

*“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL
ÁMBITO NAVAL”*



Escuela Politécnica Superior de Ingeniería Sección Náutica, Máquinas y
Radioelectrónica naval

Universidad de La Laguna

TRABAJO FIN DE GRADO

“Corte robotizado por arco plasma y corte oxiacetilénico en el ámbito naval”

D. Acoran Francisco Rivero Pérez

25/05/2023

*“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL
ÁMBITO NAVAL”*

*“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL
ÁMBITO NAVAL”*

“Corte robotizado por arco plasma y corte oxiacetilénico en el ámbito naval”



Directores

Dr. D. Federico Padrón Martín

D. Servando Raimundo Luis Leon

Nombre: Acoran Francisco Rivero Pérez

Grado: Tecnologías Marinas

Mayo 2023

*“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL
ÁMBITO NAVAL”*

*“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL
ÁMBITO NAVAL”*

Dr. Don Federico Padrón Martín. Profesor contratado doctor tipo I. Asociado al área de conocimiento de ciencias y técnicas de la navegación. Perteneciente a la unidad departamental de marina civil de la universidad de La Laguna hago constar que:

Don Acoran Francisco Rivero Pérez ha realizado el trabajo de fin de grado bajo mi dirección con el título:

“Corte robotizado por arcoplasma y corte oxiacetilénico en el ámbito naval”

Revisado dicho trabajo, estimo que reúne los requisitos para ser juzgado por el tribunal que sea designado para su lectura.

Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y firmo el presente documento.

En Santa Cruz de Tenerife a 25 de Mayo de 2023

Fdo. Federico Padrón Martín
Tutor del trabajo de fin de grado

*“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL
ÁMBITO NAVAL”*

*“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL
ÁMBITO NAVAL”*

D. Servando Raimundo Luis León. Profesor asociado al área de conocimiento de construcciones navales. Perteneciente a la unidad departamental de marina civil de la universidad de La Laguna hago constar que:

Don Acoran Francisco Rivero Pérez ha realizado el trabajo de fin de grado bajo mi dirección con el título:

“Corte robotizado por arco plasma y corte oxiacetilénico en el ámbito naval”

Revisado dicho trabajo, estimo que reúne los requisitos para ser juzgado por el tribunal que sea designado para su lectura.

Para que conste y surta los efectos oportunos, expido y firmo el presente documento.

En Santa Cruz de Tenerife a 25 de Mayo de 2023

Fdo. Servando Raimundo Luis León
Tutor del trabajo de fin de grado

*“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL
ÁMBITO NAVAL”*

*“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL
ÁMBITO NAVAL”*

Agradecimientos:

Quiero agradecer a los tutores de éste TFG, D. Federico Padrón Martín y D. Servando Raimundo Luis León por haberme guiado a lo largo del curso para poder realizar dicho trabajo de fin de grado. También agradecer a la empresa Tenerife Shipyards, por haberme dado la oportunidad de realizar dicho TFG sobre dos de sus máquinas, y haberme ayudado en todo momento cuando lo requería.

*“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL
ÁMBITO NAVAL”*

“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL ÁMBITO NAVAL”

ÍNDICE

I	INTRODUCCIÓN	13
II	OBJETIVOS	18
III	REVISIÓN Y ANTECEDENTES	22
3.1	ESTABLECIMIENTO DE LA ROBÓTICA A NIVEL TECNOLÓGICO.	24
3.2	INTRODUCCIÓN DE LOS PROCESOS DE CORTE EN LOS MECANIZADOS A NIVEL INDUSTRIAL.	25
3.2.1	<i>Proceso de corte oxiacetilénico.</i>	26
3.2.2	<i>Proceso de corte por arco plasma.</i>	27
3.2.3	<i>Principales diferencias entre el corte oxiacetilénico y corte por arco plasma.</i>	27
3.3	INTRODUCCIÓN DE LA ROBÓTICA EN LOS PROCESOS DE CORTE A NIVEL INDUSTRIAL.....	28
3.4	DISTINTOS DISPOSITIVOS ROBÓTICOS A NIVEL INDUSTRIAL RELACIONADOS CON EL CORTE.	29
3.5	INTRODUCCIÓN DE LA ROBÓTICA EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN Y REPARACIÓN NAVAL.	31
3.6	ESTUDIOS Y ARTÍCULOS RELACIONADOS CON LA TEMÁTICA DE ESTE TFG.....	32
IV	METODOLOGÍA	34
4.1	DOCUMENTACIÓN BIBLIOGRÁFICA.	36
4.2	METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE CAMPO.	36
4.3	MARCO REFERENCIAL.....	36
V	RESULTADOS	38
5.1	MÁQUINA DE CORTE. OXIACETILÉNICA Y ARCOPLASMA AJAN CNC (APLICACIÓN PRÁCTICA SOBRE PLANCHA Y TUBERÍAS).....	40
5.1.1	<i>Funcionamiento de la máquina</i>	40
5.1.1.1	Funcionamiento de la máquina en Arco plasma.....	41
5.1.1.2	Funcionamiento de la máquina por corte Oxiacetilénico	42
5.1.2	<i>Partes que componen la máquina</i>	43
5.1.3	<i>Alcance de la máquina</i>	49
5.1.3.1	Especificaciones técnicas sobre el espesor de las planchas	49
5.1.3.2	Especificaciones técnicas sobre el espesor de las tuberías	50
5.1.3.3	Especificaciones técnicas sobre los consumibles	50
5.2	MÁQUINA DE CORTE, ARCOPLASMA HGG 1200 Mk3 (APLICACIÓN PRÁCTICA EN VIGAS)	51
5.2.1	<i>Funcionamiento de la máquina</i>	51
5.2.2	<i>Partes que componen la máquina</i>	51
5.2.3	<i>Alcance de la máquina</i>	56
5.2.3.1	Función específica respecto a los tipos de viga	56
5.3	SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN CNC	57
5.3.1	<i>CAD/CAM</i>	57
5.3.2	<i>Programación manual a “pie de máquina”</i>	58
5.4	CÓMO SE REALIZA EL CORTE Y UN EJEMPLO DE TRABAJO REALIZADO CON ARCOPLASMA	67
5.5	VENTAJAS E INCONVENIENTES DE ESTAS MÁQUINAS DE CORTE.	71
5.6	DIAGRAMA DE BLOQUES INDICANDO LOS PASOS A SEGUIR.	71
VI	CONCLUSIONES	73
VII	BIBLIOGRAFÍA	77

*“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL
ÁMBITO NAVAL”*

*“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL
ÁMBITO NAVAL”*

I INTRODUCCIÓN

*“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL
ÁMBITO NAVAL”*

I. INTRODUCCIÓN

En éste primer capítulo denominado introducción, vamos a plasmar de una manera genérica la idea que intentamos transmitir en relación con la utilización del corte robotizado.

Éste trabajo surge en mi periodo de prácticas debido al asombro en la utilización de un brazo robótico para el mecanizado de una pieza y de cómo se fusiona el control numérico computarizado (CNC) con el corte. También, de cómo los soldadores se deben de formar en código numérico y la utilización de programas externos, para el manejo de dicha maquinaria.

Nos gustaría incluir las limitaciones que tiene este corte robotizado, debido a que en determinadas situaciones se requerirá de un soldador cualificado anteponiéndolo a la utilización del corte robotizado.

Este trabajo de fin de grado ha surgido de la realización de mis prácticas académicas en la empresa Tenerife Shipyards, observando en la misma una máquina de corte por un brazo robótico. Y quedándome impactado al ver la facilidad con la que corta una pieza y el breve periodo de tiempo que necesita para lograrlo. Asimismo, me sorprendió que el corte de una pieza de gran escala, dónde sin este tipo de maquinaria, se tiene que contratar una cantidad de soldadores cualificados para la realización del corte.

Finalmente queremos dar a conocer la importancia que se tiene que dar a la incorporación de asignaturas que guarden relación con la maquinaria automatizada en las carreras técnicas del sector naval. Ya que, en mi caso, se realizó una breve explicación superficial, y se desconoce la aplicación práctica del código numérico computarizado (CNC) y la utilización del código en programas CNC. Y haremos una reivindicación a la importancia de la enseñanza de dichas asignaturas, debido a que con el paso del tiempo son cada vez más los procesos automatizados en este ámbito. Nos percatamos del hecho de que existe un distanciamiento entre lo enseñado en la carrera y lo que se debe de aplicar en algunos aspectos. Como, por ejemplo, una asignatura que enseñe código numérico computarizado, y más en carreras técnicas aplicadas al sector naval.

Destacaremos que el control numérico computarizado no se aplica únicamente al corte por brazo robótico, sino que se aplica a tornos y fresadoras también.

*“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL
ÁMBITO NAVAL”*

RESUMEN:

Con la incorporación en el campo industrial de la robótica, hoy en día ya se encuentra introducida esta tecnología en el ámbito naval, y explicar de manera breve la unión entre el control numérico computarizado (CNC) y los procedimientos de corte tradicionales. En este caso, se explicará la unión entre un elemento robotizado y el corte. Donde dicho corte viene en relación con el corte por arco plasma y corte oxiacetilénico, aplicado al mecanizado de una pieza dentro del sector naval.

Palabras clave: CNC, Corte oxiacetilénico, Corte por arco plasma, Brazo robotizado.

ABSTRACT:

With the incorporation of robotics issues in the industrial field, nowadays this technology is already introduced in the naval field, and briefly explain the union between traditional cutting procedures and the use of computer numerical control (CNC). In this case, the connection between a robotic element and cutting will be explained. This cutting is related to plasma arc cutting and oxyacetylene cutting, applied to the machining of a part in the naval sector.

Keywords: CNC, Oxyacetylene cutting, Plasma arc cutting, Robotic arm.

*“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL
ÁMBITO NAVAL”*

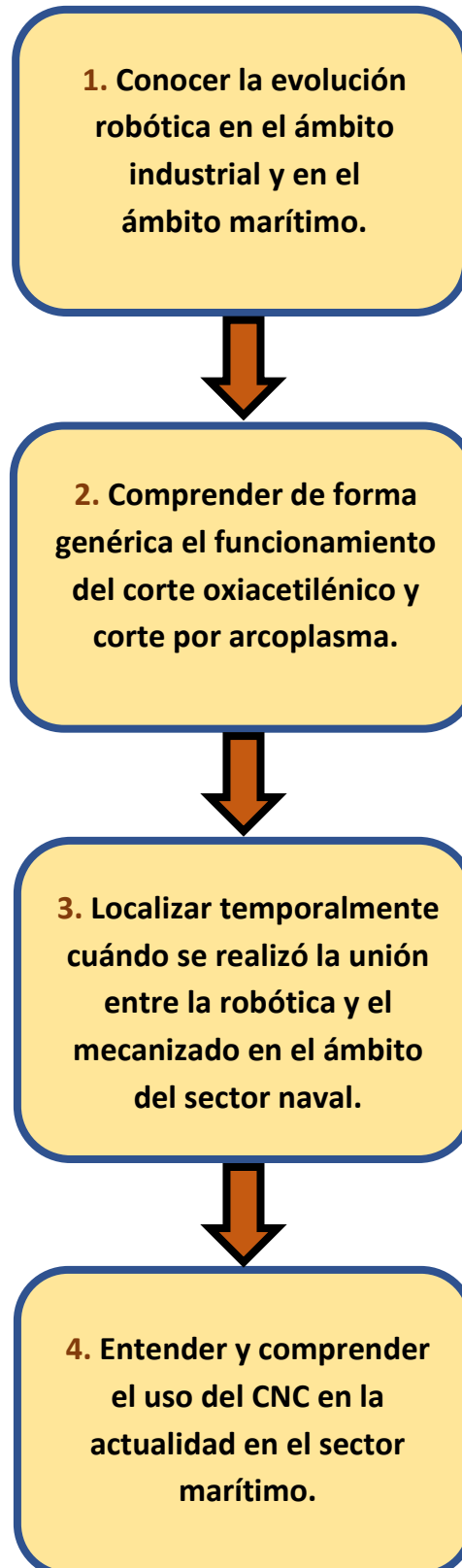
*“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL
ÁMBITO NAVAL”*

II OBJETIVOS

*“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL
ÁMBITO NAVAL”*

II. OBJETIVOS

Los objetivos que se pretenden alcanzar en este TFG son los que se muestran a continuación:



*“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL
ÁMBITO NAVAL”*

III REVISIÓN Y ANTECEDENTES

*“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL
ÁMBITO NAVAL”*

III. REVISIÓN Y ANTECEDENTES

En este tercer capítulo denominado “*Revisión y Antecedentes*” comenzaremos el mismo con una breve descripción de los antecedentes históricos de la robótica desde el punto de vista de la tecnología.

3.1 Establecimiento de la robótica a nivel tecnológico.

Lo primero, sería definir el concepto de robótica, que es la ciencia que agrupa varias disciplinas de la tecnología teniendo como objetivo el diseño de maquinaria programada para realizar tareas de forma automática. [1]

Si queremos saber sobre el establecimiento de la robótica a nivel tecnológico, debemos conocer las revoluciones industriales que se han producido a lo largo de la historia. La primera revolución industrial se produce en el año 1786, cuando se aplican máquinas de vapor en la industria. La segunda revolución industrial, se inicia a mediados del siglo XIX y se caracteriza por la implementación de la electricidad en el ámbito industrial. La tercera revolución industrial, se inicia a partir de 1920, dónde la electrónica recibió un gran impulso. Finalmente, llegamos a la cuarta revolución industrial, que es un rasgo característico de nuestra época y se le llama “*automatización industrial*”, dado que la maquinaria se encuentra controlada por medio de computadores. [2]

En definitiva, esta maquinaria controlada por computadores se encarga de realizar acciones repetitivas y peligrosas para las personas, con mayor precisión y calidad en la producción de cualquier pieza. En el ámbito industrial se trata de un gran avance, debido a que esta maquinaria trabaja sin descanso y con un menor coste en la producción. [3]



Ilustración n°1: Fábrica industrial con martillo de vapor [4]

“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL ÁMBITO NAVAL”

3.2 Introducción de los procesos de corte en los mecanizados a nivel industrial.

Comenzaremos explicando de manera breve para que se emplean los procesos de corte, estos se aplican debido a la relación de una interacción mecánica en una pieza, lo que provoca un desprendimiento de viruta en la pieza. [5]

Existen tres categorías en los procesos de corte industrial, dichos procesos son el “proceso térmico”, que es aquel que utiliza calor para fundir y cortar las piezas.

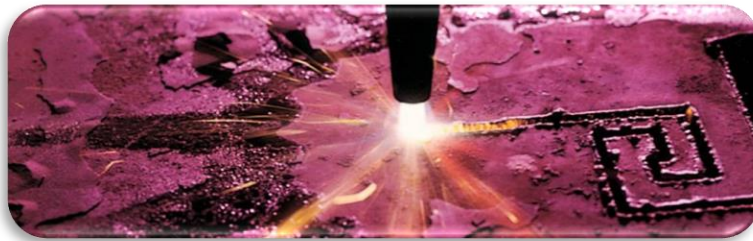


Ilustración n°2: Proceso Térmico [6]

El “proceso erosivo”, que es aquel que emplea agua, aire u otros componentes naturales para la realización del corte.

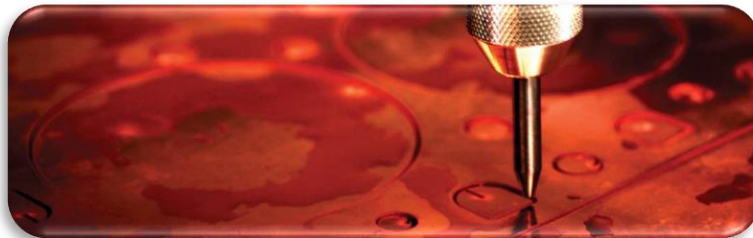


Ilustración n°3: Proceso Erosivo [6]

Y por último, el “proceso mecánico”, que es aquel que por medio de fuerzas físicas realiza el corte. En este trabajo de fin de grado nos centraremos en el proceso térmico, dónde se encuentra el proceso de corte oxiacetilénico y el proceso de corte por arco plasma. [6]

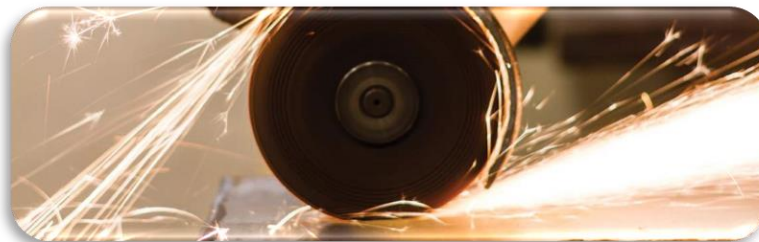


Ilustración n°4: Proceso Mecánico [6]

3.2.1 Proceso de corte oxiacetilénico.

El proceso de corte oxiacetilénico es un procedimiento que se encuentra dentro de la categoría anteriormente mencionada, llamada procesos térmicos. Es un proceso muy conveniente para los aceros de baja aleación o sin aleación, y en su mayor parte, es aplicable a materiales con gran grosor. [7]

Es un proceso por fusión que utiliza el calor que se produce por una llama, la cual, se obtiene a través de la combustión de gas acetileno con el oxígeno, teniendo como objetivo el de fundir el metal. Para este proceso se pueden usar otros gases como consumible en lugar del acetileno, como lo son, por ejemplo, el propano, el butano y el metano. [8]

El proceso de corte oxiacetilénico tiene dos grandes ventajas, la primera de ellas es que el equipo no es caro y se puede poner a funcionar en un corto periodo de tiempo. Por otra parte, se trata de un proceso lento y que no es eficaz en tipos de metal como el acero inoxidable o el aluminio, y cabe destacar que se debe precalentar la pieza que se va a cortar, por lo que reduce su productividad. [9]

Como se dijo anteriormente, el paso previo al corte es generar una llama de precalentamiento. Ésta llama es la encargada de elevar la temperatura de la pieza hasta la temperatura de ignición. La llama de precalentamiento puede también tener otras funciones como lo es el limpiar la superficie de la pieza de cualquier suciedad o sustancia, o la de fundir los óxidos y la escoria producida en la ranura para que puedan ser expulsadas.

Sin embargo, hay una serie de aplicaciones dónde los niveles de calidad no es necesario que sean tan elevados, por ejemplo, para las superficies de corte que van a ser cubiertas por soldadura. En estos casos la velocidad de avance del corte se puede incrementar. [10]

3.2.2 Proceso de corte por arco plasma.

El corte por arco plasma es un proceso por el cual se establece un arco eléctrico entre un electrodo de tungsteno y una pieza. Este arco eléctrico produce una columna de plasma altamente ionizada y aire a presión.

El corte por plasma alcanza una elevada temperatura y utiliza un arco de alta velocidad que se establece entre la pieza y el electrodo. Al hacer pasar dicho arco a través de una boquilla que cuenta con un pequeño orificio, se contrae y esto hace que la energía se concentre en una pequeña zona de la pieza a mecanizar donde la alta temperatura funde el metal.

En el caso de mecanizar aceros al carbono, se puede incrementar la velocidad del corte mediante el uso de aire. Aunque se trata de un método bastante utilizado para mecanizar toda clase de metales. Cabe destacar que la zona afectada térmicamente (*ZAT*) varía según la velocidad de corte. [11]

Cuando hablamos de un sistema básico de corte por arco plasma, debemos de incluir una fuente de alimentación preferentemente de corriente continua (*CC*), que es la que alimenta principalmente el arco eléctrico. Y un circuito de arranque del arco eléctrico, que se trata de un circuito de alta frecuencia que produce un voltaje de corriente alterna (*CA*) que varía entre los 5000 voltios y los 10000 voltios. [12]

3.2.3 Principales diferencias entre el corte oxiacetilénico y corte por arco plasma.

Aunque ambos sean métodos de corte utilizados en la industria, tienen sus diferencias, por un lado, el corte oxiacetilénico se utiliza para mecanizar metales que no necesitan preparación como el acero inoxidable y el aluminio. Mientras que el corte por arco plasma se utiliza en mecanizados de piezas de grosores pequeños debido a su mayor precisión y delicadeza. No obstante, el equipo de corte oxiacetilénico tiene un coste inferior al del corte por arco plasma, pero a la hora de operar, el corte oxiacetilénico dispara su coste debido al gas que utiliza para la combustión. [13]

El corte por arco plasma se realiza en un taller, mientras que el corte oxiacetilénico se hace preferentemente en el aire libre y taller (en montaje).

3.3 Introducción de la robótica en los procesos de corte a nivel industrial.

Antes que nada, debemos conocer la historia y la evolución que ha tenido el corte de acero, es por ello que, desde siglos antes de Cristo, se cree que las principales civilizaciones del mundo contaban con artesanos que calentaban minerales de hierro junto con carbón para producir herramientas y armas, a este proceso hoy en día se le conoce como “forjado”. A veces, bajo específicas circunstancias, el proceso mencionado daba como resultado el hierro forjado, producto necesario para el desarrollo de la sociedad, y que, para trabajarlo, es necesario controlar el mecanizado y corte de este, que se realizaba mediante el impacto.



Ilustración n°5: Herrero [15]

En el siglo XIX apareció el acero, dónde se comenzó a desarrollar en la revolución industrial. Aunque, debido a que las herramientas de corte eran un poco más duras que los materiales a cortar, estas duraban poco y hacían que se encarezca el proceso de corte, es por ello que, la trabajabilidad del acero era bastante limitada.

Lo que hizo que esto cambie, fue la implementación de aleaciones de acero en las herramientas de corte, que se desarrollaron a lo largo del siglo XX. Estas aleaciones de acero son los llamados “aceros rápidos HSS”, y los “aceros extra rápidos HSS-E”.

Se avanzó paralelamente en la tecnología del corte como en la técnica del mecanizado, por lo que, se desarrollaron técnicas de corte más flexibles y precisas. Desde el siglo XX se pensaba ya en herramientas de corte basadas en el control numérico computarizado (CNC), lamentablemente sin mucho éxito, hasta que, en 1942, ocurre un crecimiento acelerado en la industria aeronáutica, que precisa unos nuevos niveles de precisión y flexibilidad en la producción de piezas. Por lo que, en ese instante se introducen a la producción industrial máquinas cortadoras controladas por control numérico computarizado. [14]

“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL ÁMBITO NAVAL”

3.4 Distintos dispositivos robóticos a nivel industrial relacionados con el corte.

Cuando se trata de corte de material, existe un amplio campo para la “*automatización robótica*”. Actualmente, los procesos de corte se automatizan con bastante regularidad.

A continuación, relataremos algunos procesos de corte que se realizan a nivel industrial, como lo son el corte robótico con herramientas de corte mecánicas, el corte por ultrasonidos, el corte por chorro de agua, el corte por plasma o el corte por láser. [16]

En lo referente al chorro de agua, que es también conocido como “*waterjet*”, es el sistema de corte que más usos se le da, debido a la capacidad que tiene para poder cortar cualquier material. Sin embargo, los gastos energéticos, económicos y de mantenimiento son bastante elevados. [17]



Ilustración n°6: Corte por chorro de agua [17]

Cuando hablamos de corte por ultrasonidos nos referimos a una maquinaria que a través de vibraciones ultrasónicas en la punta de la cuchilla permiten el corte. [18]



Ilustración n°7: Corte por ultrasonido [18]

“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL ÁMBITO NAVAL”

Con relación al corte por láser, es un corte térmico dónde un rayo láser golpea la superficie a cortar, lo que calienta la zona hasta que se vaporiza o derrite el material. Una vez que el láser haya penetrado la pieza comienza lo que sería el proceso de corte.

Algunas de las ventajas del corte por láser es que se trata de un corte adecuado para diversos materiales, debido a que, puede cortar tanto materiales orgánicos como materiales inorgánicos. Tiene una alta precisión y no es necesario algún procesamiento luego del corte. [19] Estas múltiples ventajas del corte por láser hacen que sea factible su uso en diferentes industrias. [20]

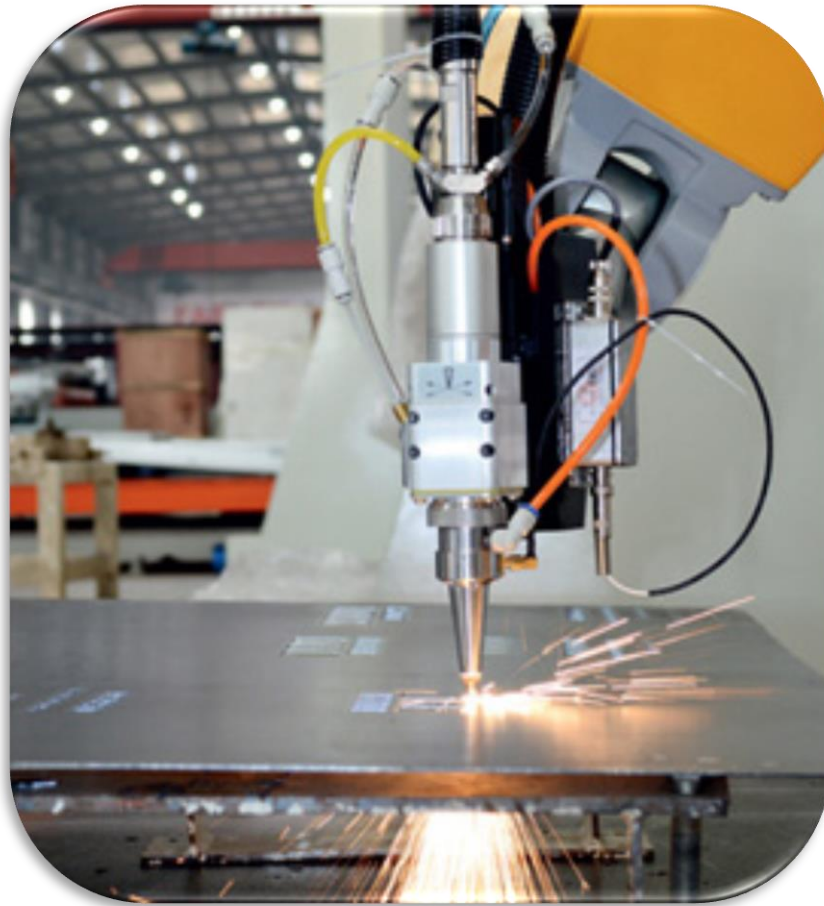


Ilustración nº8: Corte por láser [20]

3.5 Introducción de la robótica en el sector de la construcción y reparación naval.

La maquinaria robotizada ha tardado en aparecer en el sector de la construcción y reparación naval, y son menos sus aplicaciones debido a la gran diversidad de sus procesos. Aún así, la mejora de la robótica industrial ha generado la existencia de maquinaria robótica de aplicación para las tareas de construcción naval.

Hay tres tareas principales en las que se emplea maquinaria robótica, y se agrupan de la siguiente manera; aquella maquinaria que se emplea en la automatización de procesos para la construcción naval. En este grupo aparece la maquinaria que sirve para realizar una tarea concreta en un proceso de construcción naval, como por ejemplo el corte de una chapa, la soldadura de alguna pieza, etc.; aquella maquinaria que sirve para dar apoyo a un operario cualificado; y por último, el grupo del transporte automatizado, donde se encuentra por ejemplo una grúa autónoma.

A continuación, hablaremos de la maquinaria robótica para la automatización de procesos de construcción naval, concretamente comenzaremos explicando el uso de los robots de corte en el ámbito naval, donde casi todos los astilleros cuentan con máquinas para el corte de chapas, de perfiles o de tubos. Se trata de una maquinaria muy sencilla de manejo. Como bien sabemos, esta maquinaria de corte puede emplear tanto el proceso de corte oxiacetilénico, el corte por arco plasma o el corte por láser. Cuando hablamos de robots de soldadura, hablamos del área más importante dentro del sector naval, y es que, la implantación de robots de soldadura ha implicado un avance de gran importancia. Actualmente, las soldaduras que componen los mamparos, el casco y las cubiertas de un buque se pueden automatizar.

En los astilleros es inusual encontrarse robots para el conformado de chapas, que dan al acero la curvatura que se necesite en cada caso, ya que para ello existen cilindradoras y/o plegadoras.

Finalmente, la existencia de robots para limpieza y pintado, que es otra tarea que se encuentra dentro de la construcción naval, y en la que se están empezando a emplear robots. Esta implementación puede implicar grandes ahorros tanto de tiempo como de costes. [21]

“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL ÁMBITO NAVAL”

3.6 Estudios y artículos relacionados con la temática de este TFG.

Éstos son algunos artículos que se relacionan directamente con la temática de este TFG.

El siguiente artículo, llamado “*Análisis Comparativo después de la Implantación de un Equipo Computadorizado CNC de Corte por Plasma en un Astillero de la Ciudad de Manaus*”, trata de comparar dos procesos de corte de chapa de acero en un astillero en la ciudad de Manaus, hablando de cómo las industrias han buscado la forma de mejorar la producción y sus productos, con el fin de reducir costos y aumentar su productividad utilizando el corte por arco plasma CNC. [22]

También, nos encontramos con el siguiente estudio que se llama “*Máquina de corte por plasma/oxígeno con cuatro ejes de movimiento sincrónicos controlados por ordenador*”, dónde se puede encontrar información sobre una máquina de corte oxiacetilénico y arco plasma controlados por computador. [23]

Finalmente, otro de los estudios encontrados es el titulado “*Máquinas de corte CNC dedicadas para plasma, oxicorte, láser y fresadoras para la industria 4.0*”, que se centra más en la parte hardware y software de la maquinaria CNC, y cómo se conecta la maquinaria a internet para generar datos informativos sobre el corte. [24]

Con estos artículos hacemos mención al “*estado del arte*” en relación a la temática de este TFG.

Para finalizar este tercer capítulo denominado “*Revisión y antecedentes*”, nos ha parecido interesante acabar con este apartado, para ayudar al lector de este TFG en seguir con el conocimiento de los cortes robotizados, en el sector industrial y por ende en el sector naval.

*“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL
ÁMBITO NAVAL”*

IV METODOLOGÍA

*“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL
ÁMBITO NAVAL”*

IV. METODOLOGÍA.

La metodología empleada en referencia a este trabajo fin de grado la hemos dividido en los siguientes apartados:

4.1 Documentación bibliográfica.

La documentación aparecida en este TFG está relacionada con fuentes bibliográficas obtenidas de los manuales de las máquinas, publicaciones especializadas y webgrafía. Incorporando a este TFG información suministrada desde internet.

4.2 Metodología del trabajo de campo.

La realización de este TFG básicamente en el capítulo de resultados y para desarrollar la metodología se va a incorporar en este TFG análisis realizados tras la elaboración de tablas, incorporación de ilustraciones de trabajo de campo y datos suministrados por entidades públicas y/o empresas privadas del sector. Con esto esperamos ayudar al lector del TFG a una mejor comprensión del mismo.

4.3 Marco referencial.

Nuestro marco referencial es la empresa de reparación naval “Tenerife Shipyards”, de donde he obtenido básicamente la información para el desarrollo de este TFG. Dentro de mi periodo de prácticas.

*“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL
ÁMBITO NAVAL”*

V RESULTADOS

*“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL
ÁMBITO NAVAL”*

V. RESULTADOS.

En este capítulo denominado “*Resultados*”, explicaremos el funcionamiento y uso de la maquinaria robótica controlada por CNC, así como el funcionamiento del software de programación de estas.

5.1 Máquina de corte. Oxiacetilénica y Arcoplasma Ajan CNC (Aplicación práctica sobre plancha y tuberías)

5.1.1 Funcionamiento de la máquina

En este subapartado sobre la máquina de corte *AJAN CNC*, destacaremos que puede funcionar tanto con corte oxiacetilénico como por corte por arcoplasma. Es una máquina que permite el corte sobre planchas y sobre tuberías.

El cambio entre estos procesos de corte se realiza de forma eléctrica y automatizada, aunque para realizarlo, debemos de dirigirnos a la consola de control de la máquina, y una vez dentro del programa de control de esta, en el *apartado de ajustes*, cambiamos la pestaña del *tipo de proceso* y elegimos el corte por arcoplasma o el corte oxiacetilénico. Tal y como se indica en la siguiente ilustración.

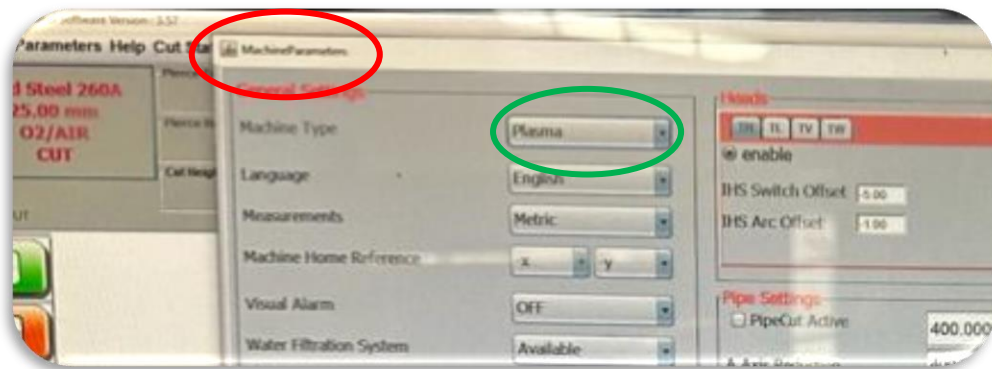


Ilustración nº9: Opciones generales.
Fuente: Trabajo de campo

“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL ÁMBITO NAVAL”

5.1.1.1 Funcionamiento de la máquina en Arcoplasma

Para que la máquina funcione por corte por arcoplasma, se debe de indicar en el programa el tipo de corte, que en este caso es corte por arcoplasma, y la máquina de forma automática deja pasar el aire comprimido, para poder realizar el corte. También, el operario debe de colocar la boquilla de arcoplasma en el brazo robótico de la máquina.



*Ilustración n°10: Antorcha de arcoplasma
Fuente: Trabajo de campo*

“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL ÁMBITO NAVAL”

5.1.1.2 Funcionamiento de la máquina por corte Oxiacetilénico

Para que la máquina funcione por corte oxiacetilénico, como se describe antes, se debe indicar el tipo de corte, y la máquina de forma automática pasa de utilizar el gas acetileno, que, junto con el aire comprimido y el oxígeno, realiza el proceso de oxicorte. También, el operario debe de colocar la boquilla de soplete oxiacetilénico en el brazo robótico de la máquina.



*Ilustración n°11: Boquilla de corte oxiacetilénico
Fuente: Trabajo de campo*

“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL ÁMBITO NAVAL”

5.1.2 Partes que componen la máquina

Con respecto al dimensionamiento de la máquina, es una máquina de 12 metros de longitud y 3 metros de anchura, la cual se divide en las siguientes partes:

Equipo de arco plasma-oxicorte: Al equipo va conectado tanto el compresor como las diferentes botellas de gas para el corte oxiacetilénico, debido a que, según si la máquina va a funcionar por corte por arco plasma o por corte oxiacetilénico, este equipo se encarga de suministrar lo que se necesite al brazo robótico en cada caso. En el caso del arco plasma, el equipo produce un voltaje de corriente alterna y deja pasar el aire comprimido para poder crear el arco eléctrico. En el caso del corte oxiacetilénico, el equipo deja pasar el gas acetileno y el gas oxígeno. [30]

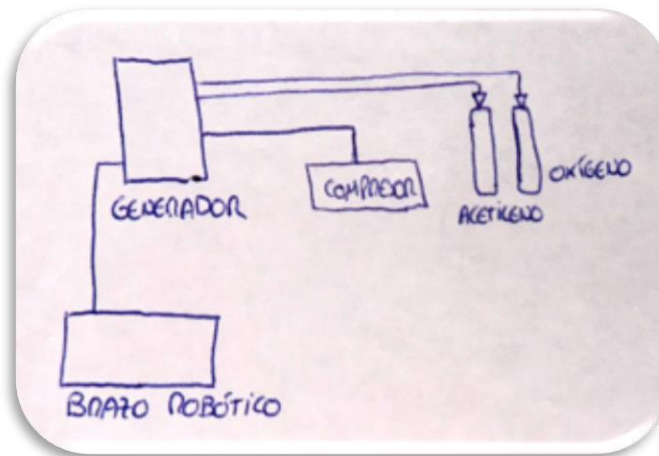


Ilustración n°12: Equipo de arco plasma-oxicorte
Fuente: Elaboración propia

Este equipo, cuenta con una corriente máxima de salida de 260 amperios y un voltaje máximo de 200 voltios, siendo su potencia máxima de 52 kilovatios.

A continuación, se muestra una tabla con el caudal y presión tanto de aire y oxígeno que suministra el equipo.

	Calidad	Presión (bar)	Caudal (lt/min)
Oxígeno	-	8,5	45
Aire	99,50%	8,5	190

Tabla n°1: Gases del generador de Plasma
Fuente: Elaboración propia

“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL ÁMBITO NAVAL”

De la anterior tabla, se ha de destacar que, en lo referente a la calidad, el valor en tanto por ciento indica la pureza de los mismos. La presión indicada permite una tolerancia en torno al $\pm 10\%$.

Brazo robótico: Sirve de soporte para la boquilla y el electrodo. Ayuda a refrigerar las piezas debido a que por dentro pasa el sistema de refrigeración. Y se mueve por una guía permitiéndole realizar el corte correctamente. [30]



*Ilustración nº12: Brazo robótico
Fuente: Trabajo de campo*

“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL ÁMBITO NAVAL”

La boquilla de plasma se compone de diferentes partes, tal y como se muestra en la siguiente ilustración:

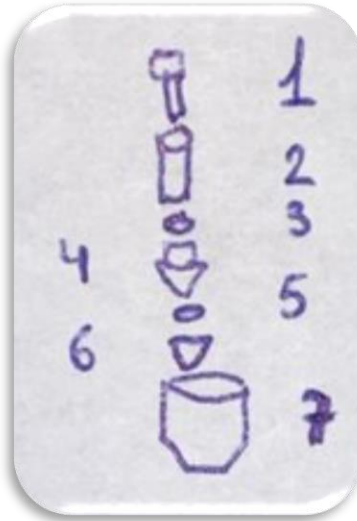


Ilustración nº13: Partes de la boquilla
Fuente: Elaboración propia

El número 1 se corresponde con una tubería de agua de refrigeración, mientras que el número 2 es el electrodo, la parte número 3 es un anillo distribuidor, la parte número 4 se corresponde a una boquilla, la parte número 5 es un anillo de gas, el número 6 es una protección para la boquilla y por último el número 7 es una tapa protección. [30]

A continuación, en la siguiente ilustración se mostrará cómo se una boquilla de plasma (partes de la 1 a la 4).



Ilustración nº14: Boquilla de plasma
Fuente: Trabajo de campo

“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL ÁMBITO NAVAL”

Mesa de corte: La mesa de corte se compone de unas láminas de metal, que se distribuyen a lo largo de la mesa. Estas láminas de metal son consumibles que se deben cambiar cada vez que proceda, debido a que, cada uso de la máquina, la columna de arco plasma corta dichas láminas. [30]



Ilustración n°15: Mesa de corte

Fuente: Trabajo de campo



Ilustración n°16: Lámina para la mesa de corte

Fuente: Trabajo de campo

“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL ÁMBITO NAVAL”

Aspirador: Esta máquina cuenta con un ventilador que succiona las virutas ocasionadas por el proceso de arranque de viruta. El funcionamiento del ventilador es sencillo, el aire impulsado por el ventilador entra por la tubería de aspiración que se encuentra en la parte inferior de la estructura, este aire pasa por un filtro de partículas y el cuál limpia el aire y lo envía al exterior.

En la siguiente ilustración se muestra el aspirador de la máquina. Y se compone de un ventilador, un panel de filtros de partículas, un silenciador y una válvula de sacos de polvo. [30]



Ilustración n°17: Aspirador

Fuente: Trabajo de campo



Ilustración n°18: Virutas que recoge

Fuente: Trabajo de campo

“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL ÁMBITO NAVAL”

Panel de control: El panel de control ayuda al operario a manejar el brazo robótico de la máquina, debido a que tiene un mando de control integrado para realizar el movimiento. También hace posible la programación a pie de máquina, que se describirá posteriormente. [30]



Ilustración n°19: Panel de control

Fuente: Trabajo de campo

“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL ÁMBITO NAVAL”

5.1.3 Alcance de la máquina

En este subapartado denominado “alcance de la máquina”, queremos dar a conocer tanto las prestaciones que ofrece la máquina, como las especificaciones técnicas de los consumibles. [30]

5.1.3.1 Especificaciones técnicas sobre el espesor de las planchas

Primero comenzaremos por las especificaciones técnicas sobre el espesor de las planchas, ya que debido al espesor que tengan éstas, se debe de cortar usando el corte por arco plasma o usando el corte oxiacetilénico.

Según el material a cortar, también varían los espesores mínimos y máximos que puede cortar dicha máquina. Es por lo que se realizó la siguiente tabla para el corte por arco plasma:

Corte por Acoplasma		
Material	Espesor Mínimo (mm)	Espesor Máximo (mm)
Acero Dulce	0,5	65
Acero Inoxidable	0,8	100
Aluminio	1,2	50

Tabla n°2: Espesores para el corte por arco plasma
Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que, a mayor espesor, mayor debe ser el diámetro de la boquilla y mayor será la presión del gas.

En relación con el corte oxiacetilénico, se trata de un proceso que permite el corte en todo tipo de metales. Es el proceso utilizado para cortar chapas a partir de 75 mm de espesor, pudiendo llegar a cortar una chapa con espesor máximo de 200 mm. [30]

“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL ÁMBITO NAVAL”

5.1.3.2 Especificaciones técnicas sobre el espesor de las tuberías

La máquina posee la capacidad de cortar tubos que varían entre los 50 mm y 600 mm de diámetro. En relación con la longitud máxima del tubo, no debe de ser superior a los 12 metros de longitud. En cuanto al espesor mínimo del tubo son 25 mm y el espesor máximo de 40 mm. [30]

5.1.3.3 Especificaciones técnicas sobre los consumibles

Antes de dar comienzo a las especificaciones técnicas, se debe de conocer el significado de la palabra “consumible”, que, según la real academia española, significa “que puede consumirse”. [25] En este caso, los consumibles son las piezas que se desgastan a la hora de realizar el corte. La principal pieza consumible se encuentra dentro de la boquilla, y es el electrodo. También se tiene en cuenta como consumible tanto el gas que contienen las botellas de gas que se utilizan durante el proceso de corte, como la pérdida de agua refrigerante que se produce. [30]



Ilustración n°20: Electrodo

Fuente: Elaboración propia

“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL
ÁMBITO NAVAL”

5.2 Máquina de corte, Arcoplasma HGG 1200 Mk3 (Aplicación práctica en vigas)

5.2.1 Funcionamiento de la máquina

Esta máquina “HGG 1200 Mk3”, utiliza como proceso de corte el corte por arco plasma, la diferencia con la máquina descrita anteriormente es que ésta se trata de una máquina especializada en el corte de vigas por medio de un brazo robótico. Se encarga de perfilar las vigas.

5.2.2 Partes que componen la máquina

Celda de corte: Se puede decir que la **celda de corte** es donde ocurre el corte, y que cuenta en su interior con un **brazo robótico** quien es el encargado de realizar el corte. El brazo tiene un sensor de proximidad, para poder saber la distancia a la pieza que se está cortando. Finalmente, en el interior de la celda, se encuentran unos **rodillos** que se encargan de colocar las vigas a la altura del brazo robótico para su posterior corte. [31]



*Ilustración n°21: Celda de corte
Fuente: Trabajo de campo.*

“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL ÁMBITO NAVAL”

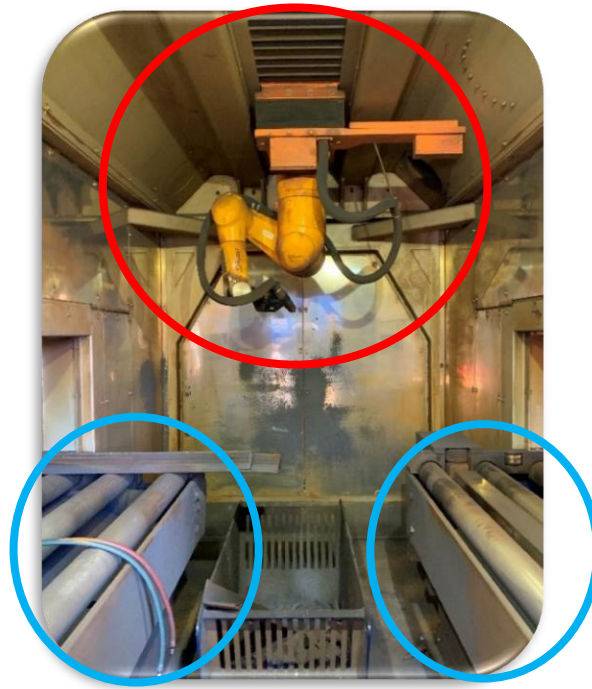


Ilustración n°22: Interior de la celda de corte

Fuente: Trabajo de campo

Sistema de extracción de humo: El sistema de extracción de humo está montado en el techo de la celda de corte, y se encarga de eliminar los gases nocivos y dándole al operador una visión de cómo va el corte dentro de la celda a través de la **ventana de protección** contra rayos UV que se encuentra en la puerta. [31]



Ilustración n°23: Puerta de la celda de corte

Fuente: Trabajo de campo

“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL ÁMBITO NAVAL”

Carro de residuos: Las partes más pequeñas de 300 mm caen en el carro de residuos en la parte inferior de la celda de corte. [31]



Ilustración n°24: Carro de residuos

Fuente: Trabajo de campo

Cadenas de almacenamiento: Las **cadena de almacenamiento** permiten que, una vez realizado el corte en la viga, no se quede la viga en los **rodillos** sino que mueven la viga a un lado para su almacenaje. [31]



Ilustración n°25: Cadenas de almacenamiento

Fuente: Trabajo de campo

“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL ÁMBITO NAVAL”

Rodillos transportadores: Los **rodillos** se encargan de transportar las vigas a la celda de corte. Y a su vez, de sacar las vigas de la **celda de corte**. [31]



*Ilustración n°25: Disposición de los rodillos de entrada
Fuente: Trabajo de campo*



*Ilustración n°26: Disposición de los rodillos de salida
Fuente: Trabajo de campo*

“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL ÁMBITO NAVAL”

Panel de control: Al igual que el panel de control de la máquina anterior, permite al operario la programación a pie de máquina. Cuenta con 7 pulsadores de acceso directo a la derecha de la pantalla y 5 pulsadores debajo de la pantalla con los perfilados de vigas más usados. [31]



Ilustración n°27: Panel de control

Fuente: Trabajo de campo

“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL ÁMBITO NAVAL”

5.2.3 Alcance de la maquina

En este apartado denominado “*Alcance de la máquina*”, veremos los tipos de perfilado de las vigas, así como las dimensiones mínimas y máximas de las mismas.

5.2.3.1 Función específica respecto a los tipos de viga

Esta maquinaria está indicada para cortar perfiles de metal como vigas en H, secciones de caja, vigas en U, ángulos, barras planas, barras en T, etc. Según el tipo de perfil del material, se encuentran unas dimensiones mínimas y máximas, tal y como se puede observar en la tabla de a continuación:

Tipo de perfil	Dimensiones Máximas (mm)	Dimensiones Mínimas (mm)
Barra plana	100 x 6	550 x 50
Ángulo igual	75 x 75 x 6	250 x 250 x 25
Ángulo desigual	100 x 75 x 6	590 x 200 x 25
Barra en T	100 x 50 x 6	550 x 200 x 25
Viga en U	100 x 50 x 6	550 x 200 x 25
Viga en H	100 x 55	1220 x 424
RHS/SHS	100 x 100	600 x 400

Tabla n°3: Dimensionado de las vigas [31]

Fuente: Elaboración propia

Estos perfiles de viga son los siguientes:

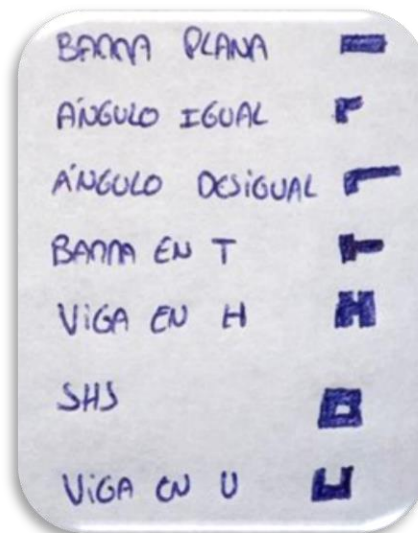


Ilustración n°28: Tipos de vigas

Fuente: Elaboración propia

5.3 Software de programación CNC

En este apartado denominado “*Software de programación CNC*”, se detallará el significado de las siglas CNC, abreviatura de Control Numérico Computarizado, y trata de un sistema de programación que crea instrucciones automatizadas para que una máquina-herramienta pueda mecanizar piezas con precisión. Es una programación que se basa en especificar un movimiento concreto para cada eje de coordenadas (X, Y, Z). [26]

Respecto a la programación CNC que tienen ambas máquinas, cabe destacar que son máquinas que pueden actuar tanto por programación manual a “pie de máquina”, cómo por CAD/CAM.

5.3.1 CAD/CAM

Cuando hablamos de CAD/CAM, se utiliza para describir el software que utiliza nuestra máquina CNC.

Previamente, debemos de conocer los conceptos de “CAD” y “CAM”. CAD es acrónimo de Computer Aided Design o Diseño Asistido por Ordenador, y se utiliza para crear piezas mediante el dibujo. Mientras que CAM, acrónimo de Computer Aided Manufacturing o Fabricación Asistida por Ordenador, se utiliza para procesar una pieza CAD en un lenguaje de máquina utilizable para poder realizar el corte. [27]

Cabe destacar, que la mesa de control de las máquinas cuenta con un puerto USB, dónde directamente se puede introducir el archivo CAD o CAM para realizar el corte. Este factor se suele utilizar cuando se deben de realizar varios cortes diferentes en la chapa, y el operario no puede programarlo a pie de máquina.



Ilustración nº29: Puerto USB

Fuente: Trabajo de campo

“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL ÁMBITO NAVAL”

Cuando se deben de cortar varias piezas en una chapa, se debe de optimizar el espacio disponible, ahí es donde aparece el término “Nesting”. Para explicarlo de forma sencilla, se utiliza un programa de Nesting, que lo que hace es que optimizar el espacio de las piezas que se van a cortar para que, cuando se corten, se pierda el mínimo de material posible y se puedan cortar la mayor parte de piezas en una chapa.

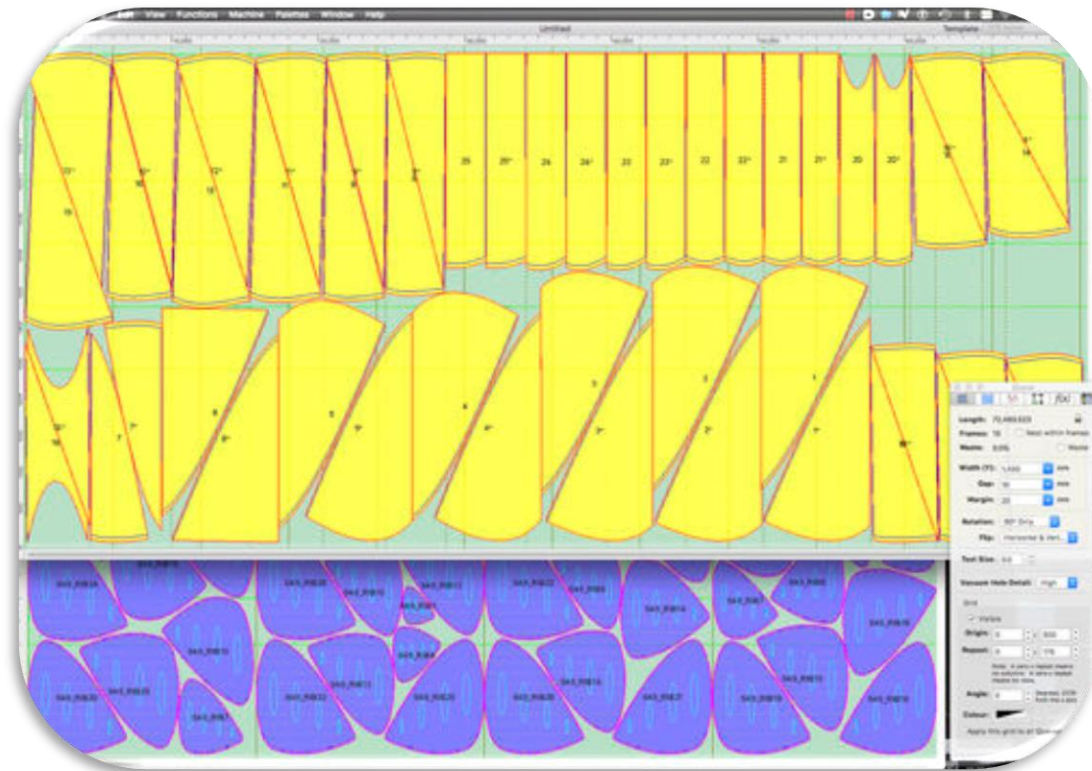


Ilustración n°30: Nesting [28]

5.3.2 Programación manual a “pie de máquina”

Previamente, hacemos mención de que ambas máquinas se programan prácticamente de la misma manera, es decir, la programación a pie de máquina en ambas máquinas se realiza de la misma forma. Y es por ello por lo que nos centraremos en la máquina de corte de chapa.

La programación a pie de máquina se programa desde la consola de control del equipo, es el tipo de programación mayoritariamente usado y consiste en que el operario establezca lo que debe de hacer esta máquina.

*“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL
ÁMBITO NAVAL”*

Comenzaremos con una breve introducción del programa que cuenta este tipo de programación.

Este programa es un programa que dibuja el trazado de las piezas a cortar, también puede transformar esos dibujos a lenguaje de máquina.

Es por ello, que el operario debe de marcar previamente la opción con la que va a trabajar. Las opciones que se pueden elegir son CAD / CAM / PIPE.



*Ilustración n°29: Tipos de programas
Fuente: Trabajo de campo*

Si lo que queremos es dibujar una pieza a cortar, el operario debe de marcar la opción CAD.



*Ilustración n°30: Opción CAD
Fuente: Trabajo de campo*

“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL ÁMBITO NAVAL”

Una vez marcada dicha opción, lo que nos aparece en pantalla es la siguiente interfaz.

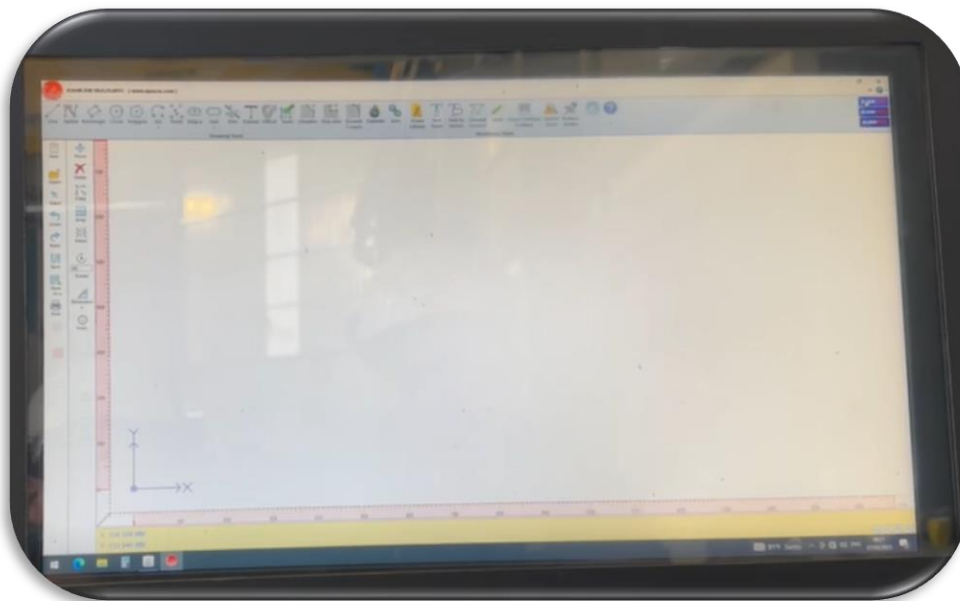


Ilustración n°31: Interfaz CAD

Fuente: Trabajo de campo

Como bien se puede observar, en la parte superior, se encuentran los controles para dibujar el corte. A continuación, se indicarán las funciones mayoritariamente utilizadas para poder dibujar una pieza.

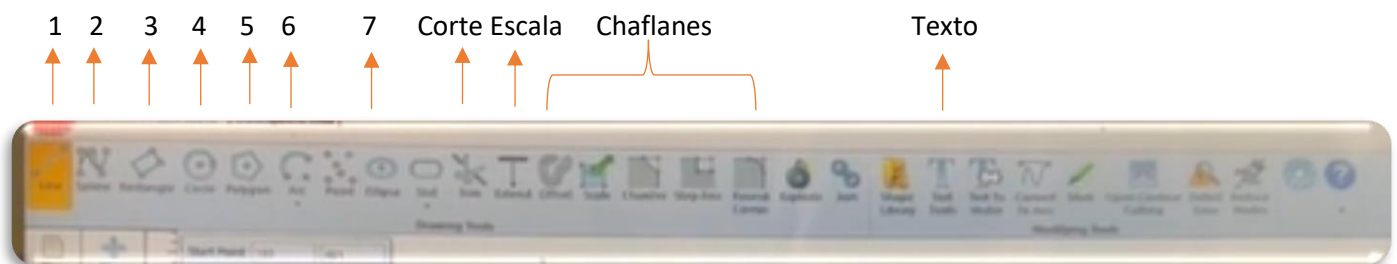


Ilustración n°32: Controles para el dibujo

Fuente: Trabajo de campo

“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL ÁMBITO NAVAL”

Comenzaremos de izquierda a derecha explicando las diferentes funciones del programa:

1° Dibuja una línea recta.

2° Permite trazar una secuencia de líneas.

3° Permite tanto realizar cuadrados como rectángulos.

4° Permite dibujar circunferencias.

5° Permite trazar un polígono y el programa nos hace una pregunta previa pidiéndonos el número de lados que lo componen para poder dibujarlo.

6° Esta opción dibuja un arco.

7° Dibujamos una elipse.

Una vez acabadas las opciones de dibujo, comenzamos con otras opciones que nos ayudan a modificar el dibujo ya trazado, comenzando por el icono que tiene las tijeras, que nos permite recortar el sobrante del dibujo realizado, el siguiente icono permite cambiar la escala de este, y los siguientes 5 iconos sirven para realizar chaflanes.

Para finalizar la explicación de las funciones del programa, si nos dirigimos al icono con la “T”, nos permite escribir sobre las piezas, lo que se escriba se “marca” en la pieza.

A modo de ejemplo, vamos a realizar una línea recta, pues primero se coloca el puntero en el centro de la pantalla, clicamos, y nos aparece una opción donde marcamos la **longitud de la línea y el ángulo** que forma respecto al punto inicial. Esto último quiere decir que, si queremos una línea vertical ascendente, se debe de colocar un ángulo de 90°, si se quiere una línea horizontal hacia la derecha, un ángulo de 0°.

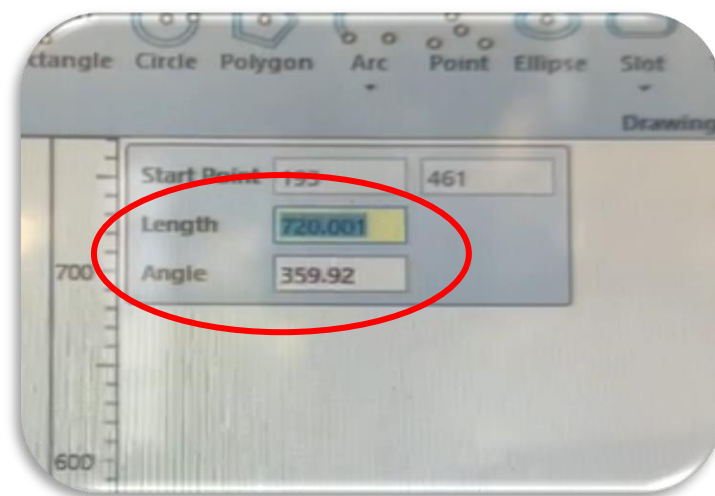


Ilustración n°33: Ventana de ángulos

Fuente: Trabajo de campo

“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL ÁMBITO NAVAL”

Si el operario ya cuenta con un dibujo de una pieza ya realizada en CAD. Debe de marcar la opción CAM.



Ilustración n°34: Opción CAM

Fuente: Trabajo de campo

Una vez marcada dicha opción, lo que nos aparece en pantalla es la siguiente interfaz.

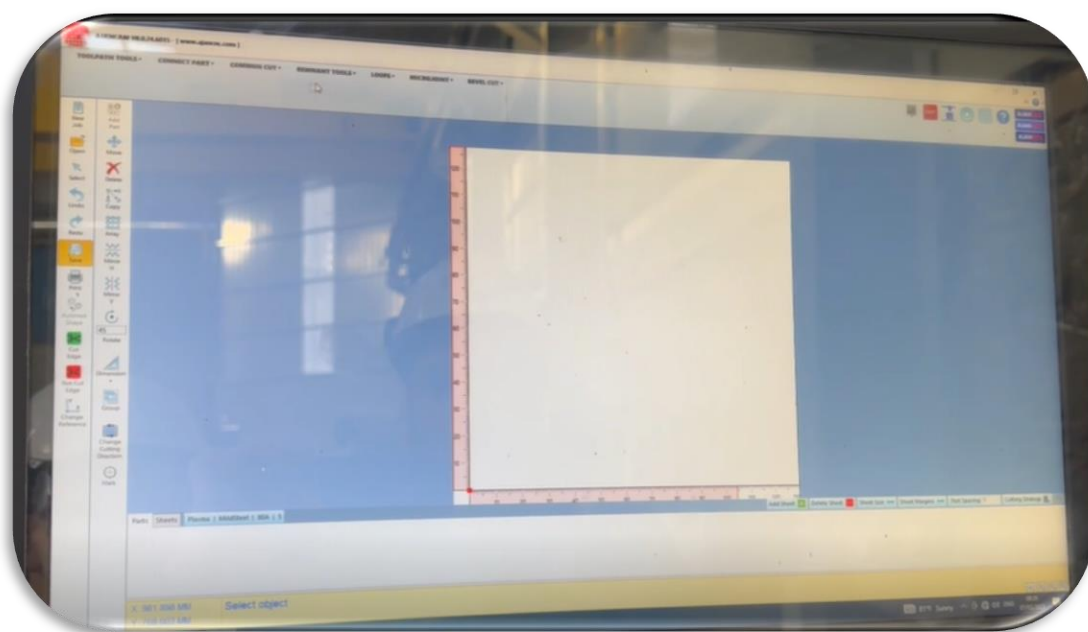


Ilustración n°35: Interfaz CAM

Fuente: Trabajo de campo

“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL ÁMBITO NAVAL”

Aquí se deben de destacar dos puntos, el primero es que el panel blanco que se muestra en el centro de la interfaz se corresponde con la plancha que se quiere cortar. Por lo que se debe de indicar la longitud y anchura de esta. El segundo punto es que cuando vamos a iniciar un nuevo trabajo en el programa, se abre inmediatamente una ventana, dónde nos requiere indicar una serie de parámetros, cómo lo son, el tipo de corte que se va a realizar (arcoplasma o corte oxiacetilénico), el tipo de material en el que se va a trabajar, así como el amperaje de corte y el espesor de la plancha, finalmente nos pide el tamaño de la plancha dónde se va a operar el corte.

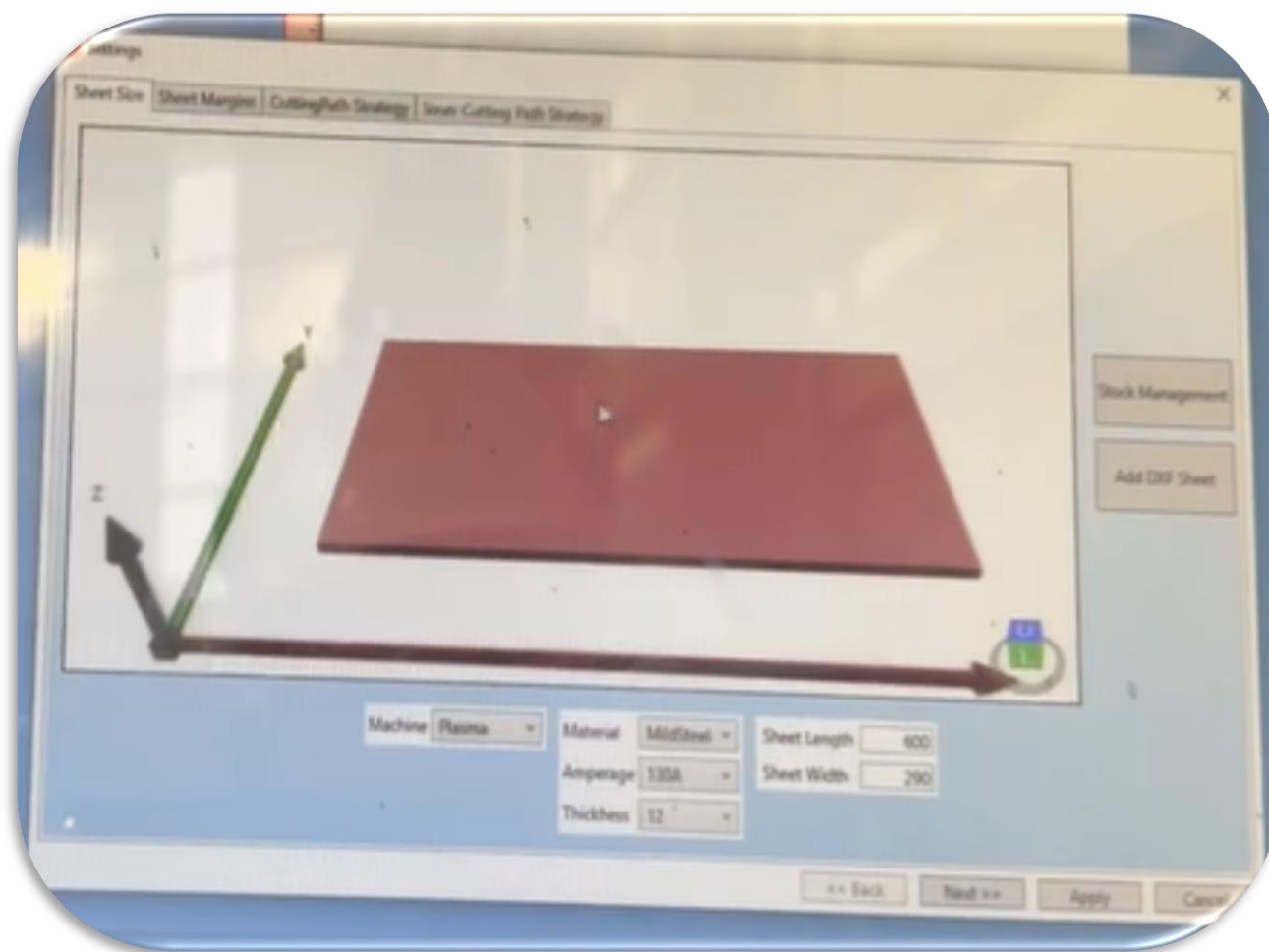


Ilustración n°36: Ventana de opciones

Fuente: Trabajo de campo

“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL ÁMBITO NAVAL”

Una vez puestos todos los datos que se nos pedían previamente, se hace clic en el botón “siguiente”, y el mismo programa nos pide que indiquemos los márgenes mínimos para realizar el corte en la plancha, estos son los márgenes superior, inferior, derecho o izquierdo, así como los márgenes entre las piezas. Muy importante saber que los márgenes mínimos se comprenden en 3mm.

Si se hace clic en el botón “siguiente”, nos lleva a otra pestaña, esta última nos pide que **seleccionemos el movimiento** de como va a cortar el brazo robótico. En este caso, se ha seleccionado la **opción ascendente** (las flechas rojas nos indican el sentido), por lo que el brazo robótico comenzará a cortar las piezas de abajo a arriba, y una vez esté arriba del todo volverá a bajar para comenzar a cortar.

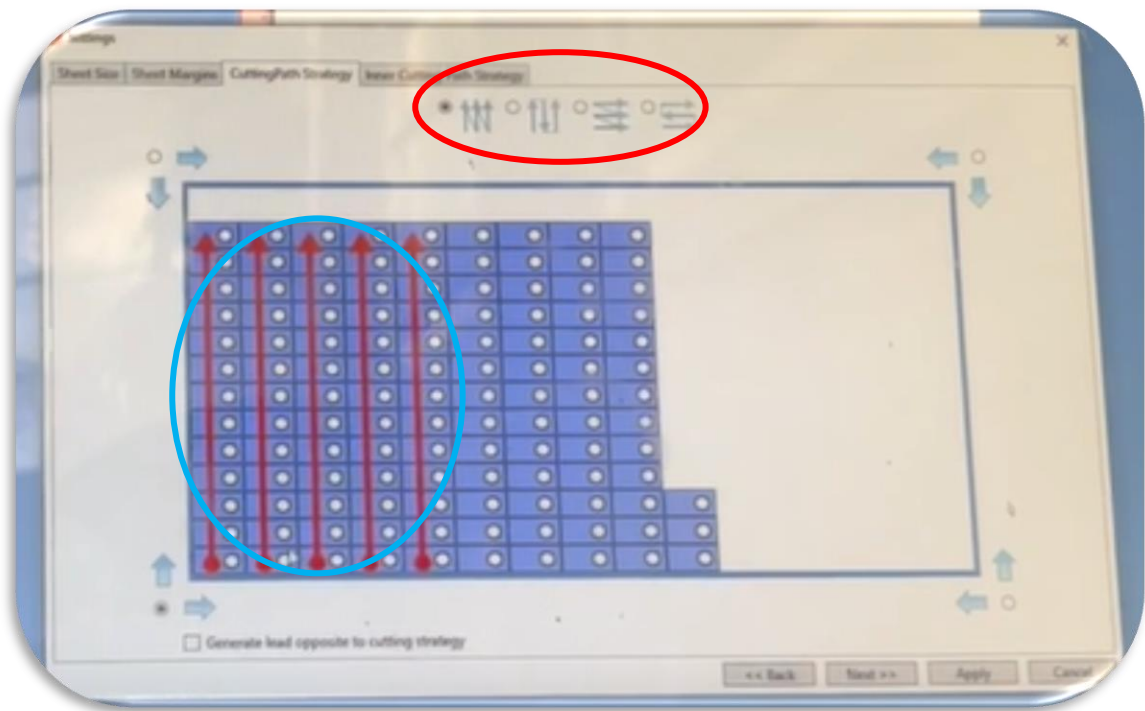


Ilustración n°37: Trazado del corte

Fuente: Trabajo de campo

Una vez finalizado esta opción previa, la pieza ya aparece la interfaz del programa CAM. Y, finalmente, se debe de guardar el archivo.

“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL ÁMBITO NAVAL”

La última opción de este programa es para el corte de tubos, el operario debe de marcar la opción “PIPE”.



Ilustración n°38: Opción PIPE

Fuente: Trabajo de campo

Nos aparece una interfaz dónde aparecen todos los cortes de tubos que se pueden hacer con la máquina.



Ilustración n°39: Interfaz PIPE

Fuente: Trabajo de campo

“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL ÁMBITO NAVAL”

Por ejemplo, para poder realizar un corte simple, se clic en dicha opción y aparece la siguiente ventana, dónde el operario debe indicar el **diámetro del tubo y la altura**.

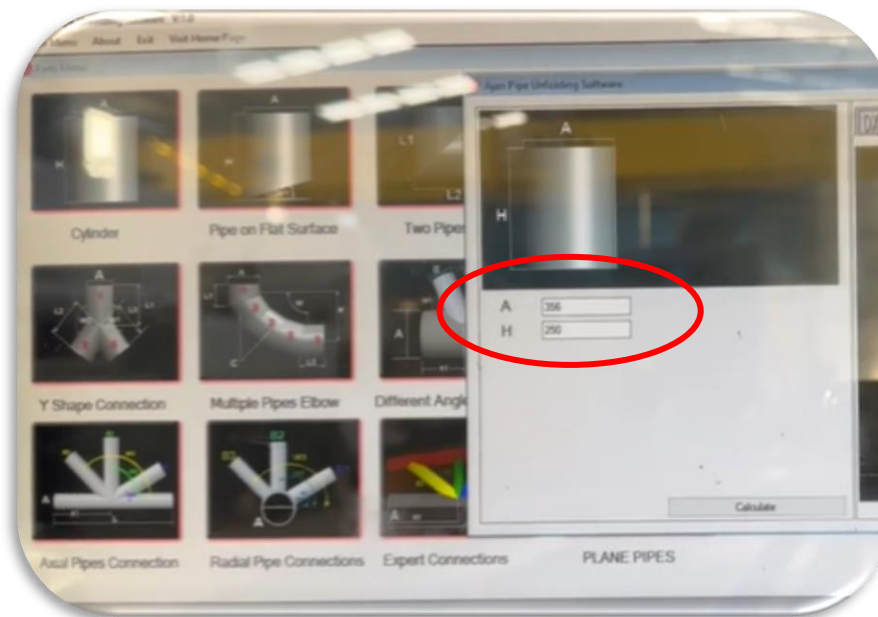


Ilustración n°40: Tubo simple

Fuente: Trabajo de campo

Una vez realizado el trazado del tubo, ya se procede a guardar el archivo.

Cabe destacar, que esta opción sustituye a la calderería tradicional. Antes que nada, debemos de saber que es la calderería.

La calderería se basa en la fabricación de estructuras y piezas de metal, estos trabajos los realiza un calderero utilizando diferentes herramientas y maquinarias especializadas para dar forma final a una pletina. [29]

No obstante, tener este tipo de maquinaria no implica el no tener a un calderero contratado. Siempre debe de haber algún calderero para realizar los trabajos de calderería sencillos y de campo, que no requieran de este tipo de maquinaria.

“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL ÁMBITO NAVAL”

Ahora se explicará el siguiente programa de la máquina, se trata del programa principal de la máquina, es el programa dónde eliges el tipo de corte que quieres ejecutar (corte por arco plasma o corte oxiacetilénico) y desde el cuál comienzas a ejecutar el corte.

Cuando ejecutas el programa, se abre una ventana, que indica en la parte derecha la **posición del brazo robótico** en coordenadas, siendo la coordenada 0 el punto de origen. Y el icono de **comienzo de trabajo**, situado en la parte izquierda.

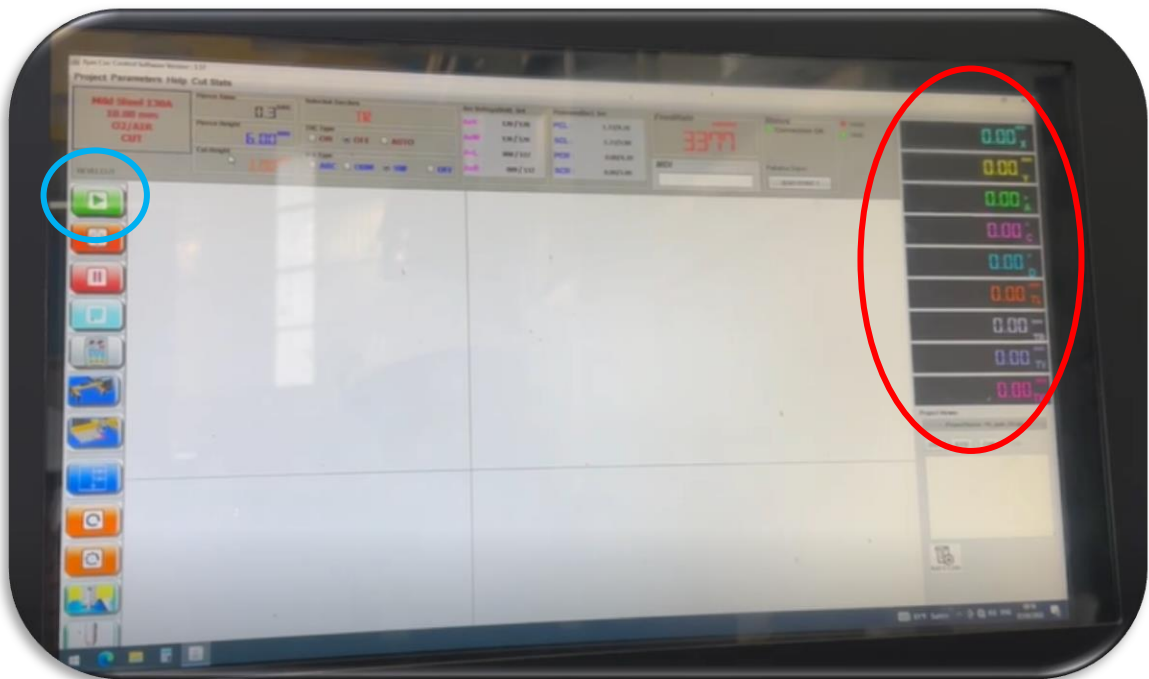


Ilustración n°41: Programa para el brazo robótico

Fuente: Trabajo de campo

5.4 Cómo se realiza el corte y un ejemplo de trabajo realizado con arco plasma

Cada vez que se vaya a realizar algún tipo de corte en las máquinas, se deben de realizar una serie de pasos, primero debemos de saber si los consumibles se encuentran gastados, si es el caso, se deberán de reemplazar los consumibles. A su vez, debemos de comprobar que las botellas de gas se encuentran disponibles para la operación.

Una vez revisados los consumibles, debemos de colocar la boquilla en ángulo recto respecto a la pieza, y se ajusta la altura de la boquilla y la pieza a una altura adecuada.

A continuación, se expondrá un ejemplo de corte por arco plasma para contemplar cómo se realiza un trabajo de corte programado a pie de máquina.

“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL ÁMBITO NAVAL”

Comenzamos ejecutando el programa anteriormente descrito en la mesa de control, y se dibuja la pieza que se quiere cortar. En nuestro caso, se realizó el siguiente dibujo, utilizando las funciones de dibujo descritas anteriormente.

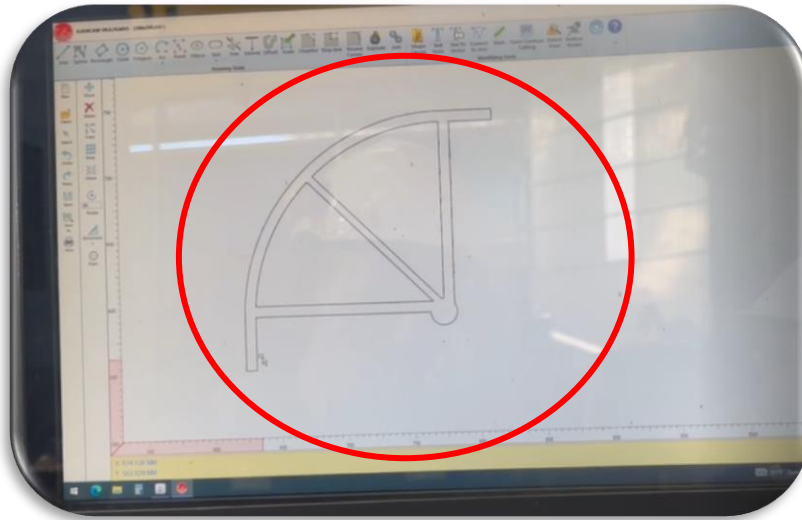


Ilustración nº42: Dibujo de la pieza

Fuente: Trabajo de campo

Una vez realizado el dibujo, se guarda el archivo CAD, y el operario marca la opción CAM, dónde se abre la pestaña para indicar el tipo de corte, márgenes y luego la dirección de corte del brazo robótico (todo esto descrito anteriormente). La pieza en color azul es la pieza que va a cortar la máquina.

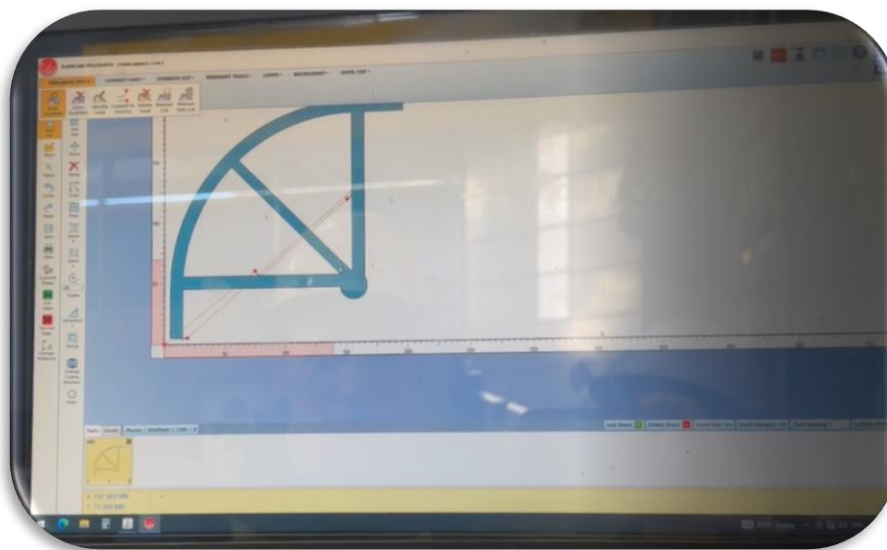


Ilustración nº43: Archivo CAM de la pieza a cortar

Fuente: Trabajo de campo

“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL ÁMBITO NAVAL”

Una vez programado el corte en CAM, se guarda el archivo, y se abre en el programa que acciona el brazo robótico.

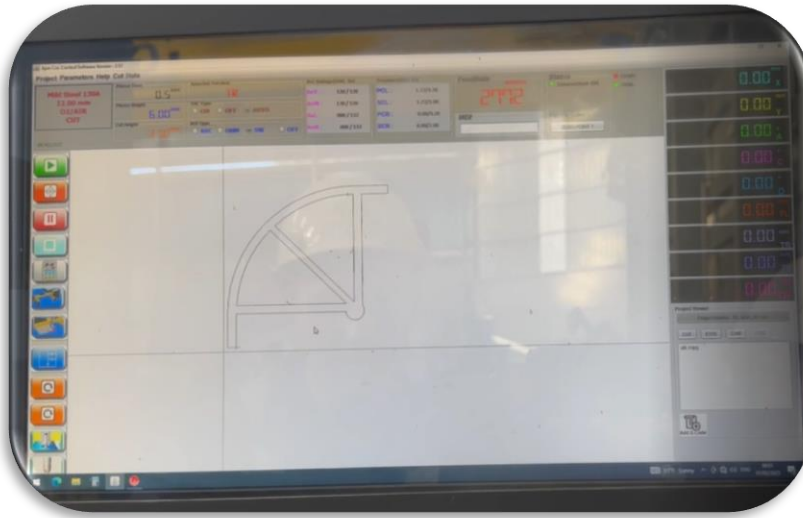


Ilustración n°44: Comienzo del corte

Fuente: Trabajo de campo

Una vez abierto el archivo y se vea la pieza, se hace clic, en el botón de empezar, y comenzará el corte. En el caso de que el brazo robótico no se encuentre en el punto de origen, se deberá de hacer uso del mando de control para poder mover la boquilla. Los pulsadores azules hacen referencia al eje donde queremos que el brazo se mueva. Y los de color rosado, hacen referencia a si movemos hacia delante o hacia detrás el brazo robótico, manteniendo el pulsador que dice “FAST”, se moverá el brazo robótico más rápido.



Ilustración n°45: Mando para mover el brazo robótico

Fuente: Trabajo de campo

“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL ÁMBITO NAVAL”

Mientras se va **ejecutando el corte en la pletina**, se ve en la pantalla el **trazado** que va haciendo el brazo robótico.

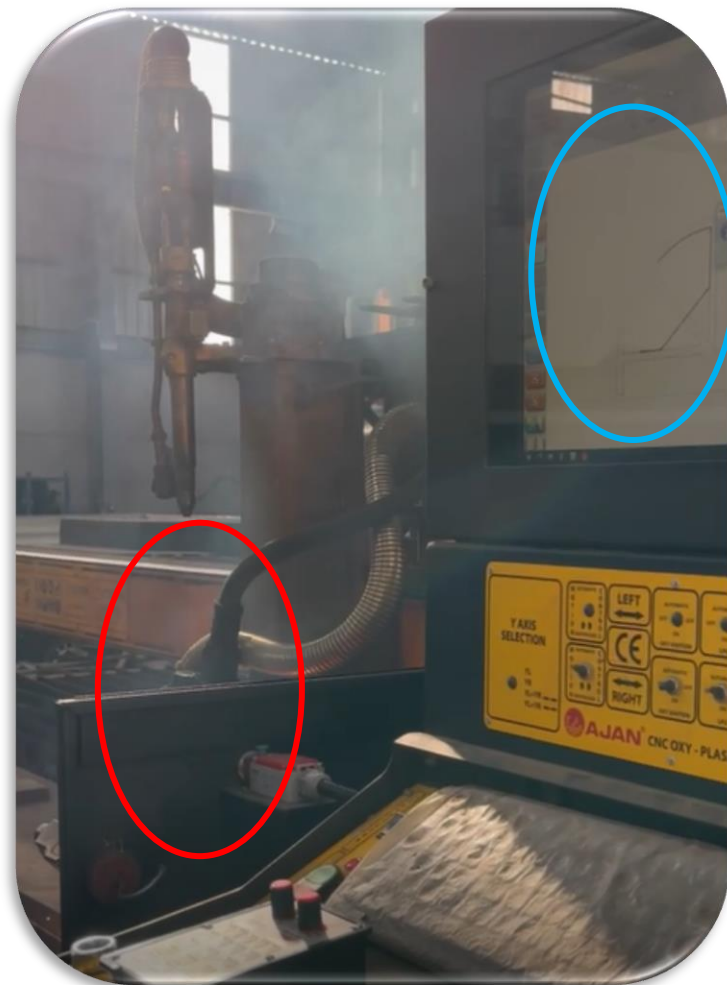


Ilustración n°46: Corte de la pieza

Fuente: Trabajo de campo

Una vez comience el corte, si el operario cuenta con el equipo de protección individual correspondiente, puede mirar el arco de plasma para saber si la velocidad de corte es la adecuada. Si la velocidad de corte es demasiado elevada, el arco de plasma se va a retrasar. Si es demasiado alta, el arco de plasma se adelantará.

“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL ÁMBITO NAVAL”

5.5 Ventajas e inconvenientes de estas máquinas de corte.

Cuando hablamos del corte por arco plasma, hablamos de eficiencia y de velocidad, debido a que son máquinas que pueden realizar el corte de una pieza de forma rápida y con un acabado de alta calidad. Es una opción barata, puesto que únicamente se deben de cambiar los consumibles, bien es cierto, que se necesita de una inversión económica inicial bastante alta. Pero, contar con un equipo como este es una gran ventaja para una empresa (siempre que exista mercado), si se compara al tiempo invertido y los costes de la contratación de soldadores cualificados para el corte de una pieza.

Cuando el corte se realiza por corte oxiacetilénico, tiene como ventaja la utilización del corte en materiales de gran grosor, y que se puede llevar para realizar trabajos de campo. Aunque es un proceso que tiene una velocidad de corte relativamente baja.

Una de los inconvenientes o ventajas, según se vea, que provoca la implantación de estos equipos en una empresa, se debe a que se ha de cualificar al personal para que puedan operar la máquina de forma segura y adecuada.

5.6 Diagrama de bloques indicando los pasos a seguir.

A continuación, se mostrará un diagrama de bloque, de todos los pasos a seguir para poder obtener una pieza.

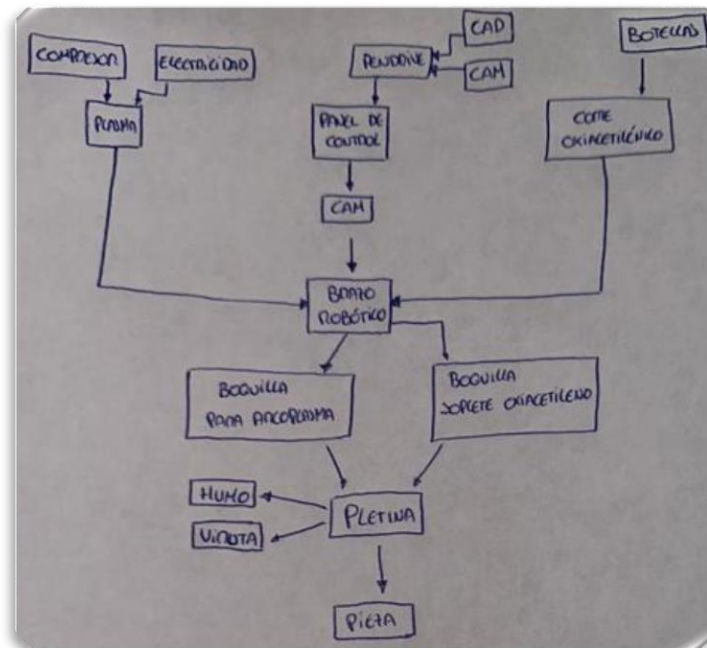


Ilustración n°47: Diagrama de bloque

Fuente: Elaboración propia

*“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL
ÁMBITO NAVAL”*

VI CONCLUSIONES

*“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL
ÁMBITO NAVAL”*

VI. CONCLUSIONES.

Las conclusiones de este TFG (trabajo de fin de grado) vienen en relación a los objetivos que nos hemos plasmado en el mismo.

- Hemos localizado en este trabajo de fin de grado la evolución del campo de la robótica desde sus inicios hasta la actualidad dentro del ámbito industrial, luego hemos podido localizar dichos usos en su aplicación al ámbito marítimo.
- Hemos aprendido de forma exhaustiva cómo es el funcionamiento del corte oxiacetilénico y corte por arco plasma. Así como el entendimiento de cómo se produce el corte y sus diferencias en ambos procedimientos de corte.
- Hemos localizado el instante puntual dónde después de las investigaciones en el ámbito de la robótica, éstas se han incorporado en el ámbito del sector industrial, y más concretamente en el ámbito del sector naval.
- Hemos entendido de una forma básica el uso del lenguaje del control numérico computarizado (CNC) durante mi estancia en las prácticas curriculares, y se ha explicado en este TFG para que el lector tenga una breve idea de su uso y aplicación en el ámbito marítimo.

*“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL
ÁMBITO NAVAL”*

VII BIBLIOGRAFÍA

*“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL
ÁMBITO NAVAL”*

VII. BIBLIOGRAFÍA

En este último capítulo bibliografía / webgrafía mostramos las referencias bibliográficas utilizadas en este trabajo de fin de Grado (TFG).

- [1] Robótica: qué es, origen, usos, ventajas... - Ferrovial. Ferrovial.
<https://www.ferrovial.com/es/innovacion/tecnologias/robotica/>
- [2] Las revoluciones industriales - Enciclopedia | Banrepcultural. Enciclopedia.
https://enciclopedia.banrepcultural.org/index.php/Las_revoluciones_industriales
- [3] ¿Qué es la robótica industrial? Concepto, usos y futuro. Unir.
<https://www.unir.net/ingenieria/revista/robotica-industrial/>
- [4] Antiguo martillo de vapor de trabajo en fábrica forja pieza de acero caliente con chispas | Foto Premium. Freepik. https://www.freepik.es/fotos-premium/antiguo-martillo-vapor-trabajo-fabrica-forja-pieza-acero-caliente-chispas_25749457.htm
- [5] Procesos de Corte y Soldadura. Lacorformacion.
<https://www.lacorformacion.com/procesos-de-corte-y-soldadura#:~:text=Los%20procesos%20de%20corte%20se,material%20a%20modo%20de%20viruta.>
- [6] Cutting Process Overview | Hypertherm. Hypertherm.
<https://www.hypertherm.com/solutions/technology/cutting-process-overview/?region=NART>
- [7] Corte con oxiacetileno | KUKA AG. Kuka. <https://www.kuka.com/es-es/productos-servicios/tecnolog%C3%ADas-de-procesamiento/corte-con-oxiacetileno>
- [8] Soldadura oxiacetilénica – Revista Cero Grados. 0grados.
<https://0grados.com/soldadura-oxiacetilénica/>
- [9] Oxyfuel and burn software. Hypertherm. <https://www.hypertherm.com/en-US/solutions/technology/understanding-oxyfuel-technology/?region=NART>
- [10] Rodríguez Galbarro, H. Técnica del Oxicorte. Ingemecanica.
<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn44.html>

*“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL
ÁMBITO NAVAL”*

- [11] Conozcan el proceso de la cortadora de plasma y detalles adicionales.
Tecnologiasensoldadura. <https://tecnologiasensoldadura.com.mx/conozcan-el-proceso-de-la-cortadora-de-plasma-y-detalles-adicionales/>
- [12] Define plasma - understand plasma cutting and plasma cutting software.
Hypertherm. <https://www.hypertherm.com/en-US/solutions/technology/plasma-technology/>
- [13] ¿Cuáles son las diferencias entre el corte por plasma y el oxicorte?.
Tecnologiasensoldadura. <https://tecnologiasensoldadura.com.mx/cuales-son-las-diferencias-entre-el-corte-por-plasma-y-el-oxicorte/>
- [14] Maria , L. (2020, October 5). Historia y evolución del corte de acero. Blog.
<https://blog.structuralia.com/corte-acero>
- [15] Mitos y Cartas: Hefesto dios del fuego - Mitología griega. Tierraquebrada.
<https://www.tierraquebrada.com/2014/mitos-y-cartas-hefesto-dios-del-fuego/>
- [16] Corte | Serrado. Yaskawa.
https://www.yaskawa.es/Casos%2520de%2520%25C3%2589xito/applications/application/corte-serrado_a11046
- [17] ▷ Corte por chorro de agua: funcionamiento y usos. Perezcamps.
<https://perezcamps.com/es/corte-chorro-agua/>
- [18] Corte de materiales sólidos | TELSONIC Ultrasonics. Telsonic.
<https://www.telsonic.com/es/corte/corte-de-materiales-solidos/>
- [19] ¿Cómo funciona el corte láser? FAQ. Troteclaser.
<https://www.troteclaser.com/es/ayuda-y-asistencia/faqs/como-funciona-el-corte-laser>
- [20] Redacción Interempresas, (2013, December 3). Precisión en el corte por láser gracias a la robótica de Stäubli. Interempresas. <https://www.interempresas.net/Robotica-industrial/Articulos/116808-Precision-en-el-corte-por-laser-gracias-a-la-robotica-de-Staubli.html>
- [21] Munín-Doce, A., Marcos, M., Vicente, D. & Sara, F. (2021). Construcción naval e industria 4.0. Módulo 3, Construcción naval 4.0. <http://hdl.handle.net/2183/27607>
- [22] Primo de Ex Libris. Puntoq-ull-es. <https://puntoq-ull-es.accedys2.bbtk.ull.es/primo-explore/search?sortBy=rank&vid=ull>

*“CORTE ROBOTIZADO POR ARCOPLASMA Y CORTE OXIACETILÉNICO EN EL
ÁMBITO NAVAL”*

- [23] Puntoq. https://puntoq.ull.es/primo-explore/fulldisplay?docid=TN_cdi_epo_espacenet_BR102014004350B1&vid=ull&search_scope=ull_recursos&tab=default_tab&context=PC
- [24] cnc dedicado para maquinas de corte plasma, oxicorte, laser e router para industria 4.0 - Universidad de La Laguna. Puntoq. https://puntoq.ull.es/primo-explore/fulldisplay?docid=TN_cdi_epo_espacenet_BR102018008177A2&vid=ull&search_scope=ull_recursos&tab=default_tab&context=PC&lang=es_ES
- [25] consumible | Definición | Diccionario de la lengua española | RAE - ASALE. Dle. <https://dle.rae.es/consumible>
- [26] Programación en CNC: ¿Qué es y qué tipos existen? - Grumeber. Grumeber. <https://grumeber.com/tipos-de-programacion-en-cnc/>
- [27] (2021, July 23). ¿Qué es CAD-CAM? | RESYCAM - TODO PARA CAD/CAM. Resycam. <https://www.resycam.com/que-es-cad-cam/#:~:text=El%20t%C3%A9rmino%20%20ABCAD%2DCAM%2%BB,de%20fabricaci%C3%B3n%20asistida%20por%20ordenador.>
- [28] Nauticexpo. <https://www.nauticexpo.es/prod/aeronaut/product-31985-536421.html>
- [29] ¿Qué es lo que hace un calderero? - Escuela Industrial. Postgradoindustrial. <https://postgradoindustrial.com/calderero-que-hace-funciones/>
- [30] Manual de la máquina AJAN CNC
- [31] Manual de la máquina HGG 1200 Mk3