompedor de lingotes.

Estos trozos de lingotes pasan al transportador de rodillos, donde vuelven a ser marcados y pesados antes de ir al parque de almacenamiento de trozos.



Figura 2.2. Lingote tronchado en cuatro partes.

La parte de la mazarota que está en la cabeza del lingote se desecha, junto a los lingotes defectuosos, en un foso de chatarra, y estos desechos serán fundidos.

El operario debe mantenerse lo suficientemente alejado del rompedor de lingotes como para que las proyecciones no puedan alcanzarle. En el taller habrá unas pegatinas de seguridad para tener esta distancia marcada y no sobrepasarla.

Los tochos aptos para la fabricación de ruedas se transportan con una grúa puente o bien a un almacén, o bien directamente al horno rotativo de calentamiento de tochos para su forja y subsiguiente laminación.

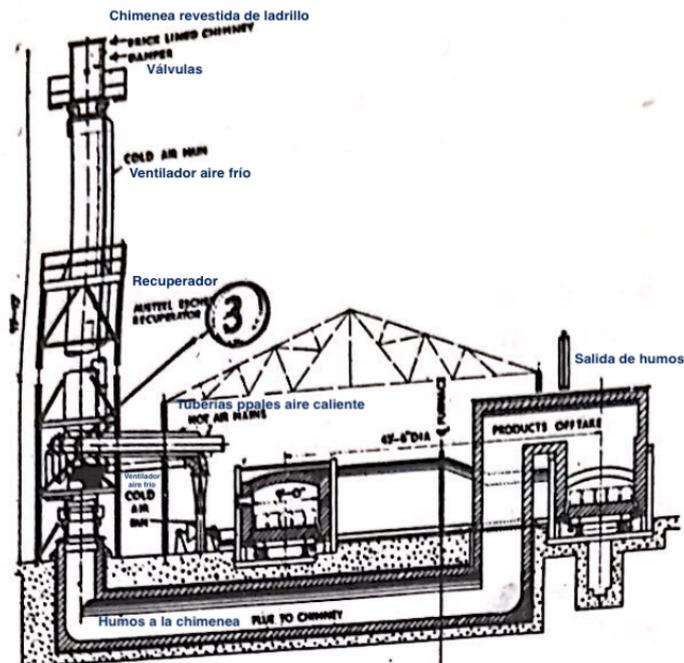
- El segundo paso es el **horneado de calentamiento**. Una vez tenemos los tochos en el área de almacenamiento, el Control de Calidad determina cuáles son válidos, y se llevan hasta la zona de carga del horno por un camino de rodillos (similar al de la sección de preparación de lingotes) de unos 20 metros. El tocho se mete al horno con un manipulador de forja. La producción de este horno es de unos 32 tochos por hora.

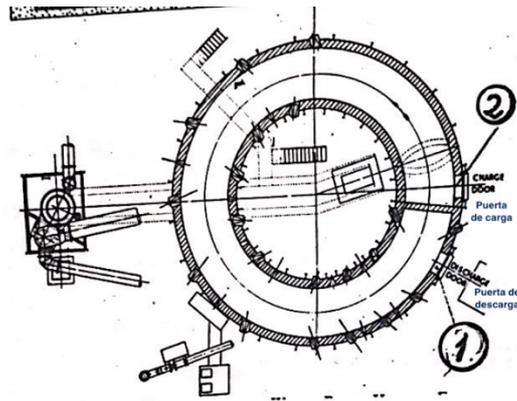
Estos tochos, se tienen que cargar en el horno en cinco filas a través de todo el ancho del mismo.

Al ir girando, se van descargando hileras y cargando nuevas. La solera se pone en movimiento con sólo pulsar un botón.

Los operarios conocen la posición de todos los tochos cargados con un indicador circular que toma como referencia la parte que ha girado la solera del horno.

Como podemos ver en las Figuras 2.3, las puertas de carga (2) y descarga (1) forman un ángulo de 320°.





Figuras 2.3. Horno tipo ATKINSON-STEIN, destinado a calentar tochos. En el alzado y planta se indican las partes principales de estos hornos: chimenea revestida de ladrillo, válvulas, ventilador de aire frío, recuperador, tuberías de aire caliente, salida de humos, y puertas de carga/descarga. También una imagen real de este horno.

Este horno está alimentado con un gas mixto, mezcla de gas de horno alto y gas de hornos de coque, cuya potencia calorífica es de 2800 kcal/Nm^3 .

También tiene un recuperador de calor, que precalienta el aire de combustión.

El horno presenta un control automático de presión que evita que las piezas se oxiden por entrada de aire falso al horno.

En vez de calentar los tochos en este horno de marcha continua, a veces se puede realizar el calentamiento en dos etapas: **precalentamiento y calentamiento de forja**.

Para comenzar los tochos son situados en un horno de precalentamiento, calentado con gas, donde suave y uniformemente adquieren la temperatura de 430° centígrados en un período de 6 horas aproximadamente.

Este calentamiento tiene que ser muy lento, para evitar gradientes de temperatura bruscos que tienen como resultado tensiones internas que aparecen en el tocho cuando sus superficies son expuestas a altas temperaturas estando su parte central fría. Los mejores hornos de precalentamiento son los continuos.

Tras el precalentamiento hay que mover los tochos con una máquina cargadora al horno de forja. Ahí estarán dos horas y media adquiriendo su temperatura de forja.

El empleado debe asegurarse de que los guantes protectores térmicos sean del grado adecuado para al manipular algún tocho, no quemarse a consecuencia de esta manipulación.

- El tercer paso es el forjado del tocho.
Hay que darle forma al tocho antes de que este tome su forma final en el laminador.

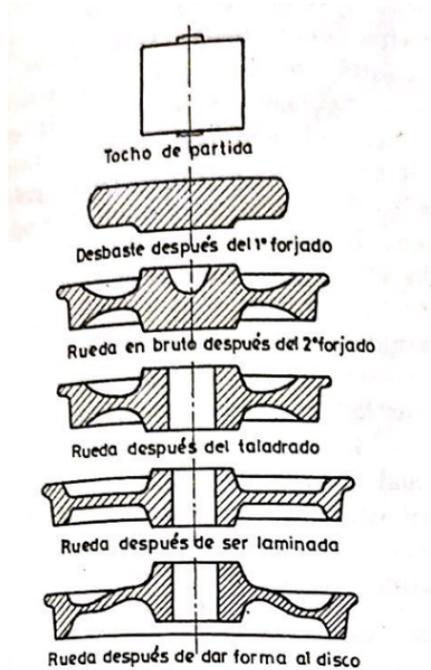


Figura 2.4. Esquema del procedimiento de forjado del tocho.

Este proceso tiene lugar en tres etapas, la forja inicial, la forja segunda y el perforado del agujero.

Hay que destacar que es de gran importancia que la cascarilla que se pueda formar en el recalentamiento del tocho tiene que ser eliminada.

Hay algunos talleres en los que la cascarilla se quita mecánicamente a través de unas cadenas que golpean el tocho.

Otro método muy recomendado puede ser que cuando el tocho se toma del horno de forja y se mete en la prensa con el manipulador, la cascarilla sea golpeada con grandes y largos rascadores de acero manejados a mano.

Es un buen método, pero es más recomendable a nivel de la seguridad de los operarios que la cascarilla sea retirada con ñas cadenas que golpean, ya que los rascadores y el golpe, repitiendo mecánicamente el mismo movimiento, aporta sobreesfuerzo y fatiga al empleado y este presenta mayor riesgo laboral.

El tocho, entonces se situará en la estampa inferior de la prensa, y tendremos que mantenerlo en una posición vertical.

La prensa iniciará su carrera suavemente cuando la matriz superior tome contacto con el tocho. La primera deformación romperá la cascarilla que no queremos. Esta cascarilla será soplada inmediatamente para ser eliminada, con unos chorros de aire a presión.

La prensa continuará entonces con su carrera para completar el primer forjado.

Primer forjado. En ocasiones, el primer forjado consiste en comprimir el tocho y taladrar el agujero consiguiendo de esta manera un desbaste circular.

Lo más normal es realizar una conformación en el primer forjado, y después una perforación tras el segundo forjado. Esto depende de si se hará la forja con un calor o dos calores/con una prensa o con dos prensas diferentes.

La presión se va a aplicar en sucesivas etapas para evitar la aparición de grietas. Comenzamos con $48,5 \text{ kg/cm}^2$, se mantiene a 170 kg/cm^2 y como máximo, a 340 kg/cm^2 .

Si aparecen grietas de baja importancia, se puede escarpar el semiproducto.

Estos semiproductos se llevan al segundo horno de recalentar, para igualar su temperatura, y posteriormente se trasladan de nuevo al de forja.

Segundo forjado.

- a) Si tanto el primero como el segundo forjado se hacen con un solo calor, el sistema se denomina forja doble, y la prensa se equipa con dos estampas superiores: una plana o ligeramente convexa, y la otra de acuerdo con el lado interior de la rueda.

La disposición de las estampas en la prensa debe ser óptima, para que la actuación de esta sea en el momento exacto y preciso.

Es importante prestar atención en la correcta colocación de estas prensas, realizarlo siempre siguiendo las instrucciones de seguridad y controlando las grúas para la correcta manipulación de estos elementos tan pesados. Los atrapamientos en estas prensas son mortales.

- b) Si la forja se lleva a efecto en dos etapas, con un recalentamiento intermedio, hay que llevar a la prensa el semi-producto cuando el desbaste ha alcanzado la temperatura correcta de forja.

Entonces, debemos quitar la cascarilla y situarlo en la estampa inferior, la cual engrasaremos para evitar que se peguen desbaste y estampa. Dejamos a la prensa realizar su carrera completa, y obtenemos así la forma deseada.

Perforado del agujero.

Tenemos que taladrar el cubo el agujero del cubo. Este proceso se lleva a cabo con una pequeña prensa.

Durante el proceso de perforado, la parte exterior del cubo de la rueda se sujeta con un instrumento que sea capaz de mantener intacta la zona que ya está correctamente constituida.

El operario debe emplear guantes de trabajo que tengan protección metálica en la palma y dedos contra perforaciones.

- Cuarto paso: Operaciones de laminación.

El elemento forjado ya se parece a una rueda, y se denomina rueda en bruto. A pesar de asemejarse, todavía queda una gran labor previa a dar por terminada la pieza.

Nuestra rueda, tiene exceso de material en sus dimensiones, y esta sobre dimensión es lo que nos permite transformar la rueda en bruto en la rueda acabada.

El cubo y una pequeña sección anular del disco próxima al cubo, se forjan dándoles las dimensiones definitivas que tiene la rueda. En algunos procesos, la rueda en bruto obtenida tras la forja no se calienta para ser laminada, pero en ocasiones algunas partes del disco se enfrían más que otras, lo que hace que sea deseable una igualación de la temperatura de la pieza para trabajar con ella.

El **pre-calentamiento** del producto intermedio, tiene lugar en hornos de solera plana. Estos hornos están calentados con gas o fuel-oil. Todos estos hornos tienen pirómetros registradores y reguladores de programa que evitan recalentamientos y calentamientos demasiado rápidos.

Los trabajadores deben encontrarse en posición de alerta ante el tiempo de exposición en estos hornos, ya que la exposición a estas temperaturas extremas y la radiación de calor son muy peligrosas. Pueden incluso producir estrés térmico por esta radiación de calor. Además, deben revisar las válvulas de seguridad, interruptores de presión de aire y gas, corroborar que la limpieza del horno se ha llevado a cabo y ver la última fecha de limpieza, y revisar los detectores de llamas antes de insertar los materiales.

Este calentamiento en hornos tiene dos ventajas: por un lado hace que las ruedas se mantengan a la temperatura de laminación, y por otro lado, si alguna rueda presentaba defectos de forja, se recalientan en este horno, se dejan enfriar en condiciones controladas, y mediante piedras esmeriles o martillos neumáticos con cinceles se eliminan los defectos.

Los **laminadores de ruedas** pueden ser de tipo vertical (Figura 2.5) u horizontal (Figura 2.6).

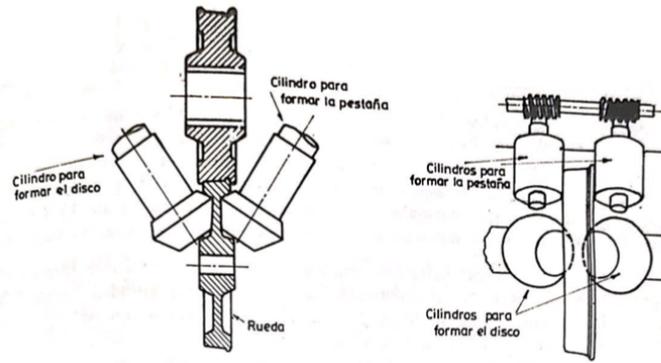


Figura 2.5. Disposición esquemática de los cilindros en un laminador vertical de ruedas.

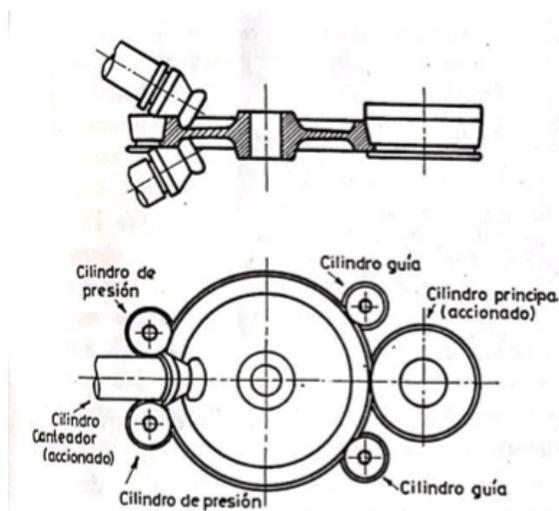


Figura 2.6. Alzado y planta mostrando la disposición esquemática de los cilindros en un laminador horizontal de ruedas.

El laminador vertical presenta variaciones en algunos detalles de construcción y de operación. Normalmente, son 5 o 7 los cilindros actuantes sobre la rueda durante la laminación. Consta de un cilindro principal o cilindro posterior, dos cilindros que forman el disco y dos o cuatro (dos grupos) que laminan la llanta, que son soportados junto con sus cojinetes, piñones y ruedas dentadas, calibradores, palancas, etc.. en un par de columnas sencillas horizontales.

Los empleados deberán asegurarse de no tener ropas/accesorios colgantes para evitar atrapamientos en estos rodillos de las máquinas laminadoras.

- Quinto paso: mecanizado de las ruedas.

1. Se deben llevar las ruedas a *marcar* tras ser laminadas, a una prensa donde se hacen sobre la llanta unas marcas para identificarlas.
2. Algunas ruedas son pedidas con *agujeros perforados en el disco*, aunque las especificaciones estándar suelen omitir este paso.
3. Se debe realizar un *conformado del disco* si no se exigen agujeros, para hacer que el disco deje de tener su forma plana y pase a ser un cono truncado que va desde el cubo a la llanta. La forma de cono truncado hace que se evite la formación de elevadas tensiones internas al enfriar si dejáramos el disco plano.
4. Tras darle conicidad a la rueda, procedemos a *enfriarla controladamente* hasta una temperatura inferior al punto crítico. Posteriormente, se enfría hasta una T^a de $150^{\circ}C$. Cada parte de la rueda debe ser conservada a la misma temperatura hasta que las zonas de mas peso se enfríen hasta una T^a de $150^{\circ}C$ o menos.

Es muy importante seguir una minuciosa *inspección* desde el comienzo hasta el final del proceso. Se observan los defectos superficiales (falta o exceso de material, picaduras, marcas en los tochos, que hayan podido tener lugar en la obtención del acero, o durante el proceso de fabricación si ha habido una correcta concentricidad para sus dimensiones.

Los tornos con los que se realiza el *último mecanizado* son máquinas con una estructura extremadamente rígida y optimizada, requiriendo un menor tiempo de mantenimiento y aportando al proceso muy buenas velocidades. Incorporan gran variedad de dispositivos para hacer esto posible. Este mecanizado especial incluye:



Figura 2.7. Mecanizado de rueda en un torno vertical DANOBAT TV-1500.

1. Torneado de acabado del agujero. Se mecaniza el cubo para que quede con una superficie fina y con un diámetro dentro de las tolerancias, para que estas ruedas puedan ser montadas correctamente en sus ejes.
2. Mecanización de la llanta y parte exterior del cubo. Se tornea la parte posterior y las caras de la llanta, la superficie cónica exterior del cubo a su correcto diámetro y los diámetros interiores de la llanta, así como los radios de unión de estas superficies al disco de la rueda.
3. Mecanización de acabado de las caras del cubo. Se tornean estas caras cuando la rueda tiene determinados detalles que exigen tolerancias elevadas.

4. Mecanización completa. Se mecanizan todas las superficies del cubo, disco y llanta cuando las ruedas que pide el fabricante tienen dimensiones nominales exactas y se desea que el peso esté distribuido simétricamente con relación a su eje.
5. Rebajado del cubo. Se tornea un rebaje en la cara interior del cubo para introducir una placa de desgaste. Esta placa, evita que el cubo se desgaste debido a una presión lateral.
6. Torneado exterior del cubo. Se tornea una parte exterior del cubo para dar lugar a una sección cilíndrica en la que se ajusta una rueda dentada. Este proceso se da en ruedas de ferrocarriles eléctricos.

En este paso, el nuevo riesgo que aparece son las lesiones por el ruido que pueden presentar los operarios. También el riesgo de inhalación de partículas tóxicas, controlando la concentración de partículas en el aire y realizando mediciones periódicas

- **Sexto paso: tratamientos térmicos**

Ya hemos visto que se realiza un enfriamiento controlado, pero además se desarrollan tres métodos para ejecutar los tratamientos térmicos sobre las ruedas:

- **Normalizado.**

Las ruedas laminadas enfrían por debajo de su punto crítico, colocándolas posteriormente en hornos de recalentar continuos, donde se eleva su temperatura, para refinar la estructura del grano. Tras retirar las ruedas del horno, se dejan enfriar al aire a una T^a inferior a la crítica en un enfriamiento controlado.

Con este tratamiento conseguimos una estructura del grano uniforme en todas las partes de la rueda, evitando así la formación de defectos internos y elevando la ductilidad.

- **Endurecido de la llanta.**

El comienzo del proceso es similar al normalizado: las ruedas se enfrían y se calientan, pero al retirarlas del horno, se colocan en una máquina especial de temple en la cual se les hace girar de manera uniforme, con parte de la llanta introducida en agua, sin introducir el cubo y el disco. Tras este temple, la rueda es llevada a un horno donde se calienta a la T^a correcta para eliminar las tensiones internas y obtener la dureza deseada. Posteriormente se controla el enfriamiento.

Con este tratamiento obtenemos una rueda con el cubo y el disco en condiciones de normalizado, pero incrementando la dureza en la zona de desgaste de la llanta.

- **Temple en aceite y revenido.**

Las ruedas tras haber sido calentadas, se sacan del horno a una T^a un poco por encima de la crítica, se sumergen en aceite en tanques y se hace girar, para que las ruedas giren durante el tiempo que dure su temple. Las ruedas pasan a un horno, calentado a la temperatura de revenido, y posteriormente se enfrían.

Con este tratamiento se refina la estructura del grano, conservándose con la misma dureza todas las partes de la rueda.

Como resultado del estudio realizado en este proceso de forja, obtenemos las ruedas de los ferrocarriles.

Es un proceso tedioso, debido a que estas ruedas están diseñadas y como se ha visto en este proceso confeccionadas para desempeñar de manera óptima su función: circular por los raíles. De esta forma, los vagones o coches que componen el tren y que van acoplados entre sí transportarán las mercancías, personas o animales que se desee.

Dependiendo de las especificaciones de diseño, existen diferentes *clases de ruedas* son fabricadas según especificaciones, según la composición química del acero y la dureza de este. Cada clase de rueda presenta un tratamiento térmico adecuado para un determinado servicio.



Tras haber analizado el desarrollo de la *soldadura aluminotérmica*, necesaria para soldar las vías del tren, y la *forja*, para la producción de ruedas, ya se conocen los procesos lo suficientemente como para, junto a los datos de partida de una empresa, crear un sistema de prevención de riesgos que contemple todos los posibles peligros e inseguridades que el desarrollo de estos procesos mecánicos pueda conllevar.

Se comienza con el estudio de la empresa bajo una visión general, para ir profundizando y así llegar a crear unas buenas medidas de control de estos riesgos.

ANÁLISIS DE LA EMPRESA

Actividad/actividades que desarrolla la empresa

La empresa para la que voy a desarrollar el plan de prevención de riesgos laborales es una empresa que desarrolla proyectos de ingeniería en el sector industrial del ferrocarril. Su sede está en Zaragoza, aunque desarrolla proyectos a nivel nacional e internacional.

Esta empresa, lleva a cabo desde estudios técnicos y análisis de problemas hasta la industrialización y producción: conceptualización, desarrollo, logística, soporte técnico...

Propongo un plan aplicable a cualquier empresa que desarrolle proyectos de ingeniería, en la que se lleven a cabo procesos dentro del sector industrial del ferrocarril, más concretamente que desarrollen vías férreas y ruedas de ferrocarril, o bien en su empresa desarrollen proyectos en los que tengan lugar procesos mecánicos del tipo soldadura aluminotérmica o forja.

Análisis del lugar y puesto de trabajo

La empresa poseerá dos sedes.

Por un lado, un centro de trabajo ubicado en la ciudad de Zaragoza para allí desarrollar las labores de oficina.

- Administrativas y contabilidad: llevar las cuentas de la empresa con programas y software informático y gestionar los pedidos, las provisiones de material.
- Diseño industrial: desarrollar los proyectos con software 3D. En este puesto están los delineantes y proyectistas, ingenieros y técnicos de diseño, programadores de software y jefes de proyecto.

Por otro lado, la nave, ubicada en el polígono industrial, en la que está ubicado el centro de producción y talleres.

El motivo de la separación entre el centro de trabajo y la nave, separando así los departamentos de trabajo es lógico, ya que la nave no puede estar ubicada en pleno centro de la ciudad.

Estudio del sistema de prevención de riesgos de la empresa

La ingeniería está al servicio de la industria, y ya que la industria está en constante evolución, también la ingeniería debe continuar progresando, es por ello que todo lo que conlleva procesos ingenieriles, deberá hacerlo también.

Los planes de prevención de riesgos en empresas muchas veces pueden quedar obsoletos debido a esta constante evolución, y hay que estar en continuo desarrollo y estudio de los nuevos riesgos que puedan surgir para prevenirlos.

Para comenzar, las empresas suelen tener a nivel general una *Política de Prevención en la Empresa*.

Los Directivos reflexionan y estiman que para disminuir los accidentes laborales, hay que crear una política de prevención. Esto consiste en unas normas de seguridad de obligado cumplimiento para realizar unas buenas prácticas en el desarrollo del trabajo diario en la empresa.

Por ello, los Directivos exponen:

- Que son los responsables de asegurar la salud de los operarios y trabajadores, sabiendo que, a partir de un trabajo seguro, la productividad de la empresa también será mejor.
- Que la prevención de riesgos laborales es fundamental para el desarrollo de cualquier labor, sea cual sea el puesto de trabajo, independientemente de la jerarquía de niveles de la empresa.
- Que cualquier trabajador que esté por encima de otro en la jerarquía de la empresa, estará a cargo de quién esté por debajo, por ello él es el responsable de que se cumplan las normas de seguridad en todo momento.
- Que existen procedimientos de prevención de riesgos laborales a la disposición de todos los trabajadores, preparados por la mutua encargada de la prevención de estos riesgos, al igual que cursos de formación para evitar y controlar cualquier posible accidente laboral.
- Que la empresa se hará cargo de impartir la formación pertinente a cada trabajador, dependiendo de su puesto de trabajo, para así asegurar el correcto cumplimiento y el trabajo óptimo de todos los empleados.

Aparte de la política de prevención, también cuentan con un *Plan de Emergencia*.

Este plan consiste en un folleto, que todos los trabajadores deben poseer y conocer, en el que se detallan:

- Las características del edificio en el que se trabaja y sus instalaciones.
- Los medios de protección con que cuenta el edificio: extintores, columna seca para los bomberos, bocas de incendio, detección automática y pulsadores de alarma, ascensores de emergencia para los bomberos, alumbrado de emergencia y señalización.
- El plan de emergencia propiamente dicho, donde se explica la evacuación por alarma de incendio y los teléfonos importantes a los que llamar para avisar a recepción y comenzar a usar los medios de extinción de incendios.

A continuación, voy a realizar un *análisis de los procesos que tienen lugar en cada puesto de trabajo*, para así ver qué riesgos laborales se pueden dar en cada uno.

Labores de oficina

Los riesgos más usuales en oficinas son las caídas, golpes, contactos eléctricos, sobreesfuerzos y atrapamientos.

A pesar de que son trabajos muy diferentes los que se desarrollan por cada trabajador, tienen lugar las mismas horas al día y en el mismo entorno de trabajo, por lo que analizaré los factores que influyen por igual, independientemente del puesto.

Cualquiera de los factores analizados del lugar de trabajo no debe suponer ningún riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores.

Alumbrado.

La iluminación del ambiente debe ser la adecuada. Un puesto de trabajo con una luz deficiente o escasa hará que el trabajador no desarrolle correctamente sus labores. Si la iluminación no es la correcta, los trabajadores podrían presentar fatiga ocular, cansancio, dolor de cabeza, y estrés.

Hay que tener en cuenta que muchas veces los problemas aparecen por reflejos en las pantallas del ordenador producidos por el principal foco de luz, o por la luz que entra desde las ventanas. Es importante que la oficina tenga persianas para poder regular la luz natural.

Para estar seguros de que la iluminación es la correcta, cada cierto tiempo hay que realizar mediciones con un luxómetro para medir la intensidad de la iluminación real y no subjetiva del ambiente.

Temperatura.

La climatización no debe ser una causa de incomodidad o molestia.

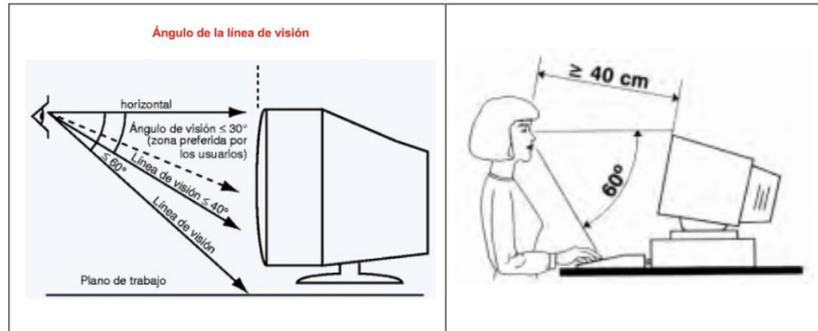
Se deben evitar las temperaturas demasiado cálidas por la calefacción en invierno, o extremadamente frías por el aire acondicionado en verano, ya que pueden causar malestar en los trabajadores. Además, los equipos de calefacción y aire acondicionado generan calor adicional.

El BOE recoge en el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, que la temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27 ° C.

Postura.

Los elementos que componen el equipo de trabajo deben estar colocados correctamente, y se tiene que hacer un buen uso de ellos.

La pantalla, debe estar a una distancia no inferior a 40 cm de los ojos del usuario, y la parte superior quedará a la altura de los ojos. Debe colocarse de manera que las áreas de trabajo que se visualicen continuamente tengan un ángulo de línea de visión comprendido entre la horizontal y 60° por debajo de la misma.



Ángulo de la línea de visión y correcta postura con respecto a la pantalla.

La postura ante la pantalla ha de ser cómoda, para evitar la aparición de fatiga muscular en la nuca o en el tronco. Debemos apoyar la espalda constantemente en el respaldo de la silla, regular la inclinación para estar con una postura erguida y sentarnos apoyados en toda la superficie.

Ruido.

Hay que establecer unas normas en cuanto al ruido en el ambiente de trabajo ya que el exceso de ruido provoca cansancio, incomodidad y fatiga mental. Además desconcentra en las labores de trabajo.

El ruido será medido periódicamente con un sonómetro, para cerciorarnos de que está por debajo de los valores límite de exposición (87 dB), tal como se indica en el BOE, Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

Almacén

Aquí tiene lugar la clasificación y orden de todos los productos que va recibiendo la empresa. Se hace un control de stock, se debe tener correctamente documentado todo lo que forma parte del inventario del almacén, y se debe organizar todo para tener un correcto almacenaje y tener bajo control el orden de éste.

Se debe clasificar, ordenar y guardar correctamente todo lo que se recibe por parte de los proveedores, y posteriormente, realizar lo mismo con las piezas fabricadas.

- Correcto anclaje de estantes y armarios tanto a la pared como al suelo para evitar posibles vencimientos o derrames.
- Se debe evitar la construcción de los almacenes con suelos de materiales resbaladizos.
- El espacio por el que van a circular los carros con los materiales a almacenar debe ser amplio y todo debe estar correctamente señalizado, incluyendo indicaciones de dónde están las cosas ubicadas.

Taller

Se desarrollan los procesos de soldadura y forja analizados en este trabajo, entre otros.

Un buen sistema de ventilación en el taller mecánico es primordial para mantener una adecuada calidad en el aire y conservar un ambiente saludable.

Además, la temperatura del taller se ve modificada cuando tienen lugar procesos que emplean maquinaria que desprende energía, y es algo a tener en cuenta.

La distribución de las entradas de aire limpio y salidas de aire viciado deberán asegurar una efectiva renovación del aire del local.

Las zonas de trabajo deben tener la señalización correspondiente para que cada trabajador sepa que tiene que emplear unas protecciones individuales u otras, dependiendo del trabajo que vaya a desempeñar.

El alumbrado en el taller se lleva a cabo con iluminación industrial, y al igual que en la oficina, se deberá controlar con un luxómetro la intensidad de la iluminación.

PROPUESTA DE SISTEMA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS

Para comenzar, voy a realizar una evaluación de riesgos laborales, con una identificación de posibles peligros que estos factores de riesgo pueden conllevar.

El puesto de trabajo a analizar consiste en labores de forja y soldadura de estructuras metálicas en taller.

En este puesto, se emplean herramientas manuales y equipos de trabajo varios para la mecanización de piezas metálicas.

La evaluación de riesgos laborales de estos puestos de trabajo se clasifica según:

- **Factor de riesgo.** Cualquier condición de trabajo que en su presencia aumenta considerablemente la probabilidad de que aparezca algún daño.
- **Riesgo.** Posibilidad de que ocurra algo que produzca efectos negativos que te pongan en peligro.
- **Probabilidad. *PB*.** Posibilidades de que se cumpla. Muy Baja (MB), baja (B), media (M) o alta (A).
- **Severidad. *SV*.** Muy Baja (MB), baja (B), media (M) o alta (A).
- **Gravedad. *GR*.** Muy Baja (MB), baja (B), media (M) o alta (A).

Comienzo con el estudio de los factores de riesgo, riesgo y medidas de control/ instrucciones para los procesos de soldadura aluminotérmica, y posteriormente, de forja.

<i>Factor de riesgo</i>	<i>Riesgo</i>	<i>PB</i>	<i>SV</i>	<i>GR</i>
Sobrecargar los carros en los que se transportan las herramientas, creando así un riesgo de rotura de sus soportes.	Caída de objetos por desplome o derrumbamiento durante los procesos de transporte de mercancías o del producto final elaborado	B	A	M
Caída de los carriles durante el transporte para realizar la soldadura aluminotérmica.				
Apilamiento inadecuado de los carriles que se soldarán en los camiones de transporte.				
Mover los lingotes para la forja a lugares no apropiados.				

<i>Factor de riesgo</i>	<i>Riesgo</i>	<i>PB</i>	<i>SV</i>	<i>GR</i>
<p>Este problema aparece frecuentemente en la manipulación de cargas pesadas con equipos de elevación o puentes grúa. La caída puede producirse por:</p> <p>Estado deficiente del equipo con el que movemos, alineamos, sujetamos o aproximamos los bordes de los carriles a soldar aluminotérmicamente.</p> <p>Estado deficiente de los accesorios de elevación y transporte de los lingotes de forja.</p> <p>Pasar los carriles a soldar o los lingotes a forjar por encima de sí mismo.</p> <p>Utilizar inadecuadamente el aparato para levantar cargas que superen la carga máxima autorizada para el equipo de elevación, o bien tirar o arrastrar indebidamente cargas sujetas al suelo.</p> <p>Falta de control visual por parte del operador de los movimientos de elevación y transporte de cargas.</p> <p>Deficiente distribución de los puntos de apoyo de los accesorios de elevación.</p> <p>Carga inestable y/o insuficientemente sujeta.</p> <p>Mala utilización de accesorios y herramientas para preparar los moldes refractarios para la soldadura aluminotérmica.</p> <p>No utilización de equipos de protección individual, mal estado de estos o utilización inadecuada.</p>	<p>Caída de objetos en manipulación.</p>	B	A	M
<p>Elementos punzantes existentes en las zonas de trabajo:</p> <p>En la soldadura aluminotérmica, podemos considerar como elementos punzantes peligrosos: las virutas que se generan en el corte de los bordes de los rieles (pueden tener bordes agudos al realizarse un corte a escuadra perfecta) y los restos generados tras el sellado de las uniones de los moldes refractarios con la pasta especial.</p> <p>En la forja, al cortar los lingotes con el rompedor de lingotes para preparar el desbaste de estos, se generan también residuos puntiagudos que deben ser retirados.</p> <p>Ausencia de limpieza en las zonas de trabajo.</p> <p>No utilización de calzado de seguridad contra cortes y pinchazos. Mal estado de este o utilización inadecuada.</p>	<p>Pisadas sobre objetos</p>	B	B	MB

<p>Iluminación inadecuada si la soldadura aluminotérmica o la forja se realiza en un taller o en el exterior sin buena luz natural. Obstáculos en las zonas de paso.</p>	<p>Choque contra objetos inmóviles</p>	<p>B</p>	<p>B</p>	<p>MB</p>
<p>Utilización de equipos de trabajo para los que la persona trabajadora no está autorizada ni formada. Los soldadores deben conocer bien el proceso de soldadura aluminotérmica, y los operarios encargados de cada proceso de forja igual.</p> <p>Retirada de los resguardos de las radiales y/o mala utilización de estos.</p>	<p>Choque contra objetos móviles</p>	<p>B</p>	<p>A</p>	<p>M</p>
<p>Manejo inadecuado o estado deficiente de las herramientas manuales de trabajo: en la soldadura aluminotérmica, las radiales empleadas para el corte de los bordes de los carriles, en la forja el rompedor de lingotes, destornilladores, martillos...</p> <p>Limpieza manual de los recortes y/o virutas.</p> <p>Ausencia o uso inadecuado de EPI's (guantes de protección mecánica).</p> <p>Lanzarse las herramientas de un operario a otro.</p> <p>Transporte de herramientas manuales con bordes agudos y/o cortantes.</p> <p>Presencia de materiales cortantes o con bordes agudos en las zonas de paso o en las proximidades de los puestos de trabajo.</p> <p>Tanto en la soldadura como en la forja, uso de sierra, radial y otros equipos de corte.</p>	<p>Golpes y/o cortes por objetos o herramientas</p>	<p>M</p>	<p>M</p>	<p>M</p>
<p>En la soldadura aluminotérmica, al precalentar los bordes de los carriles con los mecheros de aire o de propano-oxígeno. Al encender la carga aluminotérmica con bengala. Al fusionar el tapón especial para que fluya la colada del acero.</p> <p>En la forja, durante los tratamientos térmicos de normalizado, endurecido y temple.</p>	<p>Contactos térmicos</p>	<p>M</p>	<p>M</p>	<p>M</p>
<p>En la soldadura aluminotérmica, al emplear una radial para cortar, aparecen proyecciones de virutas o chispas de los materiales durante el proceso.</p> <p>Utilización de aire comprimido para la limpieza de virutas y/o recortes. Limpieza de la propia ropa del operario.</p> <p>Ausencia, no uso o ajuste inadecuado de gafas de seguridad.</p>	<p>Proyección de fragmentos o partículas</p>	<p>M</p>	<p>M</p>	<p>M</p>

<p>Tanto para la soldadura aluminotérmica como para la forja, no utilización de equipos de protección individual:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pantalla de protección de la cara y ojos. - Casco homologado. - Guantes de cuero de manga larga. - Mandil de cuero. - Polainas de apertura rápida. - Calzado de seguridad (preferiblemente aislante). <p>Acceso a las zonas donde se utilizan herramientas o maquinaria con riesgo de proyección de partículas o fragmentos.</p>	<p>Proyección de fragmentos o partículas</p>	<p>M</p>	<p>M</p>	<p>M</p>
<p>Equipos (en la soldadura aluminotérmica radial, mecheros encendedores de propano oxígeno; en la forja hornos, prensas,) con aislamiento defectuoso.</p> <p>Eliminación de las protecciones de los elementos en tensión.</p> <p>Deterioro de los cables eléctricos de alimentación a estos equipos.</p> <p>Caída de objetos sobre el cable eléctrico del equipo.</p> <p>Manejo inadecuado del material para la soldadura aluminotérmica..</p> <p>En zonas o locales húmedos o mojadas no utilización de tensiones de seguridad de 24 Voltios.</p> <p>PEMP (Plataforma elevadora móvil de personal) empleada para la revisión de los hornos de forja.</p>	<p>Contactos eléctricos</p>	<p>B</p>	<p>A</p>	<p>M</p>
<p>Manipulación o exposición a productos químicos, humos, sustancias, generados en:</p> <p>En la soldadura aluminotérmica, en el corte de los bordes de los carriles, en el sellado de las uniones de los moldes refractarios, en el precalentamiento con los mecheros de aire y de propano-oxígeno, en el encendido de ña carga aluminotérmica con la bengala ya que se generan llamaradas, y en la fusión del tapón para que fluya la colada del acero.</p> <p>En la forja, en la preparación del desbaste de los lingotes con el rompedor de lingotes, en el horneado de calentamiento, en el forjado y perforado del tocho y en los tratamientos térmicos.</p>	<p>Exposición a sustancias irritantes, químicas, nocivas y/o tóxicas</p>	<p>M</p>	<p>M</p>	<p>M</p>
<p>Utilización de sustancias para la limpieza de raíles recién cortados antes de la soldadura.</p>	<p>Contactos con sustancias químicas</p>	<p>B</p>	<p>M</p>	<p>B</p>

<i>Factor de riesgo</i>	<i>Riesgo</i>	<i>PB</i>	<i>SV</i>	<i>GR</i>
<p>Presencia de focos de ignición: - En la soldadura aluminotérmica llamas de los mecheros quemadores, chispas de la bengala encendedora.</p> <p>En la forja, chispas en el desbaste y taladrado de los lingotes.</p> <p>Presencia de aceites, grasas y/o cualquier producto combustible capaz de combinarse dando lugar a una explosión.</p> <p>Inadecuado mantenimiento del equipo de soldadura.</p> <p><i>Malas prácticas:</i></p> <p>- Fumar durante la manipulación o uso de las herramientas.</p>	Explosiones	B	A	M
<p>Mala ubicación de los focos de ignición, incluso uso incorrecto de los mecheros o bengalas necesarios para la soldadura aluminotérmica.</p> <p>Incumplimiento de las distancias de seguridad indicadas.</p>	Incendios	B	A	M
<p>Trabajos en las proximidades de zonas donde se estén realizando trabajos de soldadura.</p>	Exposición a radiaciones ópticas artificiales	A	A	M
<p>En la soldadura aluminotérmica, trabajos con movimientos repetitivos en el uso de radial para el corte de los bordes de los raíles, preparación de los moldes para la soldadura, precalentar los bordes de raíles con mecheros, partir moldes, eliminar rebabas tras la soldadura.</p> <p>En la forja, corte con el rompedor de lingotes, movimiento de los lingotes de un horno al otro y cambio de máquinas, prensado de los tochos.</p>	<p>Sobreesfuerzos.</p> <p>Movimientos repetitivos</p>	A	A	A

A todos estos factores de riesgo hay que añadir los riesgos causados por la insatisfacción derivada de factores psicosociales. Los factores de riesgo pueden ser el tiempo de trabajo, el trabajo a turnos, la carga de trabajo y los conflictos.

Tras haber realizado este análisis sobre los riesgos laborales que se pueden dar en estos puestos de trabajo, he elaborado una serie de medidas de control e instrucciones para prevenir los riesgos laborales estudiados.

Medidas de control/Instrucciones. Decisiones que se deben llevar a cabo para prevenir o eliminar los *factores de riesgo* y los *riesgos*, haciendo así que la probabilidad, severidad y gravedad sean bajas.

<i>Riesgo</i>	<i>Medidas de control / Instrucciones</i>
<p>Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.</p>	<p>Para la soldadura aluminotérmica, revisar periódicamente el correcto apilado de los railes en los camiones de transporte, así como el estado de estos camiones. Los railes más largos y por lo tanto más pesados deberán ubicarse en la zona baja de los remolques. No sobrecargar los camiones.</p> <p>Planificar por el responsable de los trabajos los arriostramientos (utilizados en los railes para reducir el pandeo lateral) necesarios.</p> <p>En los almacenes de los tochos que serán forjados, no ubicar las estanterías de almacenamiento por detrás y en las proximidades del puesto de trabajo del operador de los equipos de trabajo.</p> <p>Revisar periódicamente el correcto estado de los dispositivos de sujeción de estanterías y equipos de trabajo.</p> <p>Extremar las precauciones durante el apilamiento de los tochos a forjar, comprobando regularmente su correcta estabilidad.</p> <p>Asegurarse de la adecuada estabilidad de las piezas a trabajar, disponiendo en caso de ser necesarios los elementos de sujeción adecuados para evitar su caída imprevista.</p>
<p>Caídas de objetos en manipulación</p>	<p>Disponer zonas específicas para los acopios de materiales y herramientas a utilizar, tanto en las vías del tren para realizar la soldadura aluminotérmica como en las naves donde se realiza el forjado de los tochos para las ruedas del tren.</p> <p>Planificar revisiones periódicas de la estructura de los equipos, de sus cables y de los accesorios de elevación.</p> <p>No pasar nunca los carriles a soldar o los lingotes a forjar por encima de personas.</p> <p>Información de los pesos de todas las cargas susceptibles de ser levantadas.</p> <p>La carga deberá llevarse suspendida siempre a la altura mínima posible teniendo en cuenta las instalaciones y el personal.</p>
<p>Pisadas sobre objetos</p>	<p>Retirar de forma inmediata las virutas o materiales punzantes que se detecten en la zona de trabajo, tanto en la realización de la soldadura aluminotérmica como en el forjado de los tochos.</p> <p>Cada persona trabajadora será responsable de mantener el orden y limpieza en su área de trabajo.</p> <p>Utilizar siempre calzado de seguridad con plantilla reforzada adecuado para la protección contra cortes y pinchazos.</p>

<p>Choque contra objetos inmóviles</p>	<p>Mantener en perfecto estado las luminarias, limpiando y sustituyendo las lámparas fundidas.</p> <p>Evitar la presencia de materiales en las zonas de paso en caso de ser inevitable dicha presencia deberán señalizarse y balizarse adecuadamente.</p> <p>En aquellas zonas en las que se precise trabajar y se encuentren objetos fijos a baja altura, deberá emplearse casco protector de la cabeza para reducir las consecuencias de un posible golpe.</p>
<p>Choque contra objetos móviles</p>	<p>No se manipulará ni utilizará ningún equipo de trabajo para el cual la persona trabajadora no está autorizada ni formada, especialmente cuando se encuentren en un centro de trabajo ajeno (por ejemplo, realización de soldadura aluminotérmica en unas vías ferroviarias y no en un taller de soldadura propio, o fabricación de una tirada de ruedas de tren en un taller ajeno) y el equipo sea propiedad de la empresa titular.</p> <p>Se prohíbe la retirada de resguardos y dispositivos de seguridad de los equipos de trabajo.</p>
<p>Golpes y/o cortes por objetos o herramientas</p>	<p>Todas las herramientas defectuosas deberán ser rechazadas y sustituidas por otras en buenas condiciones.</p> <p>Se utilizarán herramientas manuales de limpieza (escobillas, cepillos) para retirar las virutas y/o recortes.</p> <p>Utilización de guantes de protección mecánica durante las operaciones con herramientas manuales, cambio de herramienta de corte y manipulación de piezas.</p> <p>No lanzar nunca las herramientas para otro compañero.</p> <p>Extremar las precauciones durante el transporte de herramientas manuales con bordes agudos y/o cortantes, quedando prohibido el transporte de estas en los bolsillos, debiendo emplearse únicamente bolsas o cajas portaherramientas adecuadas.</p> <p>Ubicar adecuadamente los materiales cortantes o con bordes agudos de forma que se impida el contacto inesperado de las personas trabajadoras con ellos.</p> <p>Se mantendrán en correcto estado y no se retirarán o manipularán bajo ningún concepto resguardos y otro tipo de dispositivos de seguridad de máquinas de corte. Se seguirán las instrucciones de seguridad de los equipos de trabajo.</p>
<p>Contactos térmicos</p>	<p>Utilización de equipos de protección individual propios del soldador con protección contra contactos térmicos cuando se realicen trabajos de soldadura.</p> <p>Evitar entrar en contacto con zona de corte de los equipos de trabajo.</p>

<p>Proyección de fragmentos o partículas</p>	<p>Será obligatorio el uso de gafas de protección o pantallas de protección facial en función del riesgo de la propia proyección (tipo F1).</p> <p>Cumplir con las obligaciones del uso de gafas o pantallas faciales de protección en los trabajos con riesgo de proyecciones, especialmente durante el uso de la radial.</p> <p>Prohibición de utilizar el aire comprimido para limpieza de virutas, recortes y la propia ropa de trabajo.</p> <p>Cuando se trabaje en zonas donde otros compañeros trabajen con riesgos de proyecciones, se utilizarán las gafas o pantallas de protección.</p> <p>Para picar la escoria o cepillar la soldadura, se protegerán los ojos con gafas de seguridad o con pantalla de protección facial.</p> <p>En los trabajos de soldadura tanto el operario como el ayudante deberán utilizar los equipos de protección individual dispuestos para tal fin, ropas de protección propias de los soldadores adecuadas para la protección térmica y mecánica.</p> <p>Serán obligatorios gafas de protección o pantallas de protección facial en los siguientes equipos: taladros, radiales con disco de corte, trabajos con prensas con martillos, trabajos de soldadura, independientemente del punto donde se manipulen.</p> <p>Cuando se trabaje en zonas donde otros compañeros trabajen con estos equipos, capaces de provocar la proyección de partículas, se utilizarán las gafas de protección o se procederá a la colocación de pantallas de protección separadoras.</p> <p>Las emisiones de gases generadas durante la soldadura aluminotérmica con el empleo de los mecheros de aire/ propano-oxígeno deberán ser controlados en todo momento.</p>
<p>Contactos eléctricos</p>	<p>La empresa, tanto para la realización de procesos de soldadura aluminotérmica como de forja, restringirá el acceso a cuadros e instalaciones eléctricas de Alta y Baja Tensión exclusivamente al personal cualificado y responsable del mantenimiento eléctrico.</p> <p>Sustituir inmediatamente cualquier cable eléctrico que se encuentre deteriorado.</p> <p>Evitar que los cables de los equipos eléctricos descansen sobre objetos calientes, charcos, bordes afilados o cualquier otro lugar que pudiera perjudicar el aislamiento. También se evitará el paso de vehículos por encima de los mismos.</p> <p>Antes de realizar cualquier manipulación en la máquina se cortará la corriente, incluso para moverla.</p> <p>Inspeccionar antes de su utilización el material de la instalación de soldadura, principalmente los cables de alimentación del equipo dañados o pelados, empalmes o bornes de conexión aflojados o corroídos, mordazas del porta-electrodos o bridas de tierra sucias o defectuosas.</p> <p>Evitar que el puesto de soldadura esté sobre zonas húmedas, en cualquier caso, se deben secar adecuadamente antes de iniciar los trabajos.</p>
<p>Exposición a sustancias irritantes, químicas,</p>	<p>En el caso de realizar la soldadura aluminotérmica en un recinto cerrado, poner en funcionamiento los sistemas de extracción de humos/ventilación; a ser posible, realizar todas las operaciones en una zona con buena ventilación, utilizando siempre que sea posible herramientas y equipos de trabajo con aspiración localizada.</p> <p>Consultar, antes de su utilización, la información, sobre las propiedades, peligros, medidas de protección y uso, de todos los productos químicos que se utilicen (dicha información puede ser obtenida de la ficha de datos de seguridad o de la etiqueta del propio envase de los productos utilizados).</p>

nocivas y/o tóxicas	Utilizar los equipos de protección individual que hayan sido indicados en la ficha de datos de seguridad o en la etiqueta del envase de los productos químicos utilizado, para evitar el contacto de los productos con los ojos, manos y vías respiratorias.
Contactos con sustancias químicas	<p>Para la limpieza de cualquier superficie, por pequeña que parezca, utilizar equipos de protección individual adecuados para el manejo de sustancias cáusticas y/o corrosivas, guantes de nitrilo.</p> <p>Disponer de las fichas de seguridad del producto a utilizar. Siempre que se compre algún producto nuevo, se solicitará al proveedor la ficha de seguridad de éste.</p>
Explosiones	<p>Se pondrá especial cuidado en evitar que las chispas producidas por la radial en el corte de los bordes de los raíles alcancen o caigan sobre cualquier material inflamable.</p> <p>Se evitará todo contacto de botellas, válvulas, reguladores, mangueras e instalaciones anexas con aceites, grasas y otros productos combustibles, ya que los aceites y ciertos gases como el oxígeno, propano, empleados en la soldadura aluminotérmica para precalentar los bordes de los raíles a soldar, pueden combinarse, dando lugar a una violenta explosión.</p> <p>Para el encendido de las bengalas para la carga aluminotérmica, se tendrá especial cuidado.</p> <p>Se prohíbe fumar durante la manipulación y uso de gases inflamables y comburentes; a este efecto, se dispondrá de una señalización apropiada.</p>
Incendios	<p>Evitar que: las chispas producidas por la radial al realizar cortes en los bordes de los raíles para realizar la soldadura aluminotérmica, las chispas de la bengala encendedora, y las chispas que se producen durante el desbaste y taladrado en forja, caigan sobre las mangueras o alcancen líquidos y/o superficies inflamables (la distancia del lugar de trabajo a los materiales no debería ser menor de diez metros).</p> <p>No utilizar jamás el oxígeno para soplar o limpiar piezas, tuberías, etc., y mucho menos para favorecer la ventilación del ambiente. El exceso de oxígeno en el aire provoca un grave riesgo de incendio.</p> <p>No trabajar con la ropa manchada de grasa, disolvente o cualquier otra sustancia que pueda inflamarse.</p> <p>Debe soldarse con ropa protectora difícilmente inflamable. No utilizar ropa interior de fibras artificiales.</p> <p>Disponer de un extintor de incendios adecuado a los trabajos a realizar.</p> <p>Revisar periódicamente el correcto estado de los extintores y realizar reciclajes periódicos en la formación sobre el manejo de estos.</p>
Exposición a radiaciones ópticas artificiales	<p>Disponer mamparas anti-proyecciones de soldadura aislando los puestos de soldadura del resto del taller. Utilizar pantalla de soldadura, tanto para la persona trabajadora que suelda como para el ayudante si se encuentra expuesto.</p> <p>En operaciones de soldadura se procurará apantallar la zona de soldadura con telas o cortinas ignífugas para evitar que la radiación en forma de luz afecte a la vista de otros compañeros.</p>

También hay que mencionar el riesgo de que exista una insatisfacción a nivel personal, derivada de factores psicosociales. Para este tipo de riesgos, las medidas de control o instrucciones que propongo son:

Priorizar las tareas importantes, marcándose siempre metas alcanzables y realistas a nivel personal, quizá guiadas con una agenda personal para ahí ir apuntando los logros.

Hay que aprender a escuchar/decir un NO. No llevar el trabajo para tu casa. Y, por último, reservar tiempo para tu vida personal y para tu familia, cuidando así la calidad de vida.

EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES
Y
PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA

Una vez analizados los factores de riesgo, riesgos, y presentadas medidas de control e instrucciones generales, voy a preparar una ficha de evaluación de los riesgos laborales que conllevan la soldadura aluminotérmica y la forja.

Empresa

Ámbito

Descripción de tareas

Análisis del puesto de trabajo:

Las tareas rutinarias del puesto de trabajo consisten en:

- Trabajos de soldadura aluminotérmica para la construcción de vías férreas.
- Trabajos de forja.
- Manejo de carretillas para el transporte de materiales necesarios para desarrollar el proceso de soldadura aluminotérmica.
- Manejo de puentes grúa para transporte de cargas.
- Trabajos de limpieza de piezas.
- Limpieza con disolvente, pequeños acabados.

Acto/Condición detectada

Manipulación de piezas y herramientas

Riesgo identificado

Caídas de objetos en manipulación

Medida preventiva

Fecha última revisión

- Utilizar calzado de seguridad con puntera reforzada y suela anti-perforante.
- Utilizar guantes anti-corte.

Acto/Condición detectada

Utilización de herramientas manuales

Riesgo identificado

Golpes/cortes por objetos o herramientas

Medida preventiva

Fecha última revisión

- Cuando se manipulen herramientas manuales, se seguirán las recomendaciones de utilización de herramientas.

Acto/Condición detectada

Operaciones de acabado tras proceso mecánico

Riesgo identificado

Proyección de fragmentos o partículas o salpicaduras

Medida preventiva

Fecha última revisión

- Utilizar gafas protectoras cerradas o mejor pantalla facial.
- No desmontar nunca la protección de la herramienta de acabado.
- No intentar realizar una operación en una sola maniobra.
- El suministro eléctrico a la herramienta de acabado se efectuará mediante manguera antihumedad a partir del cuadro general, dotada con clavijas macho-hembra estancas.

PLAN DE TRABAJO

Un plan de trabajo es un instrumento que se emplea para estructurar y regular a información más importante que se analiza al realizar una evaluación de los riesgos laborales.

Se trata de una ficha en la que aparecen los datos de la empresa, y las actividades que contrata cuando decide prevenir los riesgos laborales. Estas actividades contratadas varían dependiendo del tipo de empresa y los trabajos que se realicen en ella.

El encargado de supervisar estas actividades y dar el visto bueno es quién rellena el plan de trabajo y lo firma.

Empresa: C.I.F./N.I.F.: Actividad: Domicilio Social: Centro de trabajo: Nº Contrato: Inicio Contrato: Sector:	Técnico asignado: Teléfono de contacto: Interlocutor en la empresa: Función que desempeña: Teléfono de contacto:
Trabajadores:	
Actividades contratadas	ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC
<input checked="" type="checkbox"/> Programación de Actividades <input checked="" type="checkbox"/> Formación <input checked="" type="checkbox"/> Evaluación de Riesgos <input checked="" type="checkbox"/> Medición de Ruido <input checked="" type="checkbox"/> Medición de Humos de Soldadura <input checked="" type="checkbox"/> Control de Condiciones de Seguridad <input checked="" type="checkbox"/> Simulacro de Incendios <input checked="" type="checkbox"/> Verificación de la Integración de la Prevención <input checked="" type="checkbox"/> Adecuación de Máquinas al RD	
Se hará una visita mensual para comprobar.	
Conforme empresa	Conforme Servicio de Prevención

CONCLUSIONES

En este TFG se han estudiado dos procesos mecánicos imprescindibles para el mundo ferroviario: la soldadura aluminotérmica y la forja.

La soldadura aluminotérmica es indispensable para llevar a cabo la soldadura de los rieles, ya que es el tipo de soldadura que mejor encaja con la función que se desempeña. Como hemos visto, se utiliza un molde refractario y se coloca alrededor de los extremos del riel. Se precalientan los extremos del riel y se llena desde un crisol con la carga, que ya está preparada y calentada químicamente.

La forja es esencial para la obtención de las ruedas del tren. Se preparan adecuadamente los lingotes, se transforman en tochos adecuados para ser forjados, y se laminan y mecanizan para finalmente tener las ruedas.

Este estudio técnico y teórico ha sido necesario para posteriormente poder realizar el análisis de los riesgos que se dan en los procesos de producción de estos elementos fundamentales del mundo ferroviario.

Con el estudio de los principales factores de riesgo que pueden aparecer, he presentando medidas de control y actitudes de trabajo que considero que pueden ser suficientes para prevenir la aparición de estos riesgos.

Se debe destacar que las condiciones de trabajo y los factores de riesgo pueden variar de forma que se presenten problemáticas muy diferentes en función de las labores y tareas que se tengan que realizar, de las condiciones de trabajo, de la urgencia o incluso de los medios disponibles en el momento de realizar cada proceso.

Motivación

Siempre me ha interesado mucho el mundo ferroviario. Este curso, decidí hacer prácticas en una empresa de proyectos de ingeniería, en la que se trabajaba con trenes.

En cuanto a la parte de prevención de riesgos laborales, cuando estuve de Erasmus en Austria cursé asignaturas relacionadas con los riesgos laborales, y este curso comencé a trabajar como becaria en una empresa. Al llegar, recibí una serie de formaciones en diferentes campos y una de ellas fue una formación sobre prevención de riesgos laborales.

Me entusiasma este tema y es algo imprescindible para el correcto desarrollo de la vida laboral.

Competencias adquiridas (guía docente)

Considero que mi TFG cumple las siguientes competencias de la guía docente:

Aludiendo a competencias genéricas, pienso que tengo capacidad para combinar los conocimientos generalistas y los especializados de Ingeniería para generar propuestas innovadoras y competitivas en la actividad profesional (C3);
capacidad para resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico (C4);
capacidad para comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en castellano (C5).

En cuanto a competencias específicas, opino que aplico los conocimientos para la seguridad y salud laboral y prevención de riesgos laborales, realizando un plan y proyecto (C30);
aplico la ingeniería de materiales, incluyendo materiales no convencionales y sus aplicaciones específicas (C32);
gestiono un proyecto de ingeniería mecánica incluyendo la planificación, dirección, ejecución, evaluación y seguridad (C33);
defino, implanto y gestiono procesos de fabricación para la conformación de conjuntos mecánicos según especificaciones de diseño (C40).

Agradecimientos

A mis padres y mi hermana todo el apoyo recibido en estos años de carrera. Por dedicarme su tiempo, por haber invertido recursos en mí, para darme el mejor regalo posible: la formación y herramientas necesarias para poder ser libre. En muchos momentos, se ha hecho muy duro y han sido siempre mi pilar fundamental para seguir luchando y seguir adelante.

A mis amigos de Tudela, por haberme ayudado a despejarme y motivarme siempre que ha hecho falta.

A mis compañeros de clase de Zaragoza, con los que hemos luchado (y también disfrutado y aguantado) hasta el final.

A mi tutor Pedro, por haberme ayudado con todo lo que he necesitado y haberme dejado desarrollar el trabajo a mi manera y libremente, siempre estando ahí y guiándome con su consejo y opinión.

A todos los profesores con los que he ido coincidiendo en estos años de carrera, por haber fomentado las ganas de estudiar y de continuar aprendiendo, y por toda la ayuda recibida.

BIBLIOGRAFÍA

- Hernández Riesco, G. (2011). **MANUAL DEL SOLDADOR**. 20ª ed. Madrid. Cesol.
- Fricke, H. (1987). **WELDING, METALS HANDBOOK**. 9ª ed. Ohio. ASM International.
- Houldcroft, P.T. (1980). **TECNOLOGÍA DE LOS PROCESOS DE SOLDADURA**. Barcelona.
- Montoya Buitrago, C.F. (2014). **ESTRUCTURA PARA EL EMPAQUE DE PRODUCTOS EN FORJA ARQUITECTÓNICA**. 1ª ed. Revista Grafías.
- García Mateos, A. (2000). **FORJA PARA INGENIEROS**. 1ª ed. Bilbao. Estudios Grafor.
- **Normativa Renfe Vía**. Normas técnicas. NAV. 3-3-1.0. Juntas de carriles. Juntas aislantes baquelizadas – organismo redactor: Renfe. Área de inversiones. Gabinete de proyectos y Normas.
- **MANUAL PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES**. 1ª ed. Málaga. Publicaciones Vértice.
- Lorca Rubio, J.L. (2012). **PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES**. 3ª ed. Valencia. Esfera.
- Cabaleiro Portela, V.M. (2006). **Prevención de riesgos laborales: normativa de seguridad e higiene en el puesto de trabajo**. 1ª ed. Vigo. IdeasPropias.
- **BOE, Real Decreto 286/2006**, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- **BOE, Real Decreto 486/1997**, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- World Health Organization's website. **OMS**.

ANEXOS

Breve diccionario de términos empleados en este Trabajo de Fin de Grado.

Prensa para forjar.

La prensa es una máquina que sirve para comprimir. Se compone de plataformas rígidas que se aproximan por accionamiento hidráulico, mecánico o manual. Si la prensa es hidráulica, se acciona mediante un émbolo introducido en un cilindro lleno de líquido.

Laminador especial de ruedas.

Tipo de prensa que suele constar de dos rodillos, o un rodillo y una plancha.

Grúa puente / Grúa puente con electroimanes

Tipo de grúa que es empleado en fábricas e industrias para izar y desplazar cargas pesadas, movilizandose de esta manera piezas de grandes dimensiones. Se pueden cambiar sus soportes para elevar diferentes materiales féreos.

Acería

Fábrica de acero

Soplete oxiacetilénico

Soplete que dirige la llama de combustión de los gases oxígeno y acetileno.

Transportador de rodillos

Dispositivo mediante el cual se trasladan diversos objetos a través de rodillos metálicos. Para que los objetos puedan ser trasladados deben tener una forma regular.

Mordaza con accionamiento hidráulico

Sujeción y amarre con gran capacidad de cierre.

Motor jaula de ardilla

Motor eléctrico de inducción, su parte rotatoria (rotor) está constituido por barras conductoras paralelas a la dirección axial, dispuestas en forma cilíndrica alrededor del eje, forma que recuerda a una jaula de ardilla.

- Señales e indicaciones en el puesto de trabajo

1. Señales de advertencia.

Forma triangular. Pictograma negro sobre fondo amarillo (el amarillo deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal), bordes negros.



Como excepción, el fondo de la señal sobre «materias nocivas o irritantes» será de color naranja, en lugar de amarillo, para evitar confusiones con otras señales similares utilizadas para la regulación del tráfico por carretera.

2. Señales de prohibición.

Forma redonda. Pictograma negro sobre fondo blanco, bordes y banda (transversal descendente de izquierda a derecha atravesando el pictograma a 45° respecto a la horizontal) rojos (el rojo deberá cubrir como mínimo el 35 por 100 de la superficie de la señal).



