



**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**

**ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES**

**Grado en Ingeniería en Organización Industrial**

**IMPLANTACIÓN DE ROBOTS  
COLABORATIVOS EN LINEA DE  
PRODUCCIÓN**

**Autor:**

**Tabuenca Alcusón, Diego**

**Tutor:**

**Posada Calvo, Marta**

**Departamento de Organización de Empresas y Comercialización e  
Investigación de Mercados**

**Valladolid, Enero, 2017.**



## RESUMEN (ES)

Estamos en una nueva revolución global y debemos aprovechar esta ola tecnológica para mejorar la productividad de la industria. Esta revolución, conocida como la cuarta revolución industrial o industria 4.0, está ocasionada por el nuevo enfoque de la industria. Tecnologías como big data, fabricación aditiva o robótica son las causantes de esta nueva corriente. En esta línea, este TFG desarrolla un caso práctico del proceso de implantación de una línea de robots colaborativos (cobot) en una empresa del sector automovilístico, desde la elaboración del cuaderno de carga hasta la implantación final. Dicho cobot reemplazará actividades realizadas por un operario en línea con sus consiguientes mejoras.

### Palabras clave:

COBOT, CUASI-MÁQUINA, CdC (Cuaderno De Carga), HVAC, TIEMPO DE CICLO.

## SUMMARY (EN)

We are involved in a global technological revolution and our duty is to improve the production of our factories using these new technologies. This revolution is known as 4.0 Industry and it is happening thanks to the approach of new technologies to factories. Technologies such as big data or robotics are the main points of this new Industry. Big Corps are focusing on automation technologies whose purpose is to improve their working processes, to cut down on hand work, and reduce the operational time. According to that Corps, I think that automation is something that we need to pay attention to. All in all, this project develops how to insert a collaborative robot in a Valeo factory work line.

### Key words:

COBOT, PARTLY COMPLETED MACHINERY, PS (PERFORMANCE SPECIFICATIONS), HVAC, TACK TIME.





## Dedicatoria:

Dedico este Proyecto a mis padres Pedro Julián Tabuenca Laforga y Elisabeth Alcusón Jimenez. Sin vuestro apoyo y ayuda este documento jamás habría sido realizado por mí, ni sería la persona que ahora soy.  
Eternamente agradecido vuestro hijo.





## **ÍNDICE**

INTRODUCCIÓN .....	9
OBJETIVOS.....	9
MOTIVACIÓN.....	9
VALEO TÉRMICO ZARAGOZA.....	10
ESTRUCTURA DE LA MEMORIA .....	11
CAPÍTULO 1.....	15
INTRODUCCIÓN A LOS ROBOTS COLABORATIVOS .....	15
1.1 HISTORIA DE LA ROBÓTICA.....	17
1.2 HISTORIA DE LA ROBÓTICA COLABORATIVA .....	20
1.3 HISTORIA DE UNIVERSAL ROBOTS (UR).....	23
CAPÍTULO 2.....	25
INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA VALEO .....	25
2.1 HISTORIA DE VALEO .....	27
2.2 VALEO EN LA ACTUALIDAD .....	29
2.3 VISIÓN VALEO .....	30
2.3.1 LA REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE CO2 ES UNA PRIORIDAD PARA VALEO .....	30
2.3.2 DESARROLLO EN ASIA Y PAISES EMERGENTES .....	32
2.4 METODOLOGÍA VALEO.....	32
2.4.1 - OBJETIVO 5 EJES .....	34
2.4.2. - SISTEMA DE 5 EJES .....	34
2.4.3 - HOJAS DE RUTA .....	36
2.5 RELACIONES CON CLIENTES Y PROVEEDORES.....	41
2.5.1 POLÍTICA DE VENTAS .....	42
2.5.2 ESTRATEGIA DE COMPRAS .....	44
2.5.3 REQUISITOS RELATIVOS A LA ÉTICA, EL CUMPLIMIENTO Y DESARROLLO SOSTENIBLE.....	45
2.5.4 ESTÁNDARES DE CALIDAD .....	45
2.6 VALEO TÉRMICO ZARAGOZA .....	46
CAPÍTULO 3.....	55
GUIA PARA REALIZAR UNA IMPLANTACIÓN EN LINEA .....	55
3.1 INTRODUCCIÓN .....	57
3.2 CUADERNO DE CARGAS .....	59
3.3 PAYBACK/OFERTA PROVEEDORES .....	60
3.4 SEGURIDAD .....	61
3.4.1 ISO 10218-1 (Secciones 4.4 y 4.10).....	62
3.4.2 DIRECTIVA EUROPEA 2006/42/CE .....	63

3.4.3 ISO/TS 15066 .....	67
3.4.4 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS:.....	69
3.5 INSTALACIÓN DEL BRAZO ROBÓTICO Y PROGRAMACIÓN EN POLYSCOPE .....	70
3.5.1 INTERFAZ DE POLYSCOPE.....	71
3.5.2 MOVER ROBOT.....	74
3.5.3. E/S.....	75
3.5.4. AUTOMOVER .....	76
3.5.5. PROGRAMA .....	77
CAPÍTULO 4.....	89
CASO PRÁCTICO DE IMPLANTACIÓN EN LINEA.....	89
4.1 CUADERNO DE CARGAS.....	91
4.1.1.-INTRODUCCIÓN.....	94
4.1.2.-DESCRIPCIÓN GENERAL Y ENTORNO.....	96
4.1.3.- DESCRIPCION GENERAL PRODUCTO.....	96
4.1.4.- MARCO DE TRABAJO.....	97
4.1.5.- ESPECIFICACIONES .....	98
4.1.6.- DOCUMENTACIÓN NECESARIA PARA EL PROYECTO .....	101
4.1.7.- PROCESO DE MONTAJE.....	101
4.1.8.- LAY-OUT .....	102
4.1.9.- INSTALACIÓN EN VALEO .....	102
4.1.10.- COMUNICACIÓN, MATERIALES E IDENTIFICACIÓN .....	103
4.1.11.- CAPABILIDAD .....	103
4.1.12.- FIABILIDAD.....	104
4.1.13.- MANTENIMIENTO .....	104
4.1.14.- SEGURIDAD - CONDICIONES DE TRABAJO .....	105
4.1.14.- DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR.....	106
4.1.16.- CONDICIONES GENERALES .....	109
4.1.17.- GARANTÍA.....	111
4.2 PAYBACK DEL PROYECTO .....	111
4.3 SEGURIDAD .....	112
CONCLUSIONES.....	119
BIBLIOGRAFÍA.....	123



## **INTRODUCCIÓN**

### **OBJETIVOS**

En el presente Trabajo Fin de Grado se aborda el estudio e implantación de robots colaborativos, conocidos como cobots, en una línea de trabajo en la planta de Zaragoza de Valeo Térmico. La principal razón de su implantación ha sido eliminar las tareas más ociosas para los operarios, no la sustitución de operarios por máquinas.

Valeo Térmico es una empresa multinacional dedicada a la fabricación de componentes para el mercado de la automoción. El principal motivo del Grupo Valeo para automatizar la producción de sus plantas es continuar siendo competitiva frente a su competencia. El grupo Valeo con este proyecto busca obtener resultados en un plazo inferior a dos años.

Los robots colaborativos, también conocidos como co-bots, han sido diseñados para trabajar junto a operarios humanos, ayudando a estos en las tareas que resultan más pesadas y de mayor precisión. Gracias a los contenidos precios de los cobots, su alta adaptabilidad a cualquier tarea, y su multitud de elementos “plug and play”, están logrando que la pequeña-mediana empresa comience a adoptar esta tecnología y se cree que este campo experimentará un gran crecimiento en un futuro próximo.

Es por ello que el objetivo de esta memoria es elaborar una guía práctica que explique los pasos a seguir en la implantación de robots colaborativos en una línea de trabajo para que cualquier planta pueda realizar proyectos similares de manera satisfactoria. Para ilustrar cómo aplicar dicha guía en una planta real, se incluye el caso práctico de implantación en Valeo Térmico Zaragoza, siguiendo los pasos definidos en la guía.

### **MOTIVACIÓN**

El siguiente TFG está vinculado a unas prácticas formativas extracurriculares en la Planta de Valeo Térmico Zaragoza. El proyecto para el que he sido contratado es “Comenzar con la implantación de robots colaborativos en la Plataforma CMF1 (Renault Megane)”. Este proyecto comienza a finales de 2016 con el primer cobot piloto.

El periodo de estas prácticas comenzó el día 17/10/2016 y tiene vigencia hasta el 03/02/2017, tras acabar este periodo de prueba de tres meses, si el

resultado es satisfactorio podré prorrogar estas prácticas hasta el día 03/09/2017. El tutor académico de estas prácticas es José Alberto Arauzo Arauzo (Departamento de Organización de Empresas), mientras que el tutor en la empresa es Yann Rialland (Responsable de métodos en Thermal Climate Control Zaragoza-Martorellas).

En la siguiente tabla se detalla el equipo encargado de acometerlo y el papel desempeñado por cada una de las 4 personas que lo formamos, destacando mi contribución al mismo.

Nombre	Papel	Descripción
YANN RIALLAND	RESPONSABLE MÉTODOS TCC	Responsable de los Ingenieros de métodos en Zaragoza-Martorellas dentro de la rama de negocio de Termal Climate Control
DIEGO TABUENCA	METODISTA TCC	Metodista cuya tarea principal se enfoca en la Implantación de Cobots y todo lo que ello engloba
HECTOR GONZALEZ	METODISTA TCC	Metodista cuya tarea principal se centra en la adecuación de las líneas MOKKA-MERIVA aunque también apoya en la implantación de cobots
ALEJANDRO LEGRA	INGENIERO SOFTWARE TCC	Ingeniero de software para la rama Thermal Climate Control que servirá de apoyo en el software de los cobots.

### VALEO TÉRMICO ZARAGOZA

En la Planta Valeo Térmico de Zaragoza se desarrolla la rama de negocio que se centra en sistemas térmicos y cuya finalidad es desarrollar y fabricar sistemas, módulos y componentes para asegurar la correcta dirección de la energía térmica del tren motriz y del habitáculo para el confort de todos los pasajeros, durante todas las fases del uso del vehículo. Esos sistemas además sirven para reducir significativamente el consumo de combustible, las emisiones de CO2 y partículas nocivas para el medioambiente emitidas por los motores de combustión interna. Esto ayuda a incrementar el rango de distancia y de duración de baterías para vehículos eléctricos.

Actualmente Valeo Zaragoza emplea a más de 700 personas. Esta planta posee proyectos de producción con varios modelos de vehículos como Opel Mokka, Opel Meriva, Renault Megane, etc.

El Grupo Valeo está apostando mundialmente por esta automatización. Las empresas Valeo situadas en China o Japón ya han instalado varios robots

colaborativos con el objetivo de mejorar su productividad para competir con multinacionales como Denso la cual ya posee un alto grado de automatización Industrial.

En Valeo Térmico Zaragoza actualmente estamos en periodo de aprendizaje con los robots de la empresa Universal Robots. Pero durante el 2017 se pretende invertir fuertemente en esta tecnología de automatización incluyendo varios cobots en la misma plataforma. Tras ello, esta tecnología basada en la colaboración hombre-máquina se irá extendiendo a las diferentes plataformas de la firma.

## **ESTRUCTURA DE LA MEMORIA**

Esta memoria se estructura en cuatro capítulos, además de introducción y conclusiones.

En el primer capítulo se narra la historia de la robótica desde una visión más general hasta llegar progresivamente a la robótica colaborativa.

En el segundo capítulo se describe la Metodología Valeo, desde la filosofía del Grupo Empresarial hasta centrarnos en la planta de Valeo Zaragoza, que es donde tiene lugar la implantación de robot colaborativos en la línea. La estrategia de crecimiento rentable de Valeo es alcanzar la satisfacción total del cliente a través de la excelencia operativa. Los 5 ejes fundamentales para la satisfacción del cliente son: Calidad Total, Participación de personal, Integración de Proveedor, Desarrollo de producto, Sistema de Producción. El desarrollo de cada eje el sistema se apoya en los siguientes elementos cuyo desarrollo se incluye en el capítulo: hojas de ruta, indicadores físicos, un plan de despliegue e informes.

En el tercer capítulo se desarrolla la guía donde se puntualiza detalladamente toda la información que se requiere para implantar robots colaborativos en línea, que incluye desde las pautas para realizar un cuaderno de cargas hasta la programación, pasando por la seguridad.

- En primer lugar se definen y enumeran los aspectos principales que debe incluir un cuaderno de cargas.
- Tras ello se explica el cálculo del payback del proyecto con los presupuestos que nos han ofrecido los proveedores del proyecto tras haber recibido nuestro cuaderno de cargas.
- En tercer lugar se exponen las consideraciones de seguridad que se deben tener en consideración en el desarrollo de un proyecto de robot

colaborativos. Los requisitos de seguridad para Robots colaborativos de uso industrial vigentes en 2016 son los siguientes.

- **ISO 10218-1:2011:** Fabricante de robots.
- **ISO 10218-2: 2011:** Integrador de sistemas robóticos / aplicaciones robóticas.
- **ISO/TS 15066:** *NO es una norma, sino una especificación técnica con directrices adicionales relativas a los robots de uso colaborativos.*
- **ISO 13849-1:** Proporciona requisitos de seguridad y orientaciones sobre los principios para el diseño e integración de las partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad (SRP/CS).
- La Directiva europea 2006/42/CE relativa a la maquinaria es la legislación aplicable a todas las instalaciones en Europa.
- Además se realiza la identificación y evaluación de riesgos de acuerdo con ISO 10218-2: 2011:
- Finalmente, se describe, de manera informativa, el software y la programación asociada a los robots colaborativos. Este apartado en el proyecto real que se desarrolla en el capítulo cuarto, es delegado en una subcontrata como consta en el CdC original

El cuarto capítulo se enfoca en el caso práctico que se ha realizado en Valeo durante mi estancia de prácticas en la Empresa. En este capítulo se han puesto en práctica todas las pautas señalizadas en el capítulo anterior. En concreto se incluye:

- 1) **Introducción.** Descripción de la finalidad del cuaderno de cargas.
- 2) **Descripción general y entorno.** Descripción de la localización, turnos de trabajo y cadencia.
- 3) **Descripción general del producto.** Descripción de cada una de las partes que conforman el producto.
- 4) **Marco de trabajo.** Definición de las cuestiones que debe solucionar el proveedor y que serán su responsabilidad.
- 5) **Especificaciones.** Definición de los requisitos (tanto generales como específicas) de debido cumplimiento, sino el responsable será el proveedor.
- 6) **Documentación necesaria para el proyecto.** Los documentos y componentes o aparatos que sean necesidad del proveedor para acometer el proyecto.
- 7) **Proceso de montaje.** Descripción del proceso de montaje, pas a paso y tiempos manuales.
- 8) **LAY-OUT.** Layout de implantación previsto



- 9) **Instalación en Valeo.** Definición del encargado de la instalación y fechas previstas.
- 10) **Comunicación, materiales e identificación.** Especificaciones del grupo Valeo en este ámbito.
- 11) **Capabilidad.** Tolerancias que permite el proceso.
- 12) **Fiabilidad.** Especificaciones acerca de la fiabilidad.
- 13) **Mantenimiento.** Características de debido cumplimiento para mantener el cobot en pleno funcionamiento.
- 14) **Seguridad-Condiciones de trabajo.** Seguridad y ergonomía.
- 15) **Documentación a entregar.** Documentación técnica que engloba el proyecto.
- 16) **Condiciones generales.** Planning.
- 17) **Garantía.** Especificaciones de garantía.



CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN A LOS ROBOTS  
COLABORATIVOS





## 1.1 HISTORIA DE LA ROBÓTICA

Desde hace varios siglos el ser humano ha tenido la idea de construir máquinas que imitasen partes del cuerpo humano para ayudarse en sus labores. Los antiguos egipcios unieron brazos mecánicos a las estatuas de sus dioses; los griegos construyeron estatuas que operaban con sistemas hidráulicos, los cuales eran utilizados para fascinar a los adoradores de los templos [1][2][3].

El inicio de la robótica actual puede fijarse en la industria textil del siglo XVIII, cuando Joseph Jacquard inventa en 1801 una máquina textil programable mediante tarjetas perforadas. Luego, la Revolución Industrial impulsó el desarrollo de estos agentes mecánicos, donde destacaron el torno mecánico motorizado de Babbitt y el mecanismo programable para pintar con spray de Pollard y Roselund. Además de esto, durante los siglos XVII y XVIII en Europa fueron construidos muñecos mecánicos muy ingeniosos que tenían algunas características de robots. Jacques de Vauncansos construyó varios músicos de tamaño humano a mediados del siglo XVIII, la finalidad de estos robots era específicamente el entretenimiento. En 1805, Henri Maillardert construyó una muñeca mecánica que era capaz de hacer dibujos mediante una secuencia realizada por levas [1][2][3].

La palabra robot se utilizó por primera vez en 1920 en una obra llamada "Los Robots Universales de Rossum", escrita por el dramaturgo checo Karel Capek. Su trama trataba sobre un hombre que fabricó un robot y luego este último mata al hombre. La palabra checa 'Robota' significa servidumbre o trabajo forzado, y cuando se tradujo al inglés se convirtió en el término robot. Luego, Isaac Asimov comenzó en 1939 a contribuir con varias relaciones referidas a robots y a él se le atribuye el acuñamiento del término Robótica, conocido como una máquina bien diseñada y con una seguridad garantizada que trabaja de acuerdo con las denominadas "Tres Leyes de Robótica" que son las siguientes [1][2][3]:

1. Un robot no puede actuar contra un ser humano o, mediante la inacción, que un ser humano sufra daños.
2. Un robot debe de obedecer las órdenes dadas por los seres humanos, salvo que estén en conflictos con la primera ley.
3. Un robot debe proteger su propia existencia, a no ser que esté en conflicto con las dos primeras leyes [2][3].

Inicialmente, se definía un robot como un manipulador reprogramable y multifuncional diseñado para trasladar materiales, piezas, herramientas o aparatos a través de una serie de movimientos programados para llevar a cabo una variedad de tareas. El desarrollo en la tecnología, donde se incluyen las

poderosas computadoras electrónicas, los actuadores de control retroalimentados, transmisión de potencia a través de engranes y la tecnología en sensores, han contribuido a flexibilizar los mecanismos autómatas para desempeñar tareas dentro de la industria. Son varios los factores que intervinieron para que se desarrollaran los primeros robots en la década de los 50 [2][3].

La investigación en inteligencia artificial desarrolló maneras de emular el procesamiento de información humana con computadoras electrónicas e inventó una variedad de mecanismos para probar sus teorías.

Las primeras patentes aparecieron en 1946 con los muy primitivos robots para traslado de maquinaria de Devol. También en ese año aparecen las primeras computadoras. En 1954, Devol diseña el primer robot programable acuñándole el nombre de autómata universal. Después Engleberger funda la primera compañía de robótica, Unimation, cuyo primer modelo en ser comercializado fue lanzado en 1959, el cual era controlado por finales de carrera [2][3].

En 1960 se introduce el primer "Unimate", basado en la transferencia de artículos. Este robot utilizaba principios de control numérico y era movido mediante circuitos hidráulicos. A la derecha podemos ver su aspecto [2][3]:

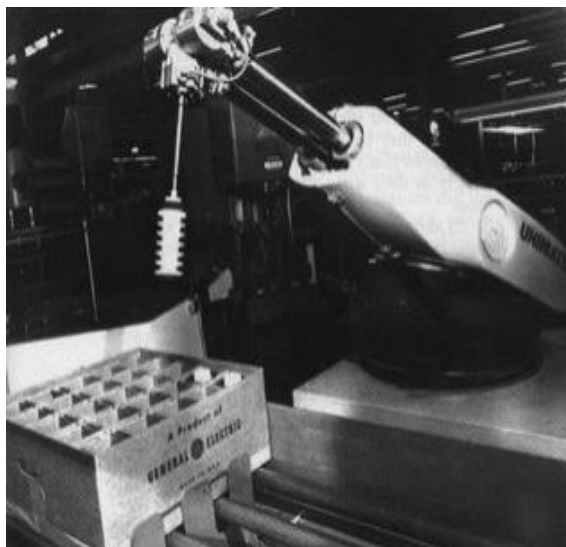


Figura 1.1. Robot "unimate"

En 1965 se abren laboratorios de investigación en Inteligencia Artificial en el MIT, SRI y Universidad de Edimburgo. Poco después empresarios Japoneses comenzaron a emprender en esta tecnología convirtiéndose en los pioneros del mercado [2][3].

En 1966 Trallfa, una firma noruega, construyó e instaló un robot de pintura por pulverización [3].

En 1971 El "Stanford Arm", un pequeño brazo de robot de accionamiento eléctrico, se desarrolló en la Stanford University: el cual podemos ver en la siguiente imagen [3]:

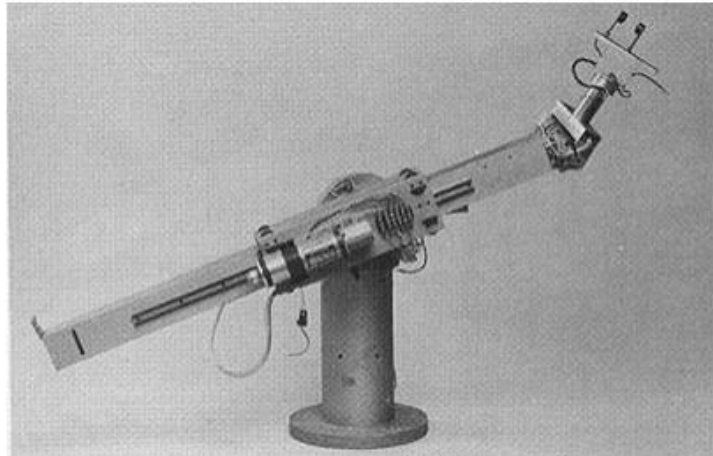


Figura 1.2. Robot "Stanford Arm"

En 1973 se desarrolló en SRI el primer lenguaje de programación de robots del tipo de computadora para la investigación con la denominación Wave. Fue seguido por el lenguaje AL en 1974. Mediante esos dos lenguajes se desarrolló posteriormente de la mano de Víctor Scheinman y Bruce Simano el lenguaje VAL comercial para Unimation [3].

En 1978 Se introdujo el robot PUMA para tareas de montaje por Unimation, basándose en diseños obtenidos en un estudio de la General Motors [3].

Actualmente, el concepto de robótica ha evolucionado hacia los sistemas móviles autónomos, que son aquellos que son capaces de desenvolverse por sí mismos en entornos desconocidos y parcialmente cambiantes sin necesidad de supervisión [3].

En los setenta, la NASA inicio un programa de cooperación con el Jet Propulsion Laboratory para desarrollar plataformas capaces de explorar terrenos hostiles.

En la actualidad, la robótica se debate entre modelos sumamente ambiciosos, como es el caso del IT, diseñado para expresar emociones, el COG, también conocido como el robot de cuatro sentidos, el famoso SOJOURNER o el LUNAR ROVER, vehículo de turismo con control remotos, y otros mucho más específicos como el CYPHER, un helicóptero robot de uso militar, el guardia de tráfico japonés ANZEN TARO o los robots mascotas de Sony [3].

En general la historia de la robótica la podemos clasificar en cinco generaciones: Las dos primeras, ya alcanzadas en los ochenta, incluían la gestión de tareas repetitivas con autonomía muy limitada. La tercera generación incluiría visión artificial, en lo cual se ha avanzado mucho en los ochenta y noventa. La cuarta incluye movilidad avanzada en exteriores e

interiores y la quinta entraría en el dominio de la inteligencia artificial en lo cual se está trabajando actualmente [3].

## 1.2 HISTORIA DE LA ROBÓTICA COLABORATIVA

Según los expertos, los robots colaborativos, gran innovación en términos de robótica, se van a posicionar como el motor de crecimiento de esta Industria en los próximos años.

Los robots colaborativos, también conocidos como co-bots, han sido diseñados para trabajar junto a operarios humanos, ayudando a estos en las tareas que resultan más pesadas y de mayor precisión. Gracias a los contenidos precios de los cobots, su alta adaptabilidad a cualquier tarea, y su multitud de elementos “plug and play”, están logrando que la pequeña-mediana empresa comience a adoptar esta tecnología. Por todo ello, los analistas creen que este campo experimentara un gran crecimiento en un futuro próximo [4].

Existen muchas razones por la cual han aparecido los robots colaborativos. Entre todas ellas: Las empresas los están utilizando ya que pueden estar colocados junto a humanos en las mismas líneas de montaje empleando pequeños espacios, las medidas de seguridad necesarias son mucho menores que en robots simples, son muy flexibles para trabajar en remesas cortas sin necesidad de perder mucho tiempo en programarlos y son idóneos para reemplazar a operarios en tareas repetitivas o con problemas de ergonomía [4].

La seguridad debe ser siempre la primera preocupación en cualquier aplicación robótica. Cada país tiene diferentes leyes y normas al respecto y algunas compañías pueden tener políticas aún más estrictas. El practicante cobótico debe tener todas las precauciones para asegurar que sus proyectos cumplan con dichas normas [5].

Los robots industriales poseen jaulas de seguridad para proteger a los humanos de estas máquinas. Sin embargo, los cobots existen en multitud de tamaños, sus medidas de seguridad pueden no requerir el uso de jaulas, poseen sensores de seguridad, su geometría es redondeada y suave para evitar lesiones, etc. Pero su principal característica es que en cada una de las articulaciones del brazo robótico existen sensores diseñados para detectar fuerzas de impacto, por pequeñas que sean, y reaccionar rápidamente [4].

Se debe puntuar que no todos los robots colaborativos pueden ni deben operar sin jaulas. La inercia de un brazo robótico muy cargado puede causar lesiones

sin importar su sensibilidad. Un cobot transportando un objeto como una placa de metal con bordes afilados o puntiagudos también puede causar lesiones antes de que se detenga por completo [5].

Trabajar en ausencia de jaula no es lo único que hace un robot colaborativo. La mayoría requiere un grado de conocimiento técnico no muy alto. Muchos cobots pueden ser programados por un operador con poco conocimiento técnico. El operador configura el cobot en modo enseñanza y guía el brazo a través de los movimientos de la tarea pulsando un botón para identificar cada waypoint (*punto de paso*). Una vez que se enseña, la tarea se almacena en la memoria y se programa cuando sea necesaria [5].

Otro enfoque para cobots es usar múltiples sensores para evitar o reducir la necesidad de mantenerlos en una jaula. El robot puede operar a velocidades normales cuando ningún ser humano entre en la zona de trabajo del cobot. Si una persona entra en el área de trabajo, entonces detecta su presencia, en ese momento el robot ralentiza su marcha y restringe el movimiento para evitar cualquier peligro de posible contacto [5].

### **Potencial de crecimiento enorme**

En un estudio realizado por el MIT en una fábrica de BMW, se demostró que los equipos eficientes compuestos por seres humanos y cobots son más productivos que cualquiera de ambos por su cuenta. Además esta cooperación reduce el tiempo de inactividad humana en un 85% [6].

Un portavoz de BMW dijo que debido al éxito cosechado se podía prever duplicar o triplicar el número de robots colaborativos en sus fábricas [6].

Por otro lado, Mercedes-Benz, está inmerso en un proyecto llamado “robot farming”, el cual busca reducir a la mitad las 61 horas que se tarda en fabricar un vehículo [6].

En la actualidad la venta de cobots representa el 5% del mercado global de robots, aunque se tienen grandes expectativas de futuro. Además de usos industriales, se espera que aumente su utilización en actividades no industriales como conducción o salud [6].

El mercado potencial es enorme: Actualmente existen 6 millones de empresas de las cuales el 70% se dedican a la manufactura, por ello es fácil imaginar que en el futuro la mayoría se decantara por esta novedosa tecnología [6].

Se espera que entre 2015 y 2020 este sector incremente sus ventas desde los 95 millones de dólares en 2014 hasta el billón de dólares en 2020. Se cree

que en los próximos años los robots colaborativos ligeros se convertirán en el producto más vendido en Industria, con unos precios de entre 14.000 y 20.000 dólares. Este tipo de robots se pronostica que tendrá una tasa de crecimiento anual hasta 2019 de un 51%. En la siguiente imagen podemos ver el gráfico de crecimiento [6]:

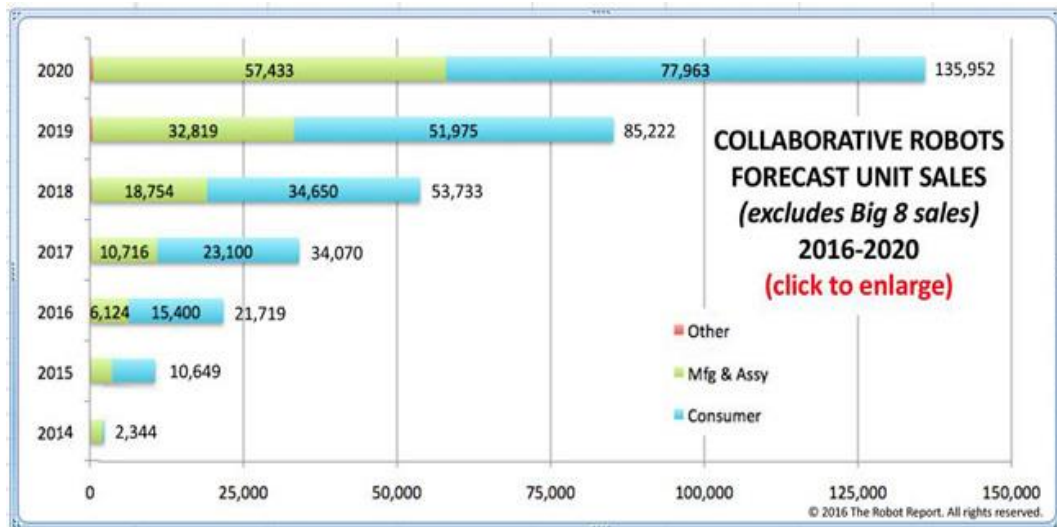


Figura 1.3. Gráfica de crecimiento de robots colaborativos.

### Compañías y sus Cobots

Los robots colaborativos están ganando popularidad debido a la reducción de precio de los sensores, lo cual influye directamente en el precio de los cobots. Esto permite acceder a este servicio a empresas de cualquier tamaño, sumado a su facilidad de uso y programación, lo convierte en un producto atractivo [6].

Universal Robots es el actual líder del Mercado, pero es seguro que el próximo año veamos intentando encabezar esta lista a empresas como KUKA, ABB o FANUC mediante precios atractivos y nuevas posibilidades. A comienzos de 2017 la competitividad va a ser más intensa con una cifra cercana a 14.000 unidades de cobots vendidas, reportando más de 500 millones de dólares al sector. Estamos al comienzo de una evolución que con el tiempo mejorara su flexibilidad, facilidad de formación, etc [4][6].

### 1.3 HISTORIA DE UNIVERSAL ROBOTS (UR)

Esta compañía de Robots colaborativos comenzó a gestarse en 2003 en Odense (Dinamarca). Comenzaron con la idea de crear robots ligeros cuya programación e instalación fuese sencilla, focalizándose en la industria alimentaria [7].



UR se fundó oficialmente en 2005, con la meta de hacer robots para empresas de pequeño y medio tamaño.

En 2008 el estado Danés convencido del potencial de UR se unió al equipo de dirección de UR y logró la participación de Syddansk Innovation en la empresa [7].

El primer producto que desarrollaron fue el UR5 en 2009, un robot con brazo de 6 articulaciones que revolucionó el mercado de los robots industriales [7].

Este robot poseía un peso de 18 kg y la capacidad de mover 5kg en un radio de 85cm. Podemos verlo en la imagen de la derecha.

En 2010 esta empresa se comenzó a expandir por toda Europa [7].

En 2011 entró en el mercado asiático estableciéndose en China [7].

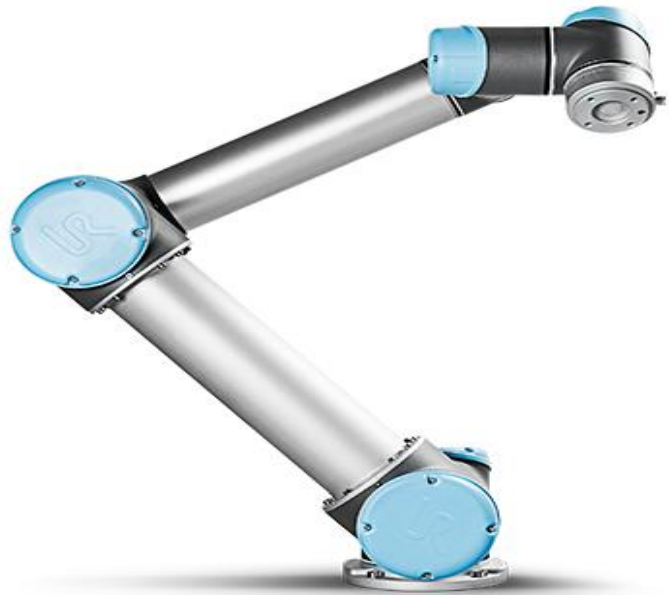


Figura 1.4 Robot "UR5"

En 2012 se lanza al mercado el UR10, cuyas características son movimientos con hasta 10kg de peso y en un radio de 130cm. Para esta fecha ya había unos 1600 robots instalados por todo el mundo [7].

En 2014 continúan expandiéndose creando centros de trabajos cada vez más numerosos y de mayor tamaño. En este año se presenta la tercera generación de los UR5 y UR10. Con 8 nuevas funciones de seguridad, el brazo de este robot es el único del mundo cuya inteligencia artificial adapta los ajustes de seguridad del robot para cada aplicación específica [7].

Por estas fechas ya eran 3500 los robots instalados en todo el mundo.

En 2015 es lanzado al mercado el UR3, el robot más flexible y ligero, el cual puede trabajar colaborando con humanos, El robot pesa 3kg y sirve para ensamblados ligeros y acciones automatizadas en mesas de trabajo [7].

Actualmente da empleo a unas 3800 personas directamente.

Se encuentra en el puesto 25 de las Compañías más inteligentes de 2015 en el ranking del MIT [7].

Actualmente es la empresa líder a nivel mundial en venta de robots colaborativos [4].



**CAPÍTULO 2**  
**INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA VALEO**



## 2.1 HISTORIA DE VALEO

En 1923, Eugène Buisson abrió talleres en Saint-Ouen para fabricar, bajo licencia, sus propios materiales de fricción para frenos. Así nació la *Société Anonyme Française de Ferodo (SAFF)* [8].

En 1932, la compañía amplió sus actividades para incluir la producción de embragues, entonces SAFF entró en la Bolsa de París. En vísperas de la Segunda Guerra Mundial, la compañía llevo a cabo la mayoría de las patentes relativas a los embragues [8].

Durante la guerra, en la batalla de Falaise en 1949, sus fábricas de Normandía fueron parcialmente destruidas, y durante la liberación de París, los talleres de Saint-Ouen fueron gravemente dañados [8].

En la década de 1950, la empresa se modernizó y sufrió una expansión fuera de la región de París, creando nuevas factorías, sobre todo en Normandía y Amiens. En 1953 los embragues ya se habían convertido en su principal actividad de negocio [8].

En 1962 la compañía se hizo cargo de SOFICA (Société de Fabrication Industrielle de Chauffage et d'Aération), especializándose en calefacción y aire acondicionado con una fábrica en Nogent-le-Rotrou (Francia), adquiriendo así una nueva línea de negocio: Sistemas térmicos para los automóviles [8]. La compañía fue reestructurada para reflejar sus actividades, las cuales continuaban diversificándose, especialmente con la inclusión de sistemas de iluminación y de limpieza. Durante la década de 1960, la compañía se expandió por Europa trabajando estrechamente con clientes de Francia e Italia. También se habían establecido en España [8].

En 1970, la compañía construyó un centro de Investigación (el cual incluía un túnel de viento) dedicado a sistemas térmicos, situado en La Verrière (Paris). Se continuó con la expansión mediante una serie de adquisiciones en Europa, así como la toma de control de SEV Marchal (1970-1971), tras ello Paris-Rhône y Cibié (1977-1978). Esas adquisiciones permitieron a la compañía extender su estrategia a largo plazo para abarcar componentes eléctricos (bujías, motores de arranque, sistemas de iluminación,...). En 1974, el Grupo situó la actividad de sistemas térmicos en Sao Paulo [8].

En 1980 se unificaron todas las marcas del Grupo bajo el nombre "VALEO" (yo soy así en latín). Ese mismo año, Valeo abrió su primera sede en Estados Unidos, produciendo sistemas de calefacción, tras ello en 1982 se abrió una nueva localización en México. En 1984, el Grupo se hizo con Ducellier, una

empresa productora de alternadores, motores de arranque, faros, sistemas de encendido... y estableció su primera factoría en Túnez. En 1985, los primeros grupos de dirección nacionales fueron creados, se eligieron embajadores en España, Italia, Alemania, Brasil y Japón. En 1987, Grupo Valeo se enfocó hacia nuevas actividades y comenzó a disponer de empresas no automotrices, por ejemplo, se adquirió Neiman, cuya actividad eran los sistemas de seguridad. En 1988, Valeo abrió sus primeras factorías en Corea del Sur y Turquía [8].

Durante las década de los 90, la excelencia operativa se convirtió en una de las prioridades de Valeo, entonces se introdujo el “Sistema de los 5 Ejes”, del que hablaremos más adelante, para alcanzar la satisfacción del cliente a través de la calidad total. Se expandieron las operaciones de Investigación y Desarrollo, por lo que en 1992 se abrió en Créteil un centro de I+D, además se abrió otro en Bobigny centrado en iluminación. Este desarrollo internacional continuaba vigente, por ello Valeo se trasladó a China (1994), Polonia (1995), República Checa (1995) y La India (1997). En 1998, el grupo adquirió el negocio de sistemas eléctricos de ITT Industries, así como la industria automotriz Labinal. Esas adquisiciones permitieron a Valeo convertirse en un referente global en sistemas eléctricos y electrónicos [8].

Durante los comienzos del siglo XXI, Valeo puso en marcha un programa para mostrar sus innovaciones a los clientes del grupo. Valeo se convirtió en líder Mundial en sistemas de asistencia de aparcamiento usando sensores de ultrasonidos. En 2004, el Grupo abrió su primer centro de I+D en China (Wuham) enfocado a iluminación. Valeo fue el primero que lanzó la tecnología Start-Stop al mercado. En 2005, Valeo adquirió la división de electrónica del motor de Johnson Controls, permitiendo al Grupo mejorar sus sistemas de eficiencia, fabricando sistemas de propulsión más limpios, eficientes y económicos. A partir de 2009 la estrategia del Grupo se basa en dos áreas principales de crecimiento. La reducción de emisiones de CO2 y el desarrollo en países con alto porcentaje de crecimiento y Asia. Valeo es reconocida por sus innovaciones tecnológicas, en particular aquellas que reducen las emisiones de CO2 y se esfuerzan para que sean accesibles a la mayor gente posible [8].

En 2011 Valeo adquirió el proveedor de automoción japonés Niles, convirtiéndose en el líder mundial de controladores internos. En 2015 gracias a la estrategia implementada desde 2009, Valeo fue nombrado “TOP GLOBAL INNOVATOR 2015” [8].

## 2.2 VALEO EN LA ACTUALIDAD

Actualmente la estrategia de innovación del Grupo se basa en asociaciones tecnológicas con otras empresas del sector como Safran, inversiones en start-ups tecnológicas, etc. Valeo se sitúa entre los principales proveedores mundiales de automoción.

- Presente en 30 países, con 82.800 empleados distribuidos en 134 plantas de producción, 17 centros de investigación y desarrollo, 35 centros de desarrollo y 15 plataformas de distribución [9][10].

- La actividad principal de Valeo en España es el suministro de piezas originales a los principales fabricantes de vehículos, Renault, Grupo PSA, Grupo VW, GM, Fiat, Mercedes, Ford, Nissan, Volvo y BMW [10].

- En el último ejercicio realizó ventas por valor de 14.5 billones de euros [9].

- Valeo desarrolla su actividad a través de 4 áreas de negocio, que comprenden 16 grupos de productos, que abastecen tanto a primer equipo como a recambio [10].

- Las cuatro áreas de negocio de Valeo son:

- **Sistemas de propulsión-transmisión:** Engloba sistemas de transmisión-embrague, sistemas eléctricos, sistemas de vehículos híbridos y eléctricos, sistemas de gestión motor y los sistemas de gestión de aire. Su principal finalidad es reducir el consumo de combustible y las emisiones de CO<sub>2</sub> [10].
- **Sistemas térmicos:** Abarca sistemas de climatización, sistemas de refrigeración motor, compresores y módulos frontales. Los cuales sirven para administrar la energía térmica del sistema de propulsión y proporcionan confort en el interior del vehículo [10].
- **Sistemas de Confort y de ayuda a la conducción:** Desarrolla sistemas de interfaz entre el conductor, el vehículo y el medio, los cuales ayudan a mejorar el confort y la seguridad [10].
- **Sistemas de visibilidad:** Incluye los sistemas de iluminación, sistemas y motores limpiaparabrisas. Ofrecen la perfecta visibilidad del conductor, lo cual mejora sustancialmente la seguridad de conductor y pasajeros [10].

- La actividad de Valeo en España se desarrolla a través de 5 centros de producción, 4 centros de investigación y desarrollo, y 1 centro de distribución, ubicados en (Fuenlabrada, Getafe y Villaverde) Madrid, Martorellas (Barcelona), Zaragoza, y Martos (Jaén), en los cuales se lleva a cabo la producción de embragues y volantes motor, motores limpiaparabrisas, radiadores, refrigeradores de aceite y sistemas EGR, ventiladores, sistemas de climatización habitáculo, manecillas, cerraduras, faros y pilotos, así como la distribución de los productos Valeo en España y Portugal para el mercado del recambio independiente. Actualmente cuenta con una plantilla cercana a las 3000 personas.

### 2.3 VISIÓN VALEO

La estrategia de Valeo se centra en dos áreas:

- Tecnologías innovadoras relacionadas con la reducción de emisiones de CO2 y conducción intuitiva.
- Expansión Geográfica en regiones de alto crecimiento, especialmente en Asia y los países emergentes [12].
- 

#### 2.3.1 LA REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE CO2 ES UNA PRIORIDAD PARA VALEO

La legislación de CO2 que se aplica en todas las regiones del mundo, con objetivos ambiciosos para el año 2020, influirá en la elección de tecnologías para el desarrollo de los fabricantes de automóviles. Podemos ver las restricciones de los siguientes años en la figura 2.1 [12]:

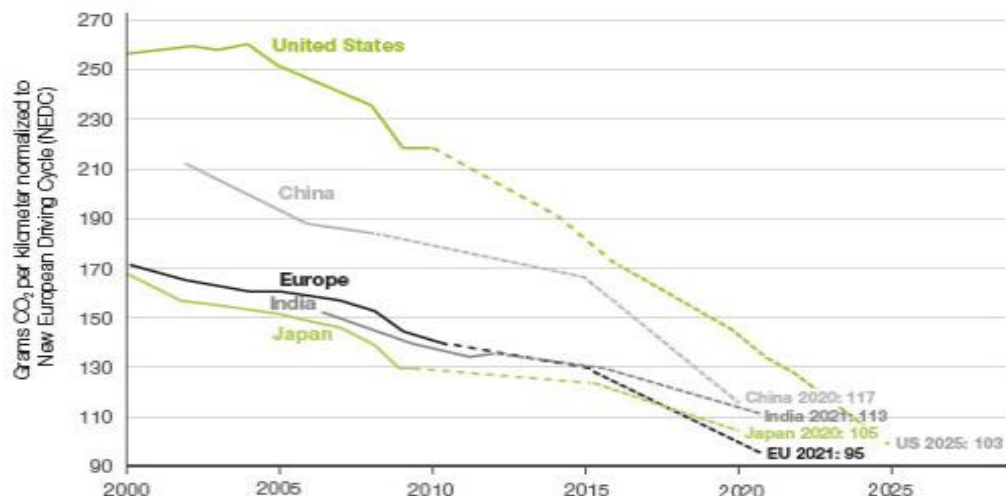


Figura 2.1. Marco de regulaciones de CO2 para el horizonte 2020

Con la información ahora disponible, los consumidores son conscientes del nivel de las emisiones de los vehículos y su consumo de combustible. Además, ha habido un aumento en los precios del combustible y la introducción en algunos países de sistemas para fomentar la compra de vehículos de bajas emisiones. Los distintos niveles de contaminación aparecen en la figura 2.2 [12]:



Figura 2.2. Niveles CO2

Los principales avances tecnológicos en los que nuestros equipos de I + D están trabajando, tienen como objetivo reducir el consumo de combustible de los vehículos. Esto se consigue mediante el aumento de rendimiento motor de combustión interna, utilizando sistemas de propulsión eléctrica, reduciendo el consumo de energía de los diversos sistemas, y reduciendo el peso de las piezas [12].

Todas estas soluciones incluyen los siguientes sistemas que son particularmente populares entre los fabricantes de automóviles y conductores:

- Start-Stop, que detiene el motor cuando el vehículo está parado (en un semáforo en rojo, por ejemplo), el aumento de la eficiencia del combustible hasta en un 15% en condiciones urbanas congestionadas con gran tráfico.
- Soluciones híbridas más avanzadas de recuperación de energía de frenado a la capacidad de mover el vehículo 100% con suministro de electricidad durante varios kilómetros.
- Optimización de la gestión térmica de los vehículos eléctricos.
- Iluminación LED , que consume menos energía, en particular para las luces de circulación diurna, la cual ofrece nuevas posibilidades de diseño.
- El accionamiento de sistemas de asistencia , que van desde la detección de obstáculos al aparcamiento completamente automatizado, así como los sistemas que ofrecen una vista aérea alrededor del vehículo, especialmente útil durante las maniobras a baja velocidad [12].

Valeo está desarrollando la conducción intuitiva para facilitar la interacción entre el vehículo, el conductor y el entorno que les rodea. Liberando a los

conductores para realizar otras tareas y mejorar la seguridad del vehículo. Este es el objetivo de la conducción autónoma que se basa en lectores laser, lo cual permite una conducción automatizada debido a su amplio rango de detección, visión y precisión. Además se complementa con sensores y cámaras [12].

### 2.3.2 DESARROLLO EN ASIA Y PAISES EMERGENTES.

La segunda tendencia del mercado subyacente es el cambio en la producción mundial del automóvil desde el mundo occidental a Asia, que ha representado más del 50% de la producción de vehículos desde 2012 [12].

La producción de automóviles en China subió un 8% en 2014 y ha aumentado más del doble desde 2007, con 23 millones de vehículos producidos en 2014, lo que representa el 27% de la producción mundial del automóvil [12].

Se espera que el cambio en la producción automotriz hacia Asia y los países emergentes se mantenga en los próximos años, en línea con las perspectivas de crecimiento económico y los bajos niveles de propiedad de automóviles en estas regiones. Valeo estima que China podría representar alrededor de un tercio del mercado mundial del automóvil en 2030. Para el año 2013 podemos ver la producción Mundial en el mapa de la figura 2.3 [12]:

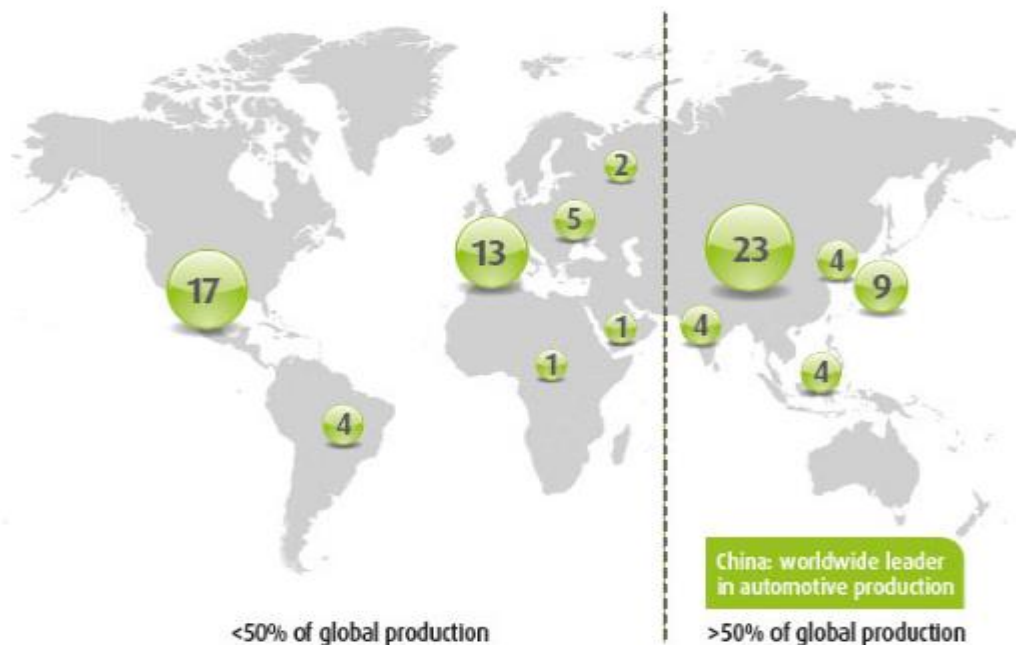


Figura 2.3. Porcentajes de la producción mundial de automóviles

### 2.4 METODOLOGÍA VALEO



La estrategia de crecimiento rentable de Valeo es alcanzar la satisfacción total del cliente a través de la excelencia operativa [11].

El sistema de 5 ejes se ocupa de los procesos que permiten a Valeo para cumplir con las expectativas básicas de los clientes. Proporciona la metodología y las herramientas necesarias para lograr la excelencia operativa a través de la mejora continua y la ejecución perfecta de estos procesos [11].

Los 5 ejes fundamentales para la satisfacción del cliente son (ver figura 2.4):

- Calidad Total (TQ),
- Participación de personal (IP),
- Integración de Proveedor (SI),
- Desarrollo de producto (PD),
- Sistema de Producción (PS).



Figura 2.4 Cinco Ejes Valeo

Es el deber de todos los gestores y todas las entidades desplegar los 5 ejes, y promover la mentalidad que sustenta el sistema: excelencia operativa, la mejora continua y el trabajo en equipo. Es deber de cada uno de aplicarlos. Los principios de nuestros 5 ejes Valeo se describen en esta política incluyendo el

objetivo del sistema, su estructura y las reglas que rigen su implementación y ejecución [11].

#### **2.4.1 – OBJETIVO 5 EJES**

El sistema 5 ejes de Valeo tiene como objetivo lograrla satisfacción total del cliente con el objetivo de convertirse en un socio preferente, un requisito para cualquier estrategia de crecimiento rentable.

Por lo tanto, el sistema de 5 ejes se ocupa de los procesos de trabajo que permiten a Valeo cumplir con las expectativas de los clientes, proporcionando los medios para alcanzar la excelencia operativa y la mejora continua a través de la aplicación perfecta de estos procesos [11].

Ofreciendo tecnologías asequibles y sostenibles, con proyectos sin defectos, incuestionable calidad, la competitividad y el tiempo de entrega son los principales requisitos básicos. Continuamente capitalizando en ventas y experiencia del proyecto, y garantizando una interfaz eficiente y adaptada al cliente, son factores de diferenciación con respecto a nuestros competidores [11].

#### **2.4.2. – SISTEMA DE 5 EJES**

El desarrollo de cada eje el sistema se apoya en los siguientes elementos que se desarrollan a continuación [11]: hojas de ruta, indicadores físicos, un plan de despliegue e informes.

##### **2.4.2.1 Hojas de ruta (Roadmaps):**

Cada eje se subdivide en los procesos de trabajo y cada proceso de trabajo se traduce en una hoja de ruta. Una hoja de ruta se compone de:

- Una rutina que muestra el título del proceso de trabajo, un alcance destacando los objetivos fundamentales del proceso de trabajo, y una lista de requisitos. Cuyo cumplimiento garantiza una correcta ejecución del proceso de trabajo
- Un Cuestionario, listando para cada requerimiento preguntas que permitan a ambos gerentes y auditores para evaluar el grado de madurez y la implementación del proceso de trabajo dentro de las entidades.

### 2.4.2.2. Indicadores físicos:

Cada eje incluye 4 indicadores físicos objeto de seguimiento por las entidades e informan en el "Libro verde" (informe financiero y de nivel de gestión).

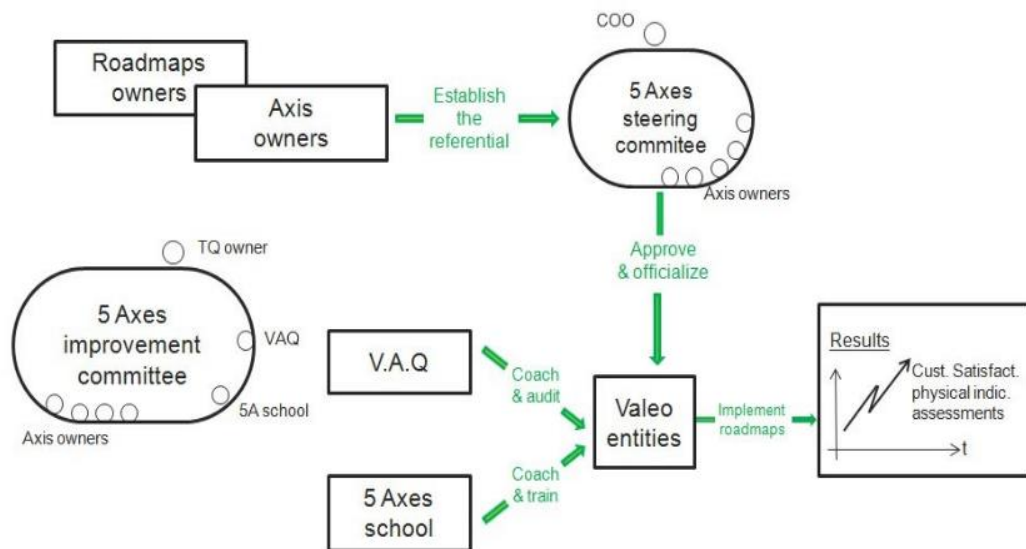
Los indicadores físicos se utilizan junto con otros indicadores clave (como el ratio de entrada de pedidos) para controlar la eficacia de los planes de trabajo [11].

### 2.4.2.3 Plan de despliegue:

Cada Director General (roadmaps owners) establecerá un plan de despliegue de los 5 ejes dentro de su entidad, y controlará la aplicación efectiva del plan, a través de la autoevaluación.

Los directores generales reciben el apoyo de la Escuela de 5 ejes (5 axes school) y entrenamiento por VAQ durante las auditorías [11]. Cada lugar es auditado al menos una vez al año.

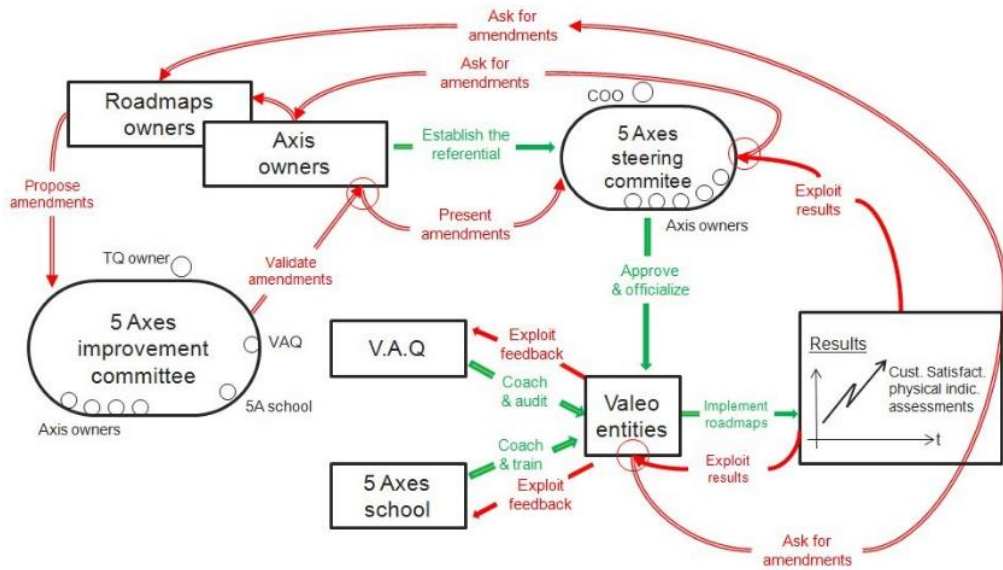
Las puntuaciones, que asocian los resultados de auto-evaluación y auditoría, sirven como base de una clasificación de las entidades, comparando la implementación de los 5 ejes entre ellos y proporcionando constancia de la mejora continua. Un comité de mejoras (5 axes improvement committee) y un comité de dirección (5 axes steering committee) garantizan la mejora continua del sistema (ver figura 2.5).



Five Axes: actors

Figura 2.5. Estructura operacional Valeo. Fuente: [11]

En la figura 2.6 se muestra el plan de realimentación de mejora Valeo.



**Five Axes: improvement loops**

Figura 2.6. Plan de realimentación de mejora Valeo. Fuente: [11]

**2.4.2.4 Informes:**

El sistema se apoya en un sistema de reportes, lo que permite la fácil autoevaluación, auditoría, informando y recopilando toda la documentación necesaria para aplicar los 5 ejes. El informe se publica en el Portal del “Grupo de los ejes” [11].

**2.4.3 – HOJAS DE RUTA**

En esta sección se detalla la hoja de ruta de cada eje.

**2.4.3.1 TQ - Hoja de ruta de calidad total:**

Las hojas de ruta del Eje TQ son [11]:

- TQ01 - Implementación de 5 ejes dentro de las entidades
- TQ02 - Gestionar los procesos de calidad de atención al cliente
- TQ03 - Comprender la estrategia y las expectativas de los clientes
- TQ04 - Mejorar continuamente la satisfacción del cliente
- TQ05 - Garantizar mejores relaciones con clientes
- TQ06 - Validar las muestras iniciales
- TQ07 - Control de la calidad del producto en la producción en serie

TQ08 – Gestión QRQC y Resolución de Problemas  
TQ09 - Gestionar las desviaciones

Para lograr la total satisfacción de los clientes y convertirse en un socio preferente, la metodología 5 ejes debe ser desplegada y los métodos básicos de calidad deben implantarse en todas las entidades ( **TQ01** ). Conseguir la satisfacción del cliente comienza con la recolección y análisis de datos relacionados con la cultura, la estrategia del cliente y las expectativas generales, así como la definición e implementación de una estrategia coherente para seguir creciendo con el cliente y mantener su nivel de satisfacción.

Las expectativas básicas, así como las expectativas de diferenciación deben ser identificadas de forma continua, entendidas y analizadas ( **TQ02-TQ03** ), y el nivel de satisfacción debe ser medido, analizado y utilizado como entrada para la mejora continua ( **TQ04** ).

El conocimiento de las expectativas, la capitalización de proyectos y la experiencia en ventas sirven para definir un enfoque a medida para el cliente que se base en la capacidad de establecer las relaciones óptimas con el Cliente ( **TQ05** ).

Sin embargo, lo que garantiza la calidad del producto es la más alta expectativa del cliente. Esto implica la implementación de procesos de trabajo precisos y conocidos, dedicados a la validación de muestras iniciales ( **TQ06** ), al control de calidad del producto en la producción en serie ( **TQ07** ), a la identificación y resolución de problemas ( **TQ08** ) y a la gestión de las desviaciones ( **TQ09** ).

La calidad total significa en Valeo que cualquier función que no participa directamente en el 5 ejes deben identificar a sus clientes, definir con ellos los indicadores clave de la medición de la calidad de los servicios que se les prestan, y continuamente mejorar sus servicios, en base a la actividad QRQC y el método PDCA ( **TQ08** ).

#### **2.4.3.2 IP- Hoja de ruta de implicación de personal:**

La excelencia en el rendimiento y la satisfacción del cliente en Valeo requiere a todos a estar altamente comprometidos. Para estar altamente comprometidos, tenemos que entender nuestra contribución a la empresa, recibir el reconocimiento y disfrute de trabajar con nuestros colegas. En resumen, estamos orgullosos de Valeo y creemos en lo que hacemos [11].

Las hojas de ruta del eje IP son [11]:

- IP01 - Prevenir y encontrar los problemas de ergonomía y seguridad.
- IP02 - Construir un entorno de bienestar
- IP03 - Potenciar a los gerentes de primera línea y sus equipos
- IP04 - Asegurar comunicación interna óptima
- IP05 - Desarrollar competencias a través de la formación
- IP06 - Garantizar la certificación de los miembros del equipo y la flexibilidad de sitio
- IP07 - Desarrollo de equipos polivalentes y autónomos
- IP08 - Proporcionar a todos los empleados reconocimiento y retroalimentación
- IP09 - Fomentar la mentalidad de mejora continua

Para desarrollar equipos altamente comprometidos necesitamos tener un lugar de trabajo positivo y creativo, empezando por un ambiente seguro y ergonómico ( **IP01** ).

Este ambiente debe estimular el bienestar ( **IP02** ) a través de la potenciación de los equipos ( **IP03** ) que tienen la información para tomar decisiones oportunas, proporcionando por tanto una comunicación efectiva de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba ( **IP04** ).

Es esencial para el desarrollo personal y profesional desarrollar continuamente nuestras competencias ( **IP05** ).

Para mantener la satisfacción del cliente, necesitamos empleados flexibles y totalmente certificados para proporcionar productos de calidad ( **IP06** ).

Para el crecimiento de su polivalencia desarrollamos equipos autónomos ( **IP07** ). Por último proporcionamos a todos los empleados el reconocimiento regular, justo y honesto aliado con retroalimentación continua ( **IP08** ).

Estos equipos altamente comprometidos se esfuerzan por progresar todos los días debido a una mentalidad de mejora continua ( **IP09** ).

#### **2.4.3.3 SI - Hoja de ruta de integración del proveedor:**

El sistema de Producción, ofrece tanto la producción como la técnica y las capacidades de ingeniería a los proveedores más pequeños. La mayoría de ellos están en contacto con varios centros de desarrollo y numerosos lugares de fabricación [11].

Las hojas de ruta del Eje SI son [11]:

- SI01 - Cumplir con sus obligaciones
- SI02 - Construir y gestionar el panel
- SI03 - Contratos con proveedores
- SI04 - Premiar al negocio de los proveedores
- SI05 - Permitir el desarrollo del proveedor
- SI06 - Monitorizar y mejorar el rendimiento y calidad de los proveedores
- SI07 - Generar e implementar las productividades
- SI08 - Prevenir y gestionar los riesgos con proveedor
- SI09 - Administrar utillaje en proveedores

La organización de Valeo Compras ha sido adaptada para cumplir con el reto de la satisfacción del cliente sostenible, y para que coincida con las restricciones del mercado y los proveedores debe cumplirse estrictamente y cada actor tiene un papel que desempeñar ( **SI01** ).

Esto pone de relieve lo importante que es contar con la mejor clase de proveedores ( **SI02** ), alineado con la estrategia en compras, TDP y MTP, y de obtener contratos apropiados con cada proveedor ( **SI03** ).

Esto debe ser apoyado mediante procesos orientados a garantizar la calidad, los costes y la entrega a tiempo, centrándose en la adjudicación de los mejores proveedores gracias a los comités de pre-Sourcing ( **SI04** ), el desarrollo de su rendimiento general ( **SI05** ), el seguimiento y la mejora para un rendimiento de calidad ( **SI06** ), asegurando productividades ( **SI07** ), anticipar, prevenir y gestionar los riesgos ( **SI08** ) y caracterizar el manejo de herramientas, la custodia y la capacidad ( **SI09** ).

Todos estos procesos se muestran con claridad y se explican en detalle en el Manual de Compras de Valeo [11].

#### **2.4.3.4 PD - Hojas de ruta de desarrollo del producto:**

Las hojas de ruta del Eje PD son [11]:

- PD01 - Garantizar la mejora continua de los conocimientos técnicos
- PD02 - Trabajos experimentales
- PD03 - Aplicar las normas de la plataforma al producto-proceso
- PD04 - Asegurar la solidez de los productos en desarrollo
- PD05 - Garantizar las actividades piloto
- PD06 - Gestionar la innovación
- PD07 - Gobernabilidad sólida en proyectos
- PD08 - Desarrollo efectivo de proyectos
- PD09 - Mejorar la eficiencia de los proyectos
- PD10 - Reducir los riesgos en proyectos

La calidad, el coste y el tiempo de entrega del producto se encuentran entre las expectativas clave, básicas para el cliente. Esto implica tener personas altamente cualificadas ( **PD01** ) que trabajen en una organización óptima.

La piedra angular de la eficiencia y el I + D es una estructura que combine equipos de trabajo ( **PD02** ) con otros equipos a cargo del producto ( **PD03** ). Controlar el costo del producto requiere alcanzar un nivel adecuado de estandarización del producto y su proceso de fabricación, todo ello a través de la implementación ( **PD03** ).

El dominio de la calidad y el costo también requiere la aplicación de métodos bien conocidos y destinados a garantizar la robustez del producto ( **PD04** ).

Los problemas de calidad son, además de causantes de la pérdida de confianza e imagen, un riesgo financiero, por ello deben mantenerse minuciosamente bajo control ( **PD05** ).

La capacidad de ofrecer tecnologías asequibles y sostenibles se basa en una fuerte gestión de la innovación, incluida la protección de la propiedad intelectual ( **PD06** ), la cual es una de las expectativas de diferenciación clave del cliente.

Los lanzamientos exitosos y sin defectos de nuevos productos es algo fundamental. El dominio de los lanzamientos está garantizado gracias a la implementación de un robusto proceso (orientado al cliente, ligero, eficiente,...) que requiere una gobernabilidad sólida de proyectos ( **PD07** ), el control de la eficacia del desarrollo del proyecto ( **PD08** ), la continua búsqueda de la mitigación de riesgos en proyectos ( **PD10** ) y de la persecución incesante de reducción de costos dentro de nuestras actividades de desarrollo del proyecto ( **PD09** ).

#### **2.4.3.5 PS-Planes de trabajo del sistema de producción:**

El sistema de producción Valeo es un conjunto de métodos y herramientas que sustentan la estrategia industrial del grupo a través de tres objetivos principales: En primer lugar, controlar el crecimiento; en segundo lugar, mejorar el rendimiento industrial; y en tercer lugar, aplicar procesos modernos y productivos. Las hojas de ruta del Eje PS son [11]:

PS01 - Implementar 5S

PS02 - Implementar soporte de plantas madre a plantas hijas

PS03 - Manejo del equipo de planta de manera eficiente



- PS04 - Preparar y desarrollar la fuerza laboral
- PS05 - Preparar y desarrollar equipos
- PS06 - Planificar los recursos y capacidades para satisfacer la demanda de los clientes
- PS07 - Adquirir y aprovisionar material acorde a la demanda de producción
- PS08 - Producir y entregar acorde a la demanda real del cliente
- PS09 - Gestionar el rendimiento de la plantilla
- PS10 - Gestionar el rendimiento del equipo
- PS11 - Impulsar la mejora continua
- PS12 - Mejorar la productividad a través del P-30

Las plantas Valeo deben implementar la metodología de "5S" ( **PS01** ) con el fin de ofrecer un entorno de trabajo que fomente la calidad, el alto rendimiento y la motivación de las personas, implementando requisitos básicos para garantizar la eficiencia de todos los procesos de trabajo.

Para tener éxito, los lanzamientos sin defectos de nuevos productos y las nuevas instalaciones son un factor diferenciador con respecto a nuestros competidores. Esto implica el pleno cumplimiento de los estándares industriales Valeo. Con el apoyo de las plantas madre ( **PS02** ) y la aplicación sistemática de las herramientas del sistema de producción de Valeo con el fin de gestionar el equipo de la planta de manera eficiente ( **PS03** ), estas normas han de ser aplicadas en la preparación y el desarrollo de la fuerza laboral ( **PS04** ), y de los equipos ( **PS05** ).

El logro de los objetivos de calidad, coste y servicio que son las expectativas básicas de los clientes, implica la puesta en práctica de procesos de gestión estándar como lean manufacturing, put flow y JIT. Estos se implementan a través de la planificación de los recursos y capacidades necesarias para satisfacer la demanda de los clientes ( **PS06** ), la adquisición y el suministro de material de acuerdo con la demanda de producción ( **PS07** ), la producción y la entrega a la demanda de los clientes ( **PS08** ), pilotando el rendimiento de la plantilla ( **PS09** ), así como el rendimiento del equipo ( **PS10** ).

El aumento del rendimiento se impulsa por un conjunto de métodos y herramientas de mejora con el fin de conseguir la mejora continua ( **PS11** ) y la mejora de productividad a través de la aplicación del Plan -30 ( **PS12** ).

## **2.5 RELACIONES CON CLIENTES Y PROVEEDORES.**

Valeo forma alianzas sólidas con los clientes, a los que el grupo apoya en su desarrollo en todos sus mercados, con el fin de avanzar juntos y cumplir con los mejores estándares mundiales [13].

### 2.5.1 POLÍTICA DE VENTAS

Valeo cuenta con los principales fabricantes de automóviles internacionales entre sus clientes (ver figura 2.7). Por lo que, para el cumplimiento de sus requisitos, Valeo ha puesto en marcha una Política de Ventas en todos los continentes, en base a las relaciones con cada clientes y habiendo escuchado detenidamente sus necesidades [13].



Figura 2.7. Clientes Valeo

#### Una política de ventas basada en asociaciones:

La política Valeo de ventas abarca mucho más que las relaciones cliente-proveedor: formamos alianzas sólidas para ayudar a nuestros clientes a desarrollar sus mercados en todos los continentes [13].

Ser un buen socio conlleva:

- La escucha y la comprensión de nuestros clientes, y anticipando sus necesidades y la forma en que el mercado se está desarrollando.
- Participación de los clientes en los desarrollos previos al proyecto para obtener sus impresiones.
- Ser parte de una red , y trabajar estrechamente con quien toma las decisiones y sus equipos internacionales.
- La satisfacción de las necesidades de los clientes en términos de calidad, costes y plazos de entrega [13].

Valeo está constantemente adaptando y optimizando su presencia industrial ante las demandas cambiantes de los clientes y el mercado. Algunos de sus clientes los podemos ver en la siguiente figura:

Para asegurar que se adapta constantemente a las necesidades de los fabricantes de automóviles, Valeo ha puesto en marcha una estructura de Ventas y Desarrollo de Negocios con cuatro componentes [13]:

- 1) Red Internacional de Ventas:  
Consiste en que el director de ventas asignado a cada familia de productos es quien define la estrategia en ventas y es responsable de la relación con los clientes.
- 2) Directores de clientes del grupo:  
Cada director representa la relación que se posee con un fabricante de automóviles y coordina la relación con el cliente en todos sus grupos empresariales.
- 3) Direcciones Nacionales:  
Actúan como embajadores Valeo en determinadas zonas geográficas, los directores de cada una de las 13 zonas son responsables de promocionar la marca, desarrollar las relaciones con los clientes clave y resolver las cuestiones legales y de empleo necesarias.
- 4) Red Internacional de Desarrollo:  
Compuesto por los directores de desarrollo internacional de cada grupo de negocio, esta red identifica las oportunidades de mercado en países de alto crecimiento, define e implementa la estrategia de crecimiento para cada grupo del negocio, y gestiona las relaciones con los socios externos.

#### **Eventos para los clientes:**

El trabajar conjuntamente con los fabricantes de automóviles les incluye estar en el programa de innovación Valeo, lo cual les permite satisfacer las necesidades de sus clientes. La mejor manera de demostrar la calidad de los productos Valeo es verlos en funcionamiento. Por ello se crean eventos para los gerentes de las empresas y de la plataforma Valeo. Este contacto con los clientes permite utilizar tecnologías de la vida real en un ambiente privado [13].

**Escuchar a los consumidores:**

Para anticipar la demanda de los consumidores, Valeo lleva a cabo encuestas a los consumidores, lo cual le permite conocer las necesidades de los conductores lo más fielmente posible, gracias a esto, los fabricantes de automóviles pueden ofrecer elementos cada vez más innovadores. Esto ayuda al liderazgo tecnológico del Grupo e impulsa su estrategia de diferenciación en un mercado altamente competitivo [13].

**2.5.2 ESTRATEGIA DE COMPRAS**

Con el fin de dar a Valeo una verdadera ventaja competitiva, el papel de su departamento de compras es reducir los costos en compra de componentes, además se implementan procesos de selección muy rigurosos para nuevos proveedores en función de su calidad e innovación. Tras ello se establecen estrechas asociaciones con estos proveedores [14].

- CALIDAD Y SERVICIO
  - Producto:
    - Cero Incidentes
    - 0 PPB( Defectos en partes por millón)
  - Proyecto:
    - Todas las muestras iniciales deben ser buenas, a la primera y en el tiempo
  - Servicio:
    - Nivel de servicio 100%
    - Cero incidentes en logística
  
- COMPETITIVIDAD
  - Continua reducción en el coste de materiales y componentes
  - Al menos una sugerencia técnica de productividad al mes por proveedor
  
- TECNOLOGÍA AVANZADA
  - Todos los diseños de los proveedores integrados correctamente desde la fase inicial de nuestros proyectos.
  - El tiempo de desarrollo debe ser estrictamente el programado en los hitos del proyecto [14].

### 2.5.3 REQUISITOS RELATIVOS A LA ÉTICA, EL CUMPLIMIENTO Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Como refleja en el Código Ético y Programa de Cumplimiento, los estándares de Valeo en términos de ética, integridad, conducta empresarial y desarrollo sostenible son muy altos [14].

En cuanto a los socios de Valeo, se espera que se adhieran a sus valores y actúen en conformidad a las leyes y reglamentos Valeo en todo momento.

Los requerimientos de los contratos con Valeo:

- Firmar el Código de Conducta para socios Valeo y distribuirlo a todos los empleados de sus empresas que vayan a formar parte del proyecto [14].
- Desarrollar la conciencia de sus equipos y especialmente el conocimiento de los empleados en términos de prácticas anticompetitivas y riesgos del soborno [14].

Para ellos los socios deben:

- Distribuir el manual de sensibilización Valeo a sus equipos.
- Conseguir llevar a cabo el desarrollo de conciencia mediante el e-learning.

### 2.5.4 ESTÁNDARES DE CALIDAD

A partir de la evaluación inicial de mejora continua, se selecciona a los mejores proveedores y se fija el objetivo de progresar juntos. Los fabricantes de automóviles están constantemente aumentando sus criterios de calidad, por ello demandan un servicio postventa impecable. Valeo y sus proveedores deben anticiparse y responder a estos requisitos con el fin de cumplir con los mejores estándares. A los proveedores Valeo se les demanda: Máxima capacidad de respuesta, actitud y mentalidad positiva, rápida resolución de los problemas de garantías [14].

Para la elección de proveedor se implementó esta medición:

- Proceso de selección: Implica un cuestionario de evaluación de proveedores.
- Sistema de clasificación: Utilizando sistemas de auditoría de proceso y de aprobación de productos.
- Monitorización de la mejora continua: Utilizando herramientas como la red de evaluación de rendimiento y el cuestionario de política de proveedores Valeo [14].

## 2.6 VALEO TÉRMICO ZARAGOZA

Actualmente Valeo térmico Zaragoza se encuentra en un proceso tanto de expansión a nivel nacional como de modernización, debido en gran parte a la deslocalización de la planta catalana de Martorellas que ya está siendo trasladada a Zaragoza. Además, una inversión de 23 millones de euros dan a entender que Grupo Valeo apuesta fuertemente por la Planta de Zaragoza, situada en un enclave estratégico y con holgada experiencia en la rama de negocio de Sistemas Termales.

La misión de la rama de negocio que se centra en sistemas térmicos es desarrollar y fabricar sistemas, módulos y componentes para asegurar la correcta dirección de la energía térmica del tren motriz y del habitáculo para el confort de todos los pasajeros, durante todas las fases del uso del vehículo [15].

Esos sistemas además sirven para reducir significativamente el consumo de combustible, las emisiones de CO<sub>2</sub> y partículas nocivas para el medioambiente emitidas por los motores de combustión interna. Esto ayuda a incrementar el rango de distancia y de duración de baterías para vehículos eléctricos [15].

La organización del grupo de negocio de sistemas térmicos consta de [15]:

Thermal Powertrain - TPT

Thermal Front End - TFE

Thermal Compressor - TCP

Thermal Climate Control – TCC

En Zaragoza se desarrolla TPT y desde 2015 con la llegada de las primeras máquinas de Martorellas se han habilitado dos nuevas naves para el empeño de TCC.

Los principales productos de la familia son:

- **Controlador de flujo:** Situado en la parte delantera del vehículo sirve para dirigir el aire exterior hacia el interior del habitáculo en función de las peticiones de los integrantes del vehículo [15].

Los controles electrónicos se encargan de abrir o cerrar las persianas para mejorar la temperatura. Por ejemplo, para enfriar el habitáculo se abren las persianas, y para calentar, si la temperatura del refrigerante del motor lo permite, el sistema cierra las persianas para mejorar consumo y ruido [15].

El cierre de persianas reduce el coeficiente de fricción del vehículo, con el fin de mejorar la aerodinámica. Al estar cerradas, si se encuentra en un ambiente frío, esto permite al motor llegar antes a su temperatura idónea de funcionamiento reduciendo así sus emisiones de CO<sub>2</sub> [15].

El cierre de las persianas permite calentar más rápidamente también el interior del habitáculo y como se ha comentado anteriormente, se reduce el ruido en hasta 1,2 dB [15].

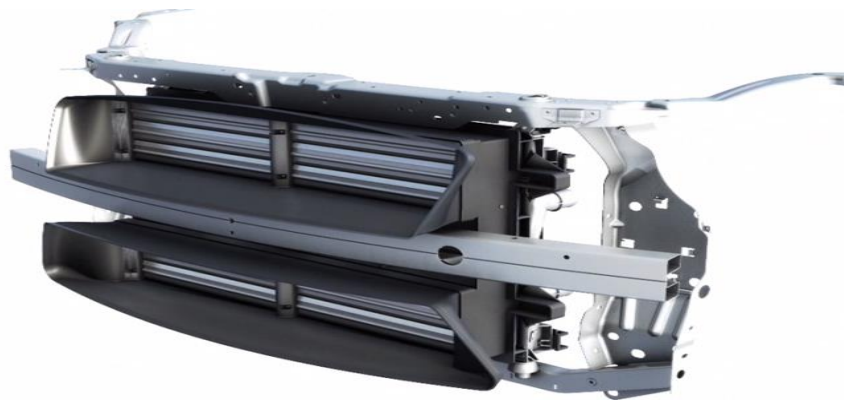


Figura 2.8. Controlador de Flujo

- **Conjunto de aire acondicionado:** Este conjunto está formado por un circuito de aire y otro circuito cerrado de refrigerante. Para trabajar puede consumir hasta un 12% del motor térmico y hasta un 50% de la potencia del motor eléctrico. Los componentes de un conjunto de aire acondicionado son [15]:
  - **Compresor:** Su función es comprimir el refrigerante en estado gaseoso y lo envía al condensador [15].
  - **Condensador:** Situado en la parte frontal del vehículo, sirve para enfriar el vapor para que vuelva a su estado líquido [15].
  - **Secador:** Su función es evitar la formación de agua debido a la humidificación del refrigerante [15].
  - **Válvula de expansión:** Su función es enfriar el refrigerante antes de que entre al evaporador reduciendo su presión [15].
  - **Unidad HVAC:** Situada bajo el tablero de instrumentos y unido a la parte frontal del vehículo, su finalidad es ajustar la temperatura y distribución del aire de acuerdo con las necesidades de los usuarios del vehículo [15].



Figura 2.9. Conjunto de aire acondicionado



- **Unidad HVAC:** Sistema encargado de calentar o enfriar el aire aspirado del exterior del vehículo y distribuirlo por el habitáculo. Valeo ofrece una gama completa de sistemas de aire acondicionado que cumple con las especificaciones de cada fabricante de vehículos y con sus necesidades [15].

Es posible ajustar individualmente cada zona del vehículo gracias a esta unidad. Por ejemplo, estos sistemas permiten cortar el flujo de aire en una zona en la que no se encuentra ningún ocupante, permitiendo una recirculación interna del flujo hacia las zonas en las que sí existen ocupantes [15].

También se ofrecen elementos para el tratamiento del aire como difusores de fragancias, purificadores de aire o filtros anti-alérgenos que serán comentados más adelante [15].

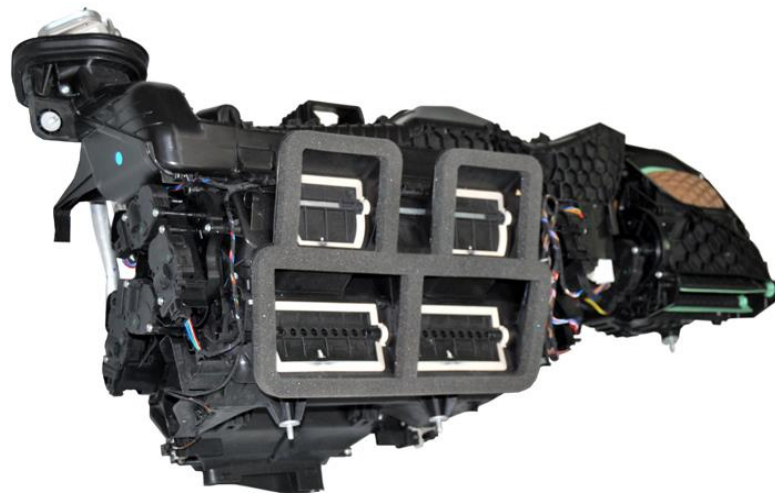


Figura 2.10. Unidad HVAC

- **Filtros:** Valeo ofrece una gama completa de filtros para el vehículo, los cuales atrapan las impurezas del aire y reducen su concentración en el interior del habitáculo [15].

Un filtro se compone de las siguientes capas:

- Capa soporte que proporciona rigidez y estabilidad, está fabricada de materiales estructurales como polímeros [15].
- Capa absorbente realizada en un material que contiene partículas de carbón activo [15].
- Una o dos capas de algún material de filtrado (papel poroso que atrapa partículas de diferentes tamaños y polvo) [15].

La elección de los materiales de filtrado se realiza siempre de acuerdo con las especificaciones del fabricante de automóviles [15].

Los tipos de filtros son:

- **Filtros de partículas:** Se encargan de atrapar las partículas más grandes ( $>0,1\mu\text{m}$ ) como polen, hollín,... [15]
- **Filtros combinados:** Además de retener las partículas de polvo, atrapan los malos olores y gases nocivos como  $\text{NO}_x$ , tolueno, ozono,... [15]
- **Filtros combinados con funciones adicionales:** Similares a los anteriores aunque poseen propiedades anti-alérgenas por lo que los alérgenos transmitidos por el polen no llegan al habitáculo gracias al uso de polifenoles [15].



Figura 2.11. Filtros

- **Gestión térmica de baterías:** Esta gestión de baterías está enfocada en la aplicación a vehículos eléctricos. Las normas ambientales actuales exigen a los fabricantes de vehículos europeos que reduzcan sus emisiones de CO<sub>2</sub>. Por ello, Valeo está desarrollando sistemas para garantizar la gestión térmica óptima de los vehículos eléctricos con el fin de crear soluciones alternativas al motor de combustión interna [15].

Para asegurar la longevidad y rendimiento de las baterías, la temperatura debe oscilar entre 20° y 40°C además de no ser sometida a cambios bruscos de temperatura. La solución creada por Valeo consiste en refrigeración líquida utilizando placas frías colocadas en contacto con las baterías [15].

Actualmente existen dos métodos para gestionar la temperatura de las baterías:

- Refrigeración por aire:
  - Refrigeración pasiva: Un ventilador impulsa el aire ambiente hacia las baterías para enfriarlas. Ofrece una solución compacta y silenciosa [15].
  - Refrigeración activa: Un módulo completo envía aire enfriado en el evaporador hacia las baterías, ofrece mayor refrigeración que la pasiva, utilizada en vehículos con mayor grado de electrificación [15].
- Refrigeración por placas frías en contacto: Estas placas pueden recibir tanto líquido refrigerado por el circuito de refrigeración como por el circuito de aire acondicionado. Sus resultados son muy eficaces y es un método de refrigeración muy compacto



[15].

Figura 2.12. Evaporador para gestión térmica de baterías

- **Compresor rotativo de dos paletas:** Los compresores rotativos de paletas son uno de los productos más famosos de la línea de productos térmicos. Actualmente se desarrolla un nuevo compresor rotativo de dos paletas simples para satisfacer las necesidades de vehículos compactos dado que las medidas de este compresor son contenidas. Optimiza costes, ruido, vibración y mejora su fiabilidad [15].

Todo ello gracias a:

- Sencilla estructura de dos paletas.
- Cilindro redondo fácilmente mecanizable.
- Sistema de aire acondicionado más eficiente.
- Reducción de ruido debido a un silenciador de desplazamiento positivo [15].

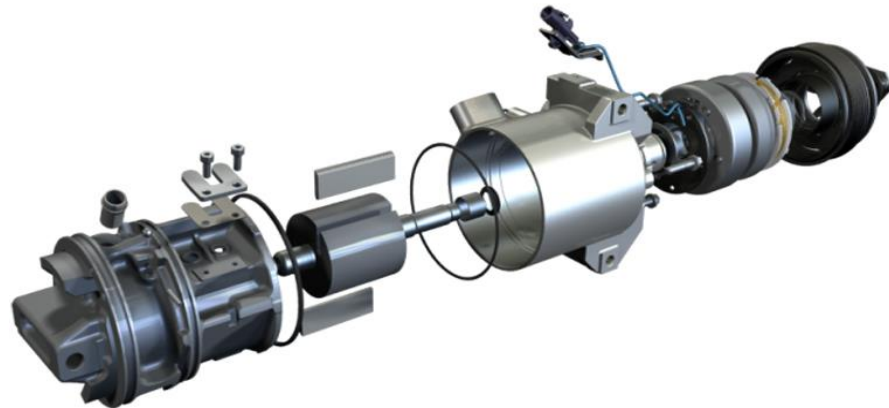


Figura 2.13. Compresor rotativo de paletas

- **Módulo de entrada de aire:** Esto es una solución innovadora que combina rendimiento con un diseño compacto. El módulo de entrada de aire desarrollado por Valeo ayuda a mejorar la eficiencia de los motores de combustión turboalimentados. Por tanto, contribuye a la reducción de consumos de combustible y reducción de las emisiones contaminantes [15].

Cabe añadir que este sistema ayuda a acortar el tiempo de par de torsión lo que se traduce en una mejor aceleración del vehículo

El funcionamiento es el siguiente: En el módulo se mezcla el gas de escape recirculado con aire frío y tras ello es reinyectado en cada cilindro [15].

Este módulo está formado por los siguientes elementos: Refrigerador de aire, el cual contiene agua fría, cuerpo de mariposa, válvula de recirculación del gas de escape de combustión (EGR) , sensor de temperatura, y finalmente un distribuidor del EGR integrado en la salida del colector de admisión de aire [15].

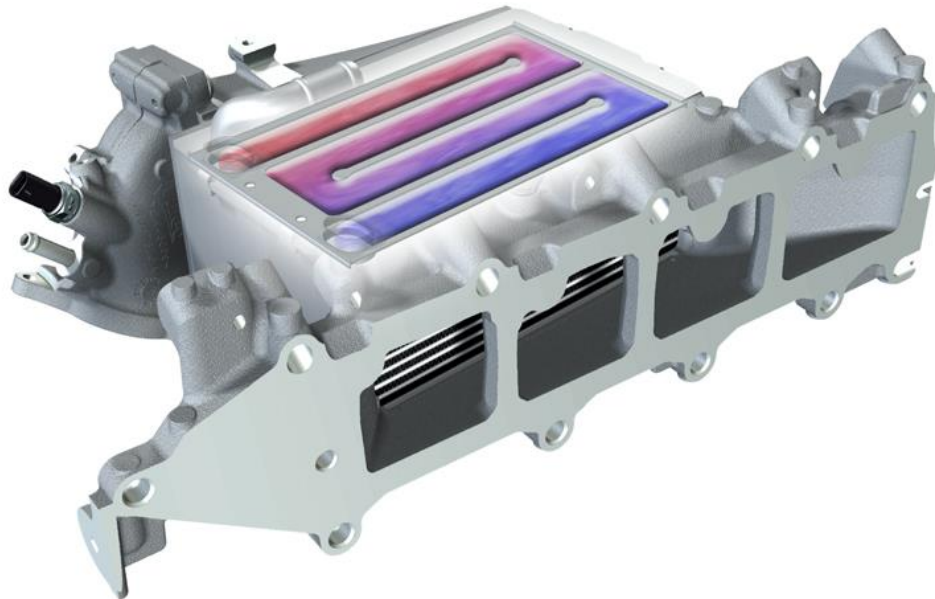


Figura 2.14. Módulo de entrada de aire





# CAPÍTULO 3

## GUIA PARA REALIZAR UNA IMPLANTACIÓN EN LINEA





### 3.1 INTRODUCCIÓN

Según el PMBOK, un proyecto es un esfuerzo que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único, y tiene la característica de ser naturalmente temporal, es decir, que tiene un inicio y un final establecidos, y que el final se alcanza cuando se logran los objetivos del proyecto o cuando se termina el proyecto porque sus objetivos no se cumplirán o no pueden ser cumplidos, o cuando ya no existe la necesidad que dio origen al proyecto. En otras palabras, un “proyecto” es un esfuerzo limitado en el tiempo para lograr un objetivo definido con anterioridad.

El cono de incertidumbre es la herramienta que utilizamos, consciente o inconscientemente para realizar una estimación de costes y tiempo de ejecución de un proyecto. En función del nivel de definición de las fases del proyecto, tendremos una repercusión en la estimación de costes y del plazo de ejecución. De este modo podemos tener unos costes estimativos desde 0,25x hasta 4x, siendo “x” el coste real final, que sólo conoceremos con certeza una vez terminado el proyecto.

Llevado a la práctica, si tenemos que realizar una oferta económica de útiles, encontraremos una gran diferencia en cuanto a riesgo si disponemos de un cuaderno de cargas bastante completo y elaborado. Podemos ver el cono de incertidumbre en la figura 3.1 [16].

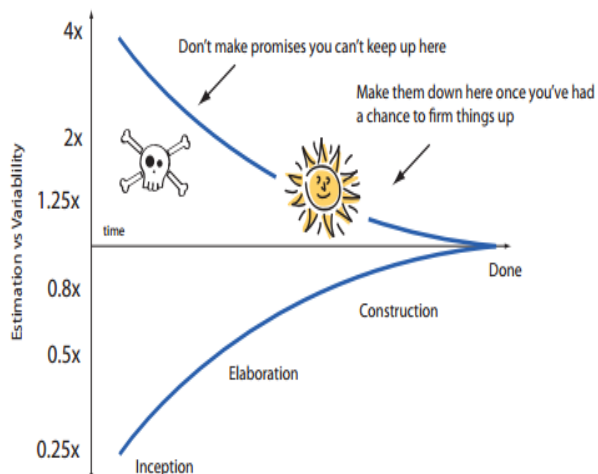


Figura 3.1.

Gráfica Tiempo/Coste

La incertidumbre en un proyecto no beneficia ni al cliente ni al proveedor ya que únicamente transfiere el riesgo de una parte (Cliente) a la otra (Proveedor). Un proyecto que se excede en tiempo o coste perjudica a la parte que asume el riesgo. Cuando una parte pierde, la otra también ya que si espera finalizar el proyecto en una fecha determinada y los imprevistos obligan a retrasarla, esto añade nuevos costes y nuevas incertidumbres [16].

En cualquier proyecto se parte de la premisa de que este debe ser rentable y tener un retorno consecuente con el tiempo necesario para ello (recuperación de inversión).

El tiempo que se tarda en recuperar el dinero invertido se denomina “periodo de payback”. Este periodo depende en gran medida del riesgo del proyecto y su rentabilidad. Cuanto menor sea el periodo de retorno de inversión, menos arriesgado será el proyecto. Es necesario puntualizar que cuanto más se alargue la fecha de retorno, mayores serán las incertidumbres de rentabilidad.

Tras haber validado la posibilidad de la implantación, con el objetivo de reducir la incertidumbre, se debe comenzar realizando un cuaderno de cargas (CdC) que proporcione al proveedor toda la información necesaria respecto al impacto y requerimientos del proyecto.

Como cliente debemos entregar al proveedor un CdC lo más exhaustivo y claro posible acerca de qué queremos, además de ello, se deben escuchar las sugerencias del proveedor y aceptarlas si son correctas o mejores que nuestras ideas iniciales.

Al final el CdC es un documento que contiene todas las especificaciones que el cliente quiere en su proyecto. Entonces, en caso de que cualquiera de esas especificaciones no se cumpla, las consecuencias recaerán sobre el proveedor al no haberlas incluido. En caso contrario, el proveedor no tendrá ninguna responsabilidad.

En los siguientes apartados de este capítulo vamos puntualizar detalladamente toda la información que se debe requerir para acometer el proyecto.

- En primer lugar se definen y enumeran los aspectos principales que debe incluir un cuaderno de cargas.
- Tras ello se explica el cálculo del payback del proyecto con los presupuestos que nos han ofrecido los proveedores del proyecto tras haber recibido nuestro cuaderno de cargas.
- En tercer lugar se exponen las consideraciones de seguridad que se deben tener en consideración en el desarrollo de un proyecto de robot colaborativos. Los requisitos de seguridad para Robots colaborativos de uso industrial vigentes en 2016 son los siguientes.
  - **ISO 10218-1:2011:** Fabricante de robots.
  - **ISO 10218-2: 2011:** Integrador de sistemas robóticos / aplicaciones robóticas.
  - **ISO/TS 15066:** *NO es una norma, sino una especificación técnica con directrices adicionales relativas a los robots de uso colaborativos.*
  - **ISO 13849-1:** Proporciona requisitos de seguridad y orientaciones sobre los principios para el diseño e

integración de las partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad (SRP/CS).

- La Directiva europea 2006/42/CE relativa a la maquinaria es la legislación aplicable a todas las instalaciones en Europa.
- Además se realiza la identificación y evaluación de riesgos de acuerdo con ISO 10218-2: 2011:
- Finalmente, se describe, de manera informativa, el software y la programación asociada a los robots colaborativos. Este apartado en el proyecto real que se desarrolla en el capítulo cuarto, es delegado en una subcontrata como consta en el CdC original

### 3.2 CUADERNO DE CARGAS

El CdC muestra las especificaciones técnicas, las cuales permiten reducir la incertidumbre y asegurar los pasos del proyecto, permitiendo conseguir desarrollarlo dentro del coste y plazo de ejecución esperado [16]. Este documento nos ayudará a estimar costes necesarios para el control de la producción y, además, será una gran ayuda para el diseño y fabricación de los utillajes necesarios [16]. Es por ello que los cuadernos de cargas se utilizan tanto para la preparación del presupuesto del proyecto como para guía de su diseño [16].

La definición de un CdC para el diseño de cualquier proyecto es un aspecto esencial para cualquier empresa que quiera concretar el alcance. Este CdC concretará todas las características de fabricación, almacenamiento, ergonomía, seguridad, legalidad,...

A continuación se enumeran los principales puntos que debe recoger un CdC para una implantación de robots en línea en una industria del sector automotriz. Estos puntos poder variar dependiendo del tema al que está enfocado el desarrollo del proyecto:

- 18) **Introducción.** Define la finalidad del cuaderno de cargas.
- 19) **Descripción general y entorno.** Descripción de la localización, turnos de trabajo y cadencia.
- 20) **Descripción general del producto.** Descripción de cada una de las partes que conforman el producto.
- 21) **Marco de trabajo.** Define las cuestiones que debe solucionar el proveedor y que serán su responsabilidad.
- 22) **Especificaciones.** Tanto generales como específicas, serán los requisitos de debido cumplimiento, sino el responsable será el proveedor.

- 23) **Documentación necesaria para el proyecto.** Los documentos y componentes o aparatos que sean necesidad del proveedor para acometer el proyecto.
- 24) **Proceso de montaje.** Descripción del proceso de montaje, pas a paso y tiempos manuales.
- 25) **LAY-OUT.** Layout de implantación previsto
- 26) **Instalación en Valeo.** Definición del encargado de la instalación y fechas previstas.
- 27) **Comunicación, materiales e identificación.** Especificaciones del grupo Valeo en este ámbito.
- 28) **Capabilidad.** Tolerancias que permite el proceso.
- 29) **Fiabilidad.** Especificaciones acerca de la fiabilidad.
- 30) **Mantenimiento.** Características de debido cumplimiento para mantener el cobot en pleno funcionamiento.
- 31) **Seguridad-Condiciones de trabajo.** Seguridad y ergonomía.
- 32) **Documentación a entregar.** Documentación técnica que engloba el proyecto.
- 33) **Condiciones generales.** Planning.
- 34) **Garantía.** Especificaciones de garantía.

### 3.3 PAYBACK/OFERTA PROVEEDORES

Tras recibir las ofertas de los proveedores, debemos barajar la mejor opción realizando análisis de payback.

El payback o plazo de recuperación se basa en el cálculo de tiempo que vamos a tardar en recuperar la inversión.

Se calcula mediante flujos de caja netos, ingresos menos gastos, obtenidos con el proyecto. Consiste en dividir la inversión inicial más los gastos que origine entre los distintos flujos de caja positivos del proyecto, de la siguiente manera:

Donde

$$P \& B = \frac{\sum A}{\sum Q}$$

- $\sum A$  = Suma de la inversión inicial así como de todos los flujos negativos.
- $\sum Q$  = Suma de todos los flujos positivos originados por el proyecto de inversión.

Es un método muy útil cuando realizamos inversiones en situaciones de elevada incertidumbre o no tenemos claro el tiempo que vamos a poder explotar nuestra inversión. Así nos proporciona información sobre el tiempo

mínimo necesario para recuperar la inversión. Como criterio de elección elegiremos en primer lugar los proyectos con menor plazo de recuperación.

Presenta las siguientes desventajas:

- No nos proporciona ninguna medida de la rentabilidad.
- No tiene en consideración los distintos flujos que provoca el proyecto.
- No tiene en consideración los flujos positivos tras recuperar la inversión inicial.

### 3.4 SEGURIDAD

En caso de haber cumplido todo lo anterior, a la hora de instalar los robots colaborativos debemos basarnos en la siguiente información.

Cualquier máquina que está situada en un espacio en el cuál pueda entrar una persona, es susceptible de producir accidentes. Los robots industriales no son una excepción, es más, pueden ser los causantes de graves accidentes debido al impacto o atrapamiento del brazo robótico en su ciclo de movimiento [17].

Existe una normativa de aplicación en la CE, la cual nos obliga a dotar de un perímetro de seguridad toda el área de alcance del robot, el cual deberá evitar el acceso al robot cuando este se encuentre en funcionamiento, o en caso contrario deshabilitar la función de funcionamiento en caso de invadir el área de trabajo [17].

La secuencia de funcionamiento es la siguiente:

- Unos detectores deben monitorizar que el perímetro de seguridad está cerrado, que el botón de parada de emergencia esté accionado y que el robot no esté trabajando. Tras realizar estas verificaciones, se procede a la puesta en marcha, en ese momento una baliza visual en color rojo nos indica la prohibición de acceso al recinto del robot [17].
- En caso de necesidad de invadir el área del robot, el operario debe accionar una petición de paro al sistema y ese detendrá el robot, permitiendo la apertura de puerta y cambiará el color de baliza a verde [17]. Para volver a activar el robot: Se debe rearmar el sistema para que el robot continúe la secuencia desde el punto en el que paró o en caso contrario reiniciar el ciclo. Todo ello previo cierre de puerta [17].
- Otro caso habitual es cuando el operario invade el perímetro de seguridad sin realizar ninguna petición al sistema. En este caso los sensores del robot industrial entraran en acción, el robot realizará una parada de emergencia y bloqueo de la máquina, entonces la baliza nos avisará visualmente en color rojo y acústicamente mediante sirena de

emergencia. Una vez solucionada la emergencia, el trabajador deberá rearmar el sistema de manera manual [17].

El vallado perimetral de seguridad debe permitir en todo momento la visibilidad desde el exterior de lo que esté ocurriendo en el interior. Además el vallado también debe permitir acceso al robot industrial mediante puerta, trampilla u otra entrada [17].

No obstante, los robots colaborativos tienen un tratamiento especial porque puede que no necesiten vallado de seguridad perimetral ya que gracias a los sensores de todas sus articulaciones detectan fuerza y si eso ocurre paran de forma automática. Además su forma redondeada y estructura gomosa da mayor seguridad ante golpes. La mayoría de estos robots colaborativos trabajan bajo la premisa “Power and force limiting” donde se permite un contacto sin superar unos valores prefijados de umbral del dolor [17].

Los requisitos de seguridad para Robots colaborativos de uso industrial vigentes en 2016 son los siguientes.

- **ISO 10218-1:2011:** Fabricante de robots.
- **ISO 10218-2: 2011:** Integrador de sistemas robóticos / aplicaciones robóticas.
- **ISO/TS 15066:** *NO es una norma, sino una especificación técnica con directrices adicionales relativas a los robots de uso colaborativos.*
- **ISO 13849-1:** Proporciona requisitos de seguridad y orientaciones sobre los principios para el diseño e integración de las partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad (SRP/CS).
- La Directiva europea 2006/42/CE relativa a la maquinaria es la legislación aplicable a todas las instalaciones en Europa. Puede consultarse en la página oficial de la Comisión Europea.

En las siguientes subsecciones se explican con mayor profundidad y, además, se realiza la identificación y evaluación de riesgos de acuerdo con ISO 10218-2: 2011:

#### **3.4.1 ISO 10218-1 (Secciones 4.4 y 4.10)**

ISO 10218-1 Sección 4.4: Las partes de los sistemas de control relativas a la seguridad deben diseñarse de modo que cumplan con un PL=d con una estructura de Categoría 3, tal y como se describe en la norma ISO 13849-1 (ISO 10218-1 Sección 4.2.2), o bien con el PL determinado por la evaluación de riesgos (ISO 10218-1 Sección 4.2.3).

El nivel de prestaciones (PL, Performance Level) es un nivel discreto utilizado para especificar la aptitud de las partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad para desempeñar una función de seguridad en condiciones previsibles. En otras palabras, cuantifica la probabilidad de que se produzca un defecto en un sistema. En un sistema  $PL=d$  es muy improbable que se produzca un defecto peligroso. (Consulte la norma ISO 13849-1 para obtener más información).

Categoría 3 es un término que se utiliza para indicar que se trata de un sistema con un diseño de doble canal. Es bastante habitual que los sistemas relacionados con la seguridad se construyan como sistemas de doble canal. La Categoría 3 de seguridad indica que un único defecto no conduce a la pérdida de la función de seguridad. Además, la mayor parte de los defectos individuales se detectan y se aplican principios de seguridad de eficacia probada. (Consulte la norma ISO 13849-1 para obtener más información.)

ISO 10218-1 Sección 4.10: Los robots diseñados para trabajar de forma colaborativa deben proporcionar un indicador visual cuando el robot esté funcionando en colaboración y deben satisfacer uno o más de los requisitos de los apartados 4.10.2 a 4.10.5

### 3.4.2 DIRECTIVA EUROPEA 2006/42/CE

Todas las máquinas instaladas en la Unión Europea deben cumplir con los requisitos esenciales de salud y seguridad enumerados en el ANEXO I de la Directiva 2006/42/CE relativa a las máquinas (DM). La legislación no obliga a cumplir con ninguna norma; no obstante, las normas ISO 10218-1, ISO 10218-2 e ISO 13849-1 están armonizadas para la DM. Si una máquina cumple con dichas normas armonizadas, también cumplirá con los requisitos esenciales de la DM.

La DM también requiere la siguiente documentación adicional para la instalación del robot completo:

- Instrucciones claras para el operario
- Presentar una Declaración de Conformidad para el Mercado CE según lo dispuesto en el ANEXO II de esta Directiva.
- Colocar un marcado CE en la instalación completa del robot conforme con el ANEXO III donde consten los datos de contacto del fabricante, la fecha de instalación, el nombre/tipo y/o el número de serie.
- Recopilar toda la información en una única ficha técnica y guardarla durante un periodo mínimo de diez años.

La presente Directiva se aplicará a los siguientes productos:

- a) Las máquinas
- b) Los equipos intercambiables
- c) Los componentes de seguridad
- d) Los accesorios de elevación
- e) Las cadenas, cables y cinchas
- f) Los dispositivos amovibles de transmisión mecánica
- g) Las cuasi máquinas

**PRINCIPIOS GENERALES:**

- 1) El fabricante de una máquina, o su representante autorizado, deberá garantizar la realización de una evaluación de riesgos con el fin de determinar los requisitos de seguridad y salud aplicables a la máquina. La evaluación de riesgos deberá:
  - Determinar los límites de la máquina, incluidos uso previsto y mal uso previsible
  - Identificar los peligros que pueda generar y correspondientes situaciones peligrosas
  - Estimar los riesgos, teniendo en cuenta la gravedad de las posibles lesiones o daños para la salud y probabilidad de ocurrencia
  - Valorar los riesgos, con objeto de determinar si es requerida una reducción de los mismos.
  - Eliminar los peligros o reducir los riesgos que deriven de dichos peligros, aplicando medidas preventivas.
  
- 2) Las obligaciones establecidas por los requisitos esenciales de seguridad y salud solo se aplicarán cuando la máquina presente peligro en condiciones previstas o anormales previsibles. En todo caso siempre se aplicarán los principios de integración de seguridad o las obligaciones sobre el marcado de las máquinas.
  
- 3) Los requisitos esenciales de seguridad y de salud enunciados en el anexo de esta directiva 2006/42/CE son imperativos. Cabe la posibilidad de que, habida cuenta del estado de la técnica, no se puedan alcanzar los objetivos que dichos requisitos establecen. En tal caso, la máquina deberá diseñarse y fabricarse para acercarse a tales objetivos.
  
- 4) El anexo de esta directiva consta de varias partes. La primera tiene un alcance general y es aplicable a todos los tipos de máquinas. Las demás partes se refieren a determinados peligros más concretos. Es



fundamental estudiar la totalidad de tal anexo, con el fin de cumplir todos los requisitos pertinentes.

Debemos saber que la implantación de un cobot o cuasi-máquina es distinta que la de una máquina. Para ello se debe tener en cuenta que el Artículo 13 de esta directiva nos habla del procedimiento en cuasi-máquinas.

1. El fabricante de una cuasi máquina o su representante autorizado deberá velar, antes de la comercialización, por:

- Se elabore la documentación técnica pertinente descrita en el anexo VII, parte B;
- Se elaboren las instrucciones de montaje indicadas en el anexo VI;
- Se haya redactado la declaración de incorporación descrita en el anexo II, parte 1, sección B.

2. Las instrucciones de montaje y la declaración de incorporación deberán acompañar a la cuasi máquina hasta que se incorpore a la máquina final y pase así a formar parte del expediente técnico de dicha máquina.

#### PARA REALIZAR LA DECLARACIÓN DE INCORPORACIÓN DE UNA CUASI MÁQUINA

La declaración de incorporación constará de los siguientes elementos:

- 1) Razón social y dirección completa del fabricante de la cuasi máquina y, en su caso, de su representante autorizado
- 2) Nombre y dirección de la persona facultada para elaborar la documentación técnica pertinente, quien deberá estar establecida en la Comunidad
- 3) Descripción e identificación de la cuasi máquina, incluyendo: denominación genérica, función, modelo, tipo, número de serie y denominación comercial
- 4) Un párrafo que especifique cuáles son los requisitos esenciales de la presente Directiva que se han aplicado y cumplido, que se ha elaborado la documentación técnica correspondiente, de conformidad con el anexo VII, parte B, y, en su caso, una declaración de la conformidad de la cuasi máquina con otras directivas comunitarias pertinentes. Estas referencias deberán ser las del texto publicado en el Diario Oficial de la Unión Europea
- 5) El compromiso de transmitir, en respuesta a un requerimiento debidamente motivado de las autoridades nacionales, la información pertinente relativa a la cuasi máquina. Este compromiso incluirá las modalidades de transmisión y no perjudicará los derechos de propiedad intelectual del fabricante de la cuasi máquina
- 6) Si procede, una declaración de que la cuasi máquina no deberá ser puesta en servicio mientras la máquina final en la cual vaya a ser

incorporada no haya sido declarada conforme a lo dispuesto en la presente Directiva

7) Lugar y fecha de la declaración

8) Identificación y firma de la persona apoderada para redactar esta declaración en nombre del fabricante o de su representante autorizado.

Además, en términos de custodia:

El fabricante de la cuasi máquina o su representante autorizado guardará el original de la declaración de incorporación durante un plazo mínimo de diez años a partir de la última fecha de fabricación de la cuasi máquina.

#### INSTRUCCIONES PARA EL MONTAJE DE UNA CUASI MÁQUINA

Las instrucciones para el montaje de una cuasi máquina contendrán las indicaciones que se han de cumplir para hacer posible el montaje correcto en la máquina final de modo que no se pongan en compromiso la seguridad ni la salud.

Deberán redactarse en una lengua comunitaria oficial aceptada por el fabricante de la máquina en la que esta cuasi máquina deba incorporarse, o por su representante autorizado.

#### DOCUMENTACIÓN TÉCNICA PERTINENTE DE CUASI MÁQUINAS

La presente parte describe el procedimiento para elaborar la documentación técnica pertinente. La documentación deberá mostrar cuáles son los requisitos de la presente Directiva que se han aplicado y cumplido. Deberá referirse al diseño, fabricación y funcionamiento de la cuasi máquina en la medida necesaria para evaluar su conformidad con los requisitos esenciales de salud y seguridad aplicados. La documentación deberá elaborarse en una o más de las lenguas oficiales de la Comunidad.

Constará de los siguientes elementos:

- 1) Un expediente de fabricación integrado por:
  - el plano de conjunto de la cuasi máquina y los planos de los circuitos de mando,
  - los planos detallados y completos, acompañados de las eventuales notas de cálculo, resultados de ensayos, certificados, etc., que permitan verificar la conformidad de la cuasi máquina con los requisitos esenciales de seguridad y salud aplicados,
  - la documentación relativa a la evaluación de riesgos, que muestre el procedimiento seguido, incluyendo:

- una lista de los requisitos esenciales de salud y seguridad que se han aplicado y cumplido,
  - la descripción de las medidas preventivas aplicadas para eliminar los peligros identificados o reducir los riesgos y, en su caso, la indicación de los riesgos residuales,
  - las normas y demás especificaciones técnicas utilizadas, con indicación de los requisitos esenciales de seguridad y salud cubiertos por dichas normas,
  - cualquier informe técnico que refleje los resultados de los ensayos realizados por el fabricante, por un organismo elegido por este o su representante autorizado,
  - v) un ejemplar de las instrucciones para el montaje de la cuasi máquina;
- 2) en caso de fabricación en serie, las disposiciones internas que vayan a aplicarse para mantener la conformidad de las cuasi máquinas con los requisitos esenciales de salud y seguridad aplicados.

El fabricante deberá someter los componentes o accesorios, o la cuasi máquina, a los estudios y ensayos necesarios para determinar si, por su diseño o fabricación, la cuasi máquina puede montarse y utilizarse en condiciones de seguridad. En el expediente técnico se incluirán los informes y resultados correspondientes.

La documentación técnica correspondiente deberá estar disponible durante al menos diez años desde la fecha de fabricación de la cuasi máquina, o en el caso de la fabricación en serie, de la última unidad producida, y será presentada a las autoridades competentes de los Estados miembros a petición de estas. No tendrá que permanecer obligatoriamente en el territorio de la Comunidad Europea ni existir permanentemente en una forma material. La persona indicada en la declaración de incorporación habrá de poder reunirla y presentarla a la autoridad competente.

El hecho de no presentar la documentación técnica correspondiente en respuesta a un requerimiento debidamente motivado de las autoridades nacionales competentes podrá constituir razón suficiente para dudar de la conformidad de las cuasi máquinas con los requisitos esenciales de salud y seguridad, aplicados y declarados.

### 3.4.3 ISO/TS 15066

Esta norma toma como referencias de aplicación los siguientes documentos:

- ISO 10218-1:2011
- ISO 10218-2:2011
- ISO 12100
- ISO 13850
- ISO 13855
- IEC 60204-1

Esta TS trata:

- Operaciones colaborativas: Acciones cuyo propósito es un robot y un operario trabajando en un mismo espacio
- Potencia mecánica: Cantidad de energía consumida por unidad de tiempo
- Espacio colaborativo: Espacio donde operario y robot trabajan conjuntamente
- Contacto cuasi-estático: Contacto entre operario y robot, en el cual parte del cuerpo del operario puede sufrir un atrapamiento
- Contacto transitorio: Contacto entre operario y robot, en el cual parte del cuerpo del operario no puede sufrir un atrapamiento y puede retroceder ante el robot
- Distancia de seguridad: Mínima distancia permitida entre las partes móviles del robot y un operario en un espacio colaborativo
- Modelo del cuerpo: Características biomecánicas de cada una de las partes del cuerpo humano

De la norma se han extraído las partes más importantes que se deben tener en cuenta a la hora de implantar robots colaborativos en línea, las cuales vemos a continuación.

El proceso clave en el diseño del sistema de robots colaborativos y sus layouts es la eliminación de peligros y reducción de riesgos.

Los factores que debemos tener en consideración son:

- 1) Establecer límites en las 3 dimensiones acerca del espacio colaborativo
- 2) Espacio de trabajo, acceso y espacio
  - Delineación del área restringida y espacios colaborativos
  - Influencias sobre el espacio colaborativo (Stocks, obstáculos,...)
  - La necesidad de espacios alrededor de obstáculos como accesorios, equipamientos,...
  - Accesibilidad para operarios

- El previsto y razonablemente previsible contacto entre partes del robot y el operario
- Rutas de acceso (flujos de movimiento de material, zonas de movimiento del robot, ...)
- Peligros asociados a tropiezos, caídas y resbalones (cables, zonas húmedas,...)

### 3) Ergonomía e interfaz de control

- Claridad en los controles
- Posibilidad de estrés, fatiga o falta de concentración derivada de una operación colaborativa
- Errores por mal uso (intencionados o no) por el operario
- Posible comportamiento reflejo del operador al funcionamiento del sistema del robot y del equipo
- Nivel de entrenamiento requerido y habilidades del operario
- Límites biomecánicos aceptables bajo operación prevista y mal uso razonablemente previsible
- Consecuencias potenciales de contactos únicos o repetitivos

### 4) Límites de uso

- Descripción de las tareas, incluyendo el entrenamiento y habilidades requeridas para el operario
- Identificación de las personas que tengan acceso al sistema del robot colaborativo
- Potenciales situaciones de contacto tanto intencionadas como no
- Restricción de accesos para únicamente operarios autorizados

### 5) Transiciones (Límites de tiempos)

- Comienzo y finalización de operación de colaboración
- Transición desde operaciones colaborativas a otros tipos de operaciones

## 3.4.4 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS:

La lista de peligros significativos de robots y sus sistemas están contenidos en la norma ISO 10218-2:2011, anexo A, esa lista es el resultado de las identificaciones de peligros descritas en la norma ISO 12100. Los peligros adicionales pueden ser creados debido a aplicaciones colaborativas específicas. Esos peligros nuevos deben ser abordados individualmente mediante una evaluación de riesgos para la aplicación colaborativa específica.

El proceso de identificación de peligros debe considerar los siguientes mínimos:

- 1) Peligros relacionados a robots, incluidos:
  - Características del robot (carga, velocidad, fuerza, par, potencia, geometría, material, etc)
  - Condiciones de contacto cuasi-estático en el robot
  - Localización del operario respecto a la proximidad del robot (ej: Trabajar bajo el robot)
  
- 2) Peligros relacionados con el sistema del robot, incluidos:
  - Peligros de las piezas, incluyendo diseño falto de ergonomía, bordes afilados, pérdida de piezas, salientes, etc
  - Movimiento del operario y localización respecto al posicionamiento de las partes, orientación de estructuras (soportes,...) y localización de peligros en los accesorios
  - Diseño de accesorios, sujeción y operación, otros peligros relacionados
  - Determinación en caso de posible contacto de si este puede ser transitorio o cuasi-estático, y las partes del cuerpo del operario que podrían ser afectadas
  - Diseño y localización de cualquier guía de control manual de los dispositivos del robot
  - Influencias y efectos de los alrededores (ej: proximidad a un cortador laser, prensas, ...)
  
- 3) Aplicaciones realizadas sobre peligros, incluidas:
  - Peligros específicos de procesos (ej: temperatura, partes eyectadas,...)
  - Limitaciones causadas por el equipamiento de seguridad requerido al operario
  - Deficiencias en diseño de ergonomía (ej: Operaciones incorrectas, causan pérdida de atención,...)

### 3.5 INSTALACIÓN DEL BRAZO ROBÓTICO Y PROGRAMACIÓN EN POLYSCOPE

A modo informativo se describe la interfaz de polyscope- PolyScope es la interfaz gráfica de usuario (IGU) que permite manejar el brazo robotico y la caja de control, ejecutar programas del robot y crear otros nuevos. En caso de no subcontratar el software del robot, este apartado servirá de gran ayuda.

A continuación se explican más detalladamente las pantallas y las funciones más importantes de PolyScope. Pero, antes de utilizar PolyScope, se debe instalar el brazo robótico y la caja de control. La secuencia a seguir es [18]:

- 1) Desembale el brazo robótico y la caja de control.
- 2) Monte el brazo robótico sobre una superficie resistente y sin vibraciones.
- 3) Coloque la caja de control sobre su pie.
- 4) Conecte el cable del robot entre el robot y la caja de control.
- 5) Conecte el enchufe de alimentación de la caja de control.

#### CONEXIÓN CAJA DE CONTROL

La caja de control se enciende pulsando el botón de encendido que se encuentra en la consola portátil. Cuando se enciende la caja de control, aparece un texto en la pantalla táctil de la consola [18]. Para apagar la caja de control, se pulsa el botón verde de la pantalla, o el botón apagar de la pantalla de bienvenida [18].

#### CONEXIÓN BRAZO ROBÓTICO

El brazo robótico se enciende en la pantalla de inicialización (ver 9.4) tocando el botón *Encender* de esa pantalla y, a continuación, pulsando *Iniciar*. Cuando se inicia un robot, emite un sonido y se mueve un poco mientras libera los frenos.

El brazo robótico puede apagarse tocando el botón *Apagar* de la pantalla de inicialización. El brazo robótico también se apaga automáticamente cuando se apaga la caja de control.

### **3.5.1 INTERFAZ DE POLYSCOPE**

La figura 3.2 nos muestra la pantalla de bienvenida. Las zonas azuladas son botones sobre una pantalla táctil. PolyScope tiene una estructura jerárquica, en el entorno de programación las pantallas se organizan en fichas para facilitar el acceso desde la pantalla.

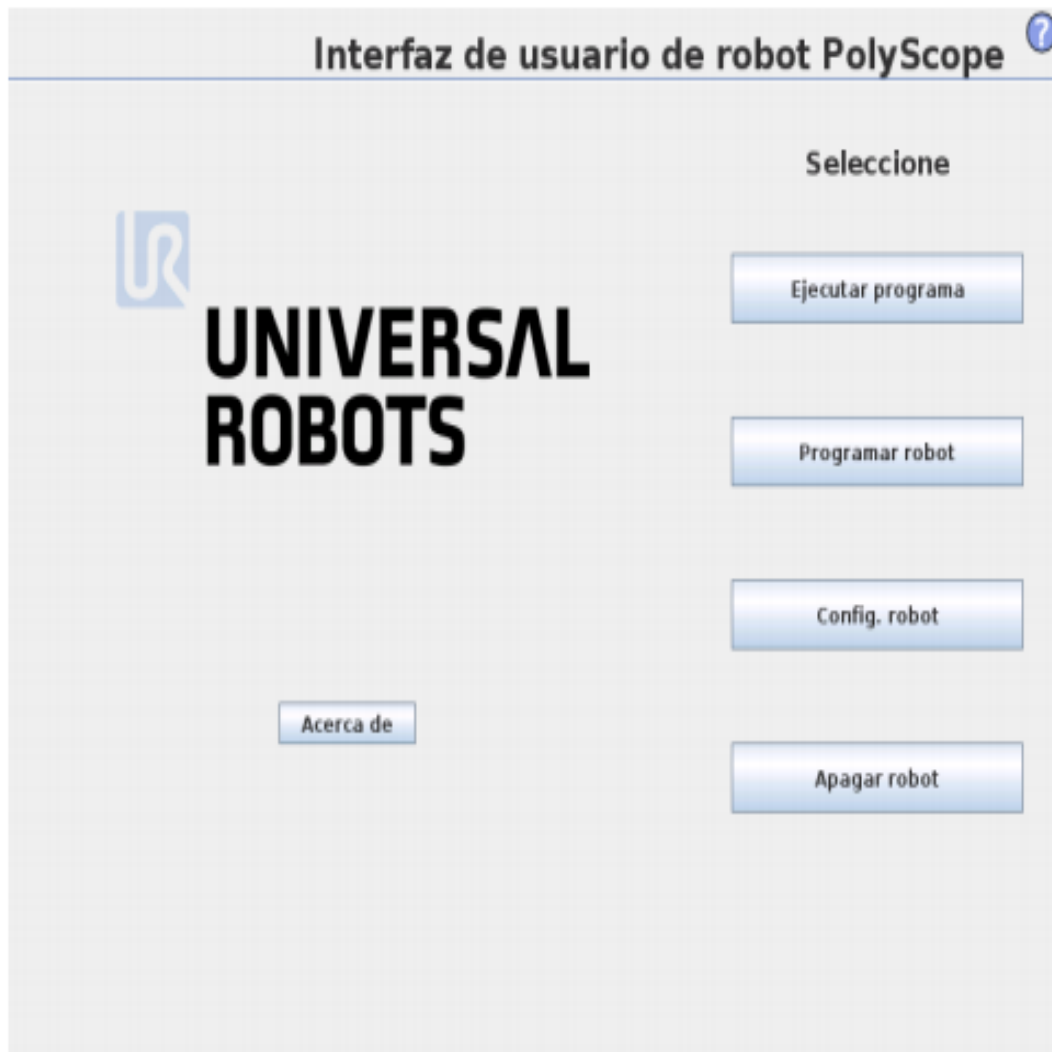


Figura 3.2. Interfaz PolyScope

La pantalla de bienvenida nos muestra cuatro opciones de elección (dejando a un lado “Acerca de”):

**Ejecutar programa:** Elija y ejecute un programa existente. Esta es la forma más sencilla de utilizar el brazo robótico y la caja de control.

**Programar robot:** Sirve para cambiar o crear un programa nuevo.

**Configurar robot:** Configure contraseñas, actualice software, solicite ayuda, calibre la pantalla táctil, etc.

**Apagar robot:** Apaga el brazo robótico y la caja de control [18].

Las fichas se muestran en la figura 3.3:

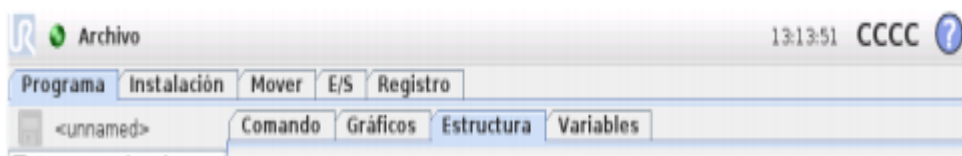






Figura 3.3. Interfaz PolyScope

Al seleccionar la ficha programa se han desplegado las 4 fichas de nivel inferior que se encuentran bajo ella.

### 3.5.2 MOVER ROBOT

En esta pantalla (ver figura 3.4) se puede mover el brazo robótico directamente, ya sea desplazando/rotando la herramienta del robot o moviendo una a una las juntas del robot. A continuación vemos la interfaz de la ficha mover:

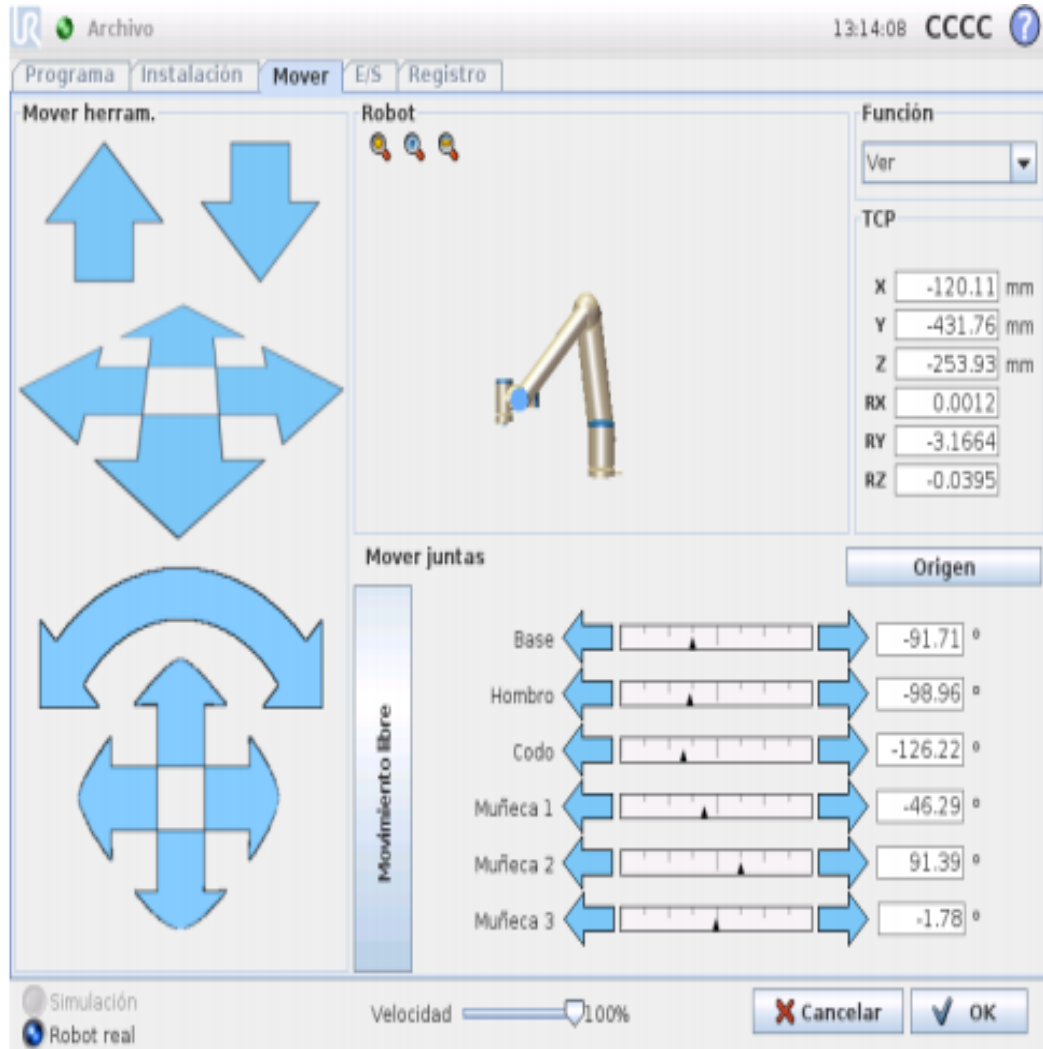


Figura 3.4. Interfaz PolyScope Pestaña mover

Dentro de esa pantalla podemos diferenciar diferentes funciones de interfaz.

**Robot:** Se muestra la posición actual del brazo robótico en gráficos 3D [18].

**Posición de función y herramienta:** Situada en la zona superior derecha de la pantalla, define respecto a qué función se controlará el brazo robótico [18].

Además los valores que aparecen debajo son los correspondientes al punto central de la herramienta (PCH), que pueden ser modificados para variar la orientación [18].

**Mover herramienta:** Aquí aparecen todos los controles para mover el brazo robótico en todas las direcciones y sentidos [18].

**Mover juntas:** Desde aquí se controla el giro de las juntas entre  $-360^\circ$  y  $+360^\circ$  [18].

**Movimiento libre:** Este botón situado en la parte trasera de la consola de control sirve para desactivar los frenos del robot y poder colocarlo físicamente en la posición que se desee [18].

### 3.5.3. E/S

En esta pantalla (ver figura 3.5) se pueden supervisar y ajustar las señales de E/S activas que proceden o van a la caja de control del robot. Esta pantalla además muestra el estado actual durante la ejecución del programa.

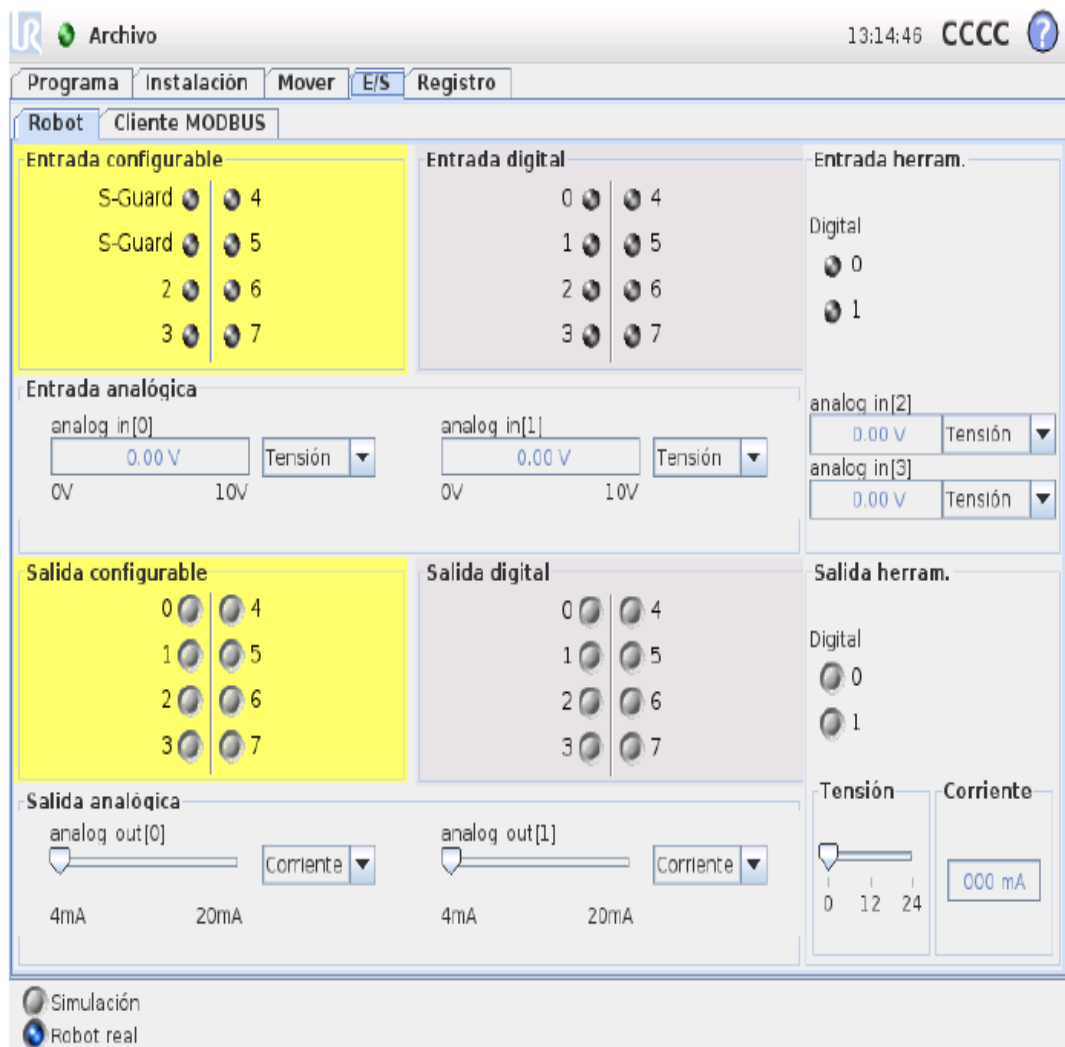


Figura 3.5. Interfaz PolyScope Pestaña E/S

### 3.5.4. AUTOMOVER

En la figura 3.6 se muestra la interfaz de la ficha automover la cual sirve para situar el robot en una posición deseada.

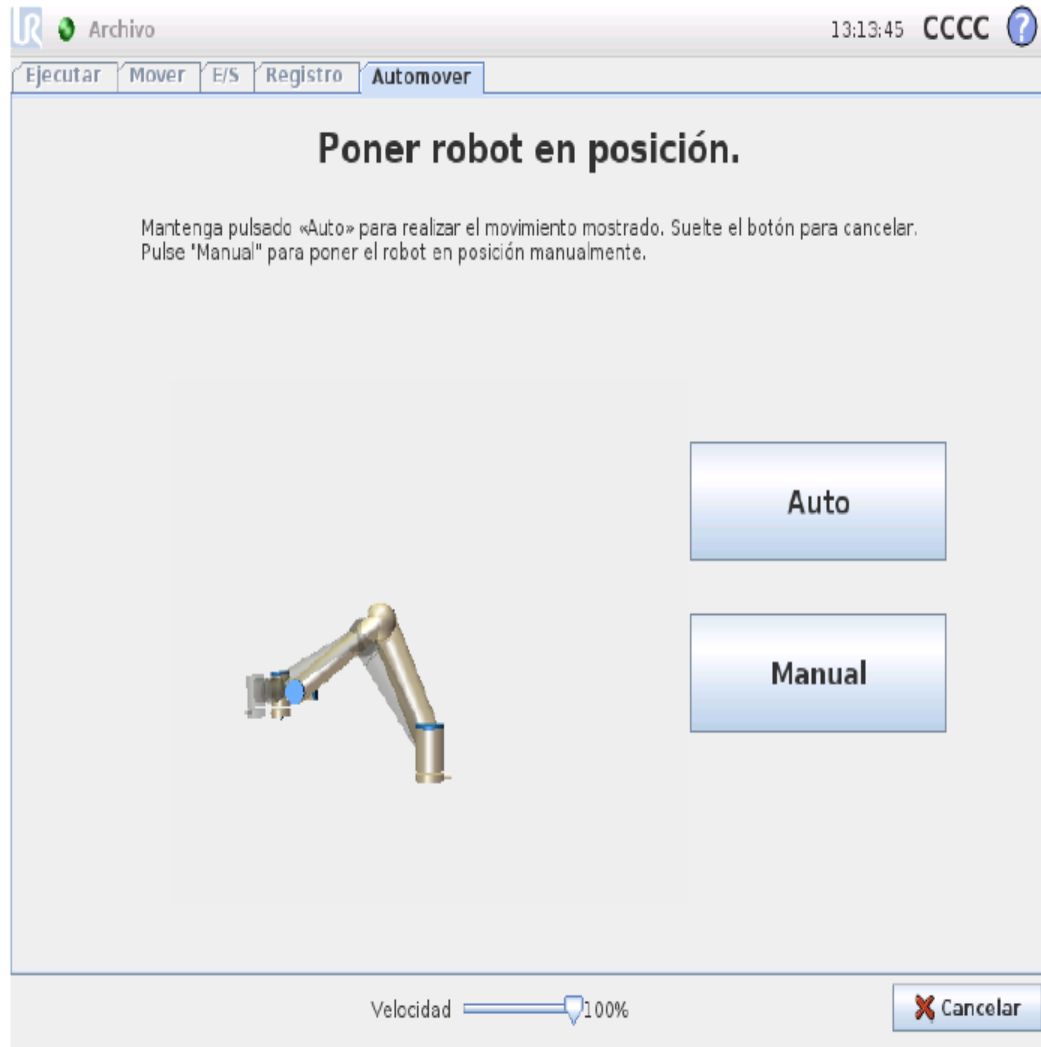


Figura 3.6. Interfaz PolyScope. Pestaña automover

### 3.5.5. PROGRAMA

En la figura 3.7 se muestra la interfaz de la ficha programa. Un programa se puede iniciar tanto desde otro programa ya existente como de una plantilla nueva.

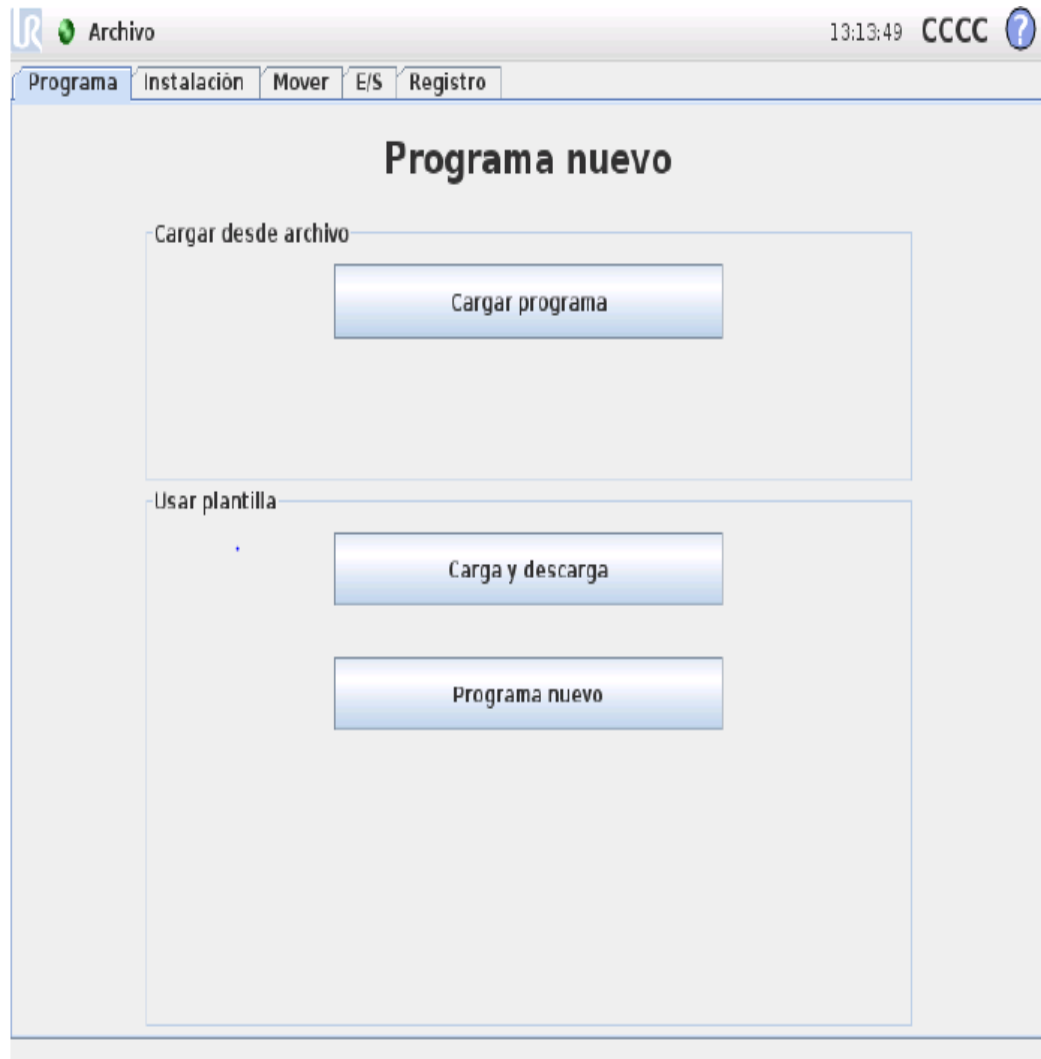


Figura 3.7. Interfaz PolyScope Pestaña programa

A la izquierda de la figura 3.8 se muestra el árbol de programa de la ficha “Programa”, a modo informativo se introducirá un fragmento de un programa de Valeo al final del capítulo.

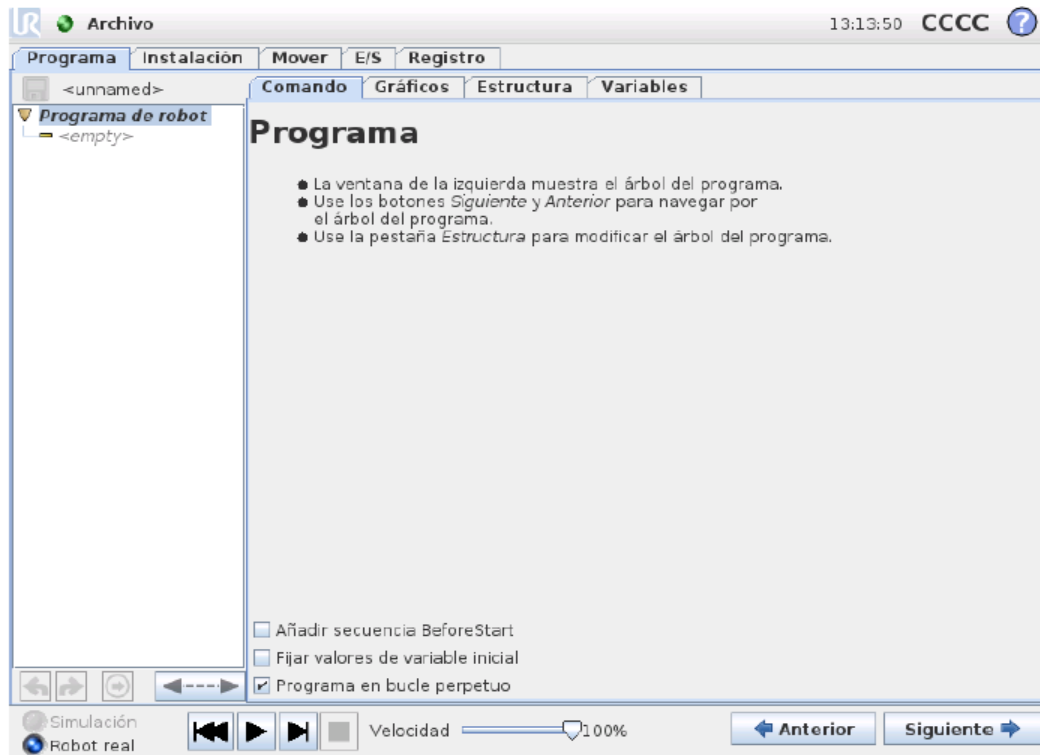


Figura 3.8. Interfaz PolyScope Programa de árbol

Durante el compilado del programa mientras se van desarrollando las líneas de código, aparece un indicador que nos muestra en que paso del programa nos encontramos. A la izquierda de la figura 3.9 se muestra los comandos que están en el programa del robot, la flecha azul nos muestra el comando en ejecución en cada instante.

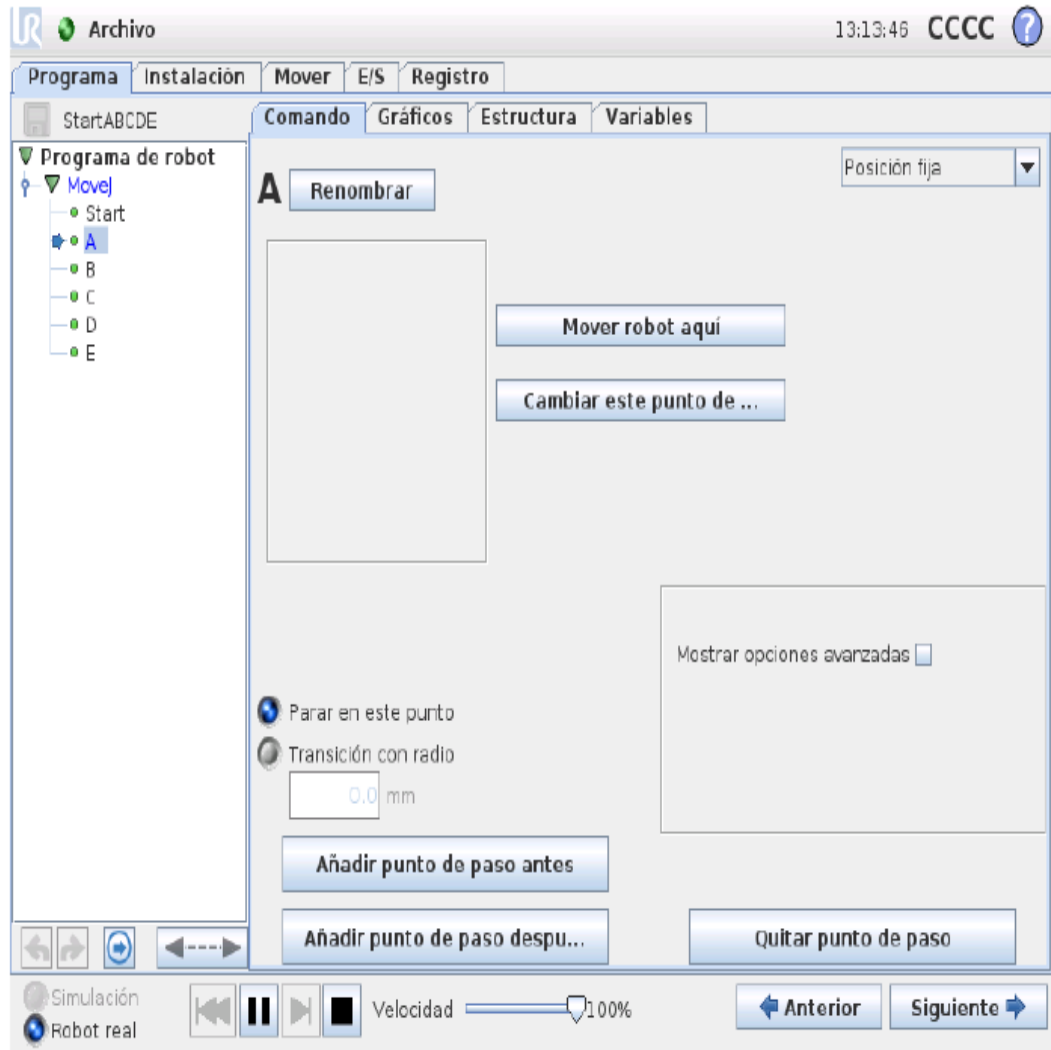


Figura 3.9. Interfaz PolyScope: Comandos del Programa de árbol

En la figura 3.10 se muestra dónde se introducen los comandos. Pulsando el botón “Estructura” podremos introducir el comando deseado que se encuentre en la biblioteca.

Los comandos principales son:

- Mover (Ver figura 3.11), principalmente MoveJ y MoveL
- Punto de paso (Ver figura 3.12)
- Subprograma (Ver figuras 3.13 y 3.14) que nos permite introducir programas dentro de otros.
- If (Ver figura 3.15) nos permite añadir condicionales al programa.
- Beforestart (Ver figura 3.16) para poner las variables en el valor deseado antes de comenzar el programa.

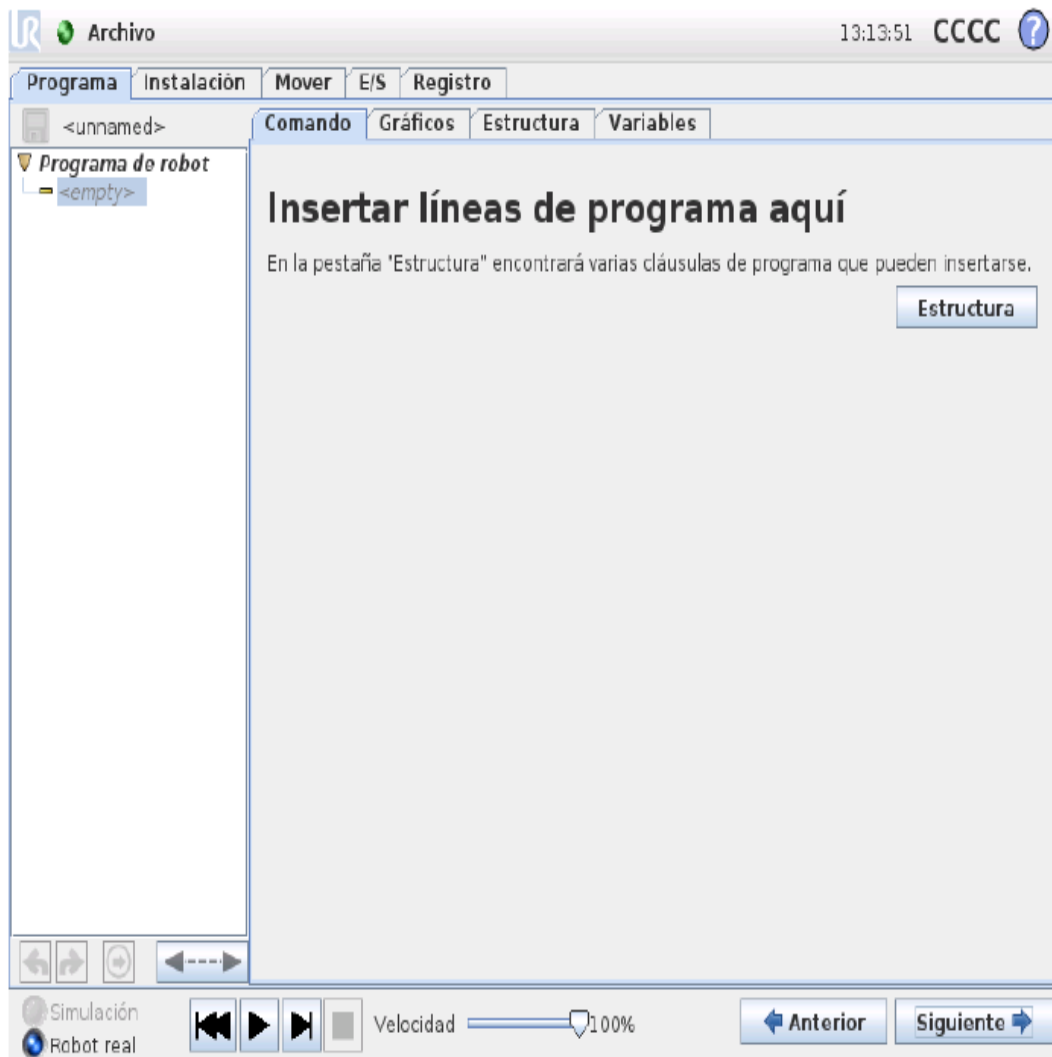


Figura 3.10. Interfaz PolyScope. Subpestaña comando



**MOVER:**

La figura 3.11 muestra la ficha “programa”, subficha “comando” y comando “mover”. El comando Mover controla el movimiento del robot a través de los puntos de paso seleccionados. Mediante este comando podremos definir la velocidad y aceleración del brazo robótico entre esos puntos de paso.

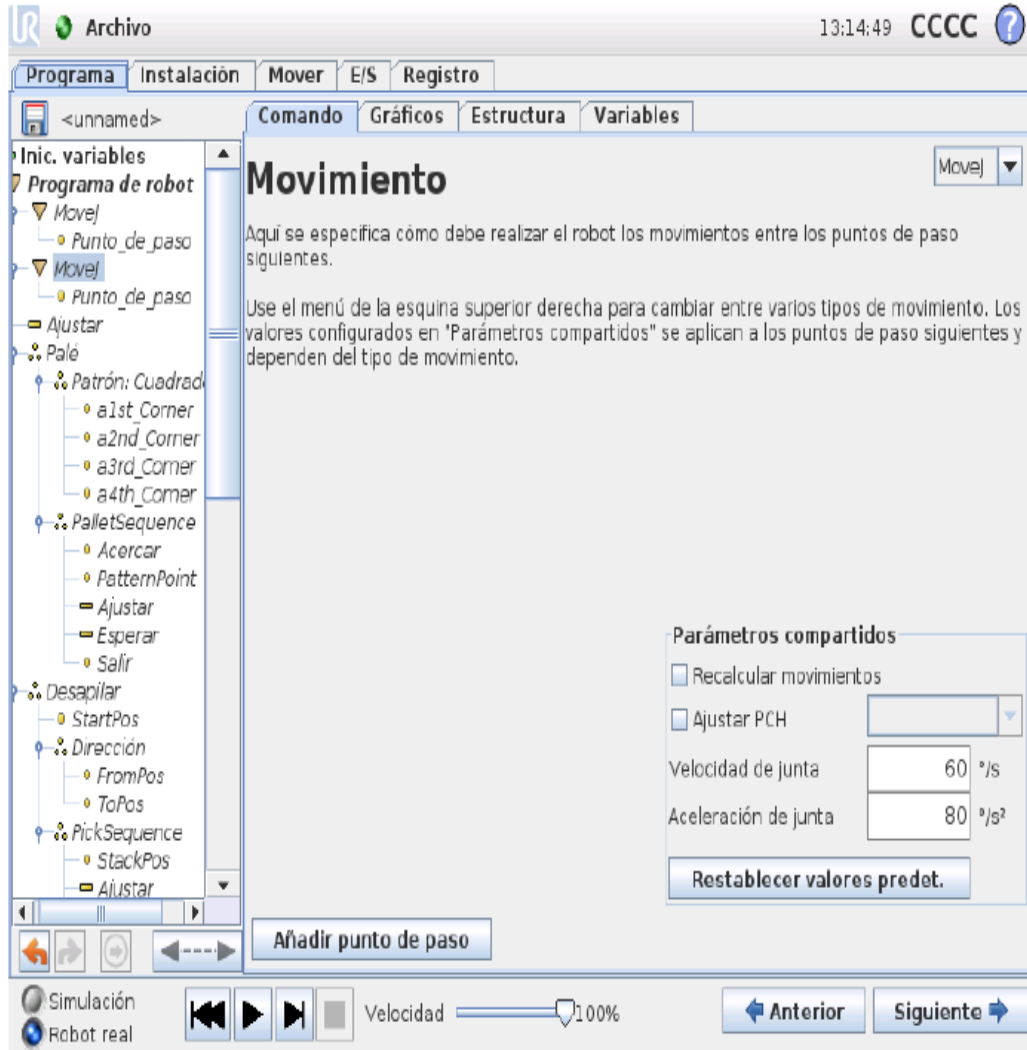


Figura 3.11. Interfaz PolyScope: Comando mover

A su vez el comando mover contiene 3 tipos de movimiento distintos:

**MoveJ:** Realizará movimientos calculados en el espacio articular del brazo robótico. Cada junta articulada se controla para llegar al mismo tiempo a la ubicación final deseada. Este tipo de movimiento da lugar a una trayectoria curva de la herramienta. Este tipo de movimiento es la opción recomendable si se desea que el brazo robótico se mueva rápido entre puntos de paso, sin tener en cuenta la trayectoria de la herramienta entre esos puntos de paso. [18]

**MoveL:** Hace que la herramienta se mueva linealmente entre los puntos de paso. Esto significa que cada junta realiza un movimiento más complicado para mantener la herramienta en una trayectoria recta [18].

**MoveP:** Mueve la herramienta linealmente a una velocidad constante con transiciones circulares; Está pensado para operaciones de ciertos procesos, como el encolado o la dispensación. No va a tener aplicación práctica en mi proyecto [18].

**PUNTOS DE PASO:**

La figura 3.12 muestra la ficha “programa”, subficha “comando” y comando “punto de paso”. Estos puntos de paso dicen al robot exactamente a dónde deben ir, guían la trayectoria.

Estos puntos, los cuales definen la trayectoria del robot, pueden ser de tres tipos: fijos, relativos o variables. Los puntos de paso relativo y variable no van a tener aplicación práctica en este proyecto.

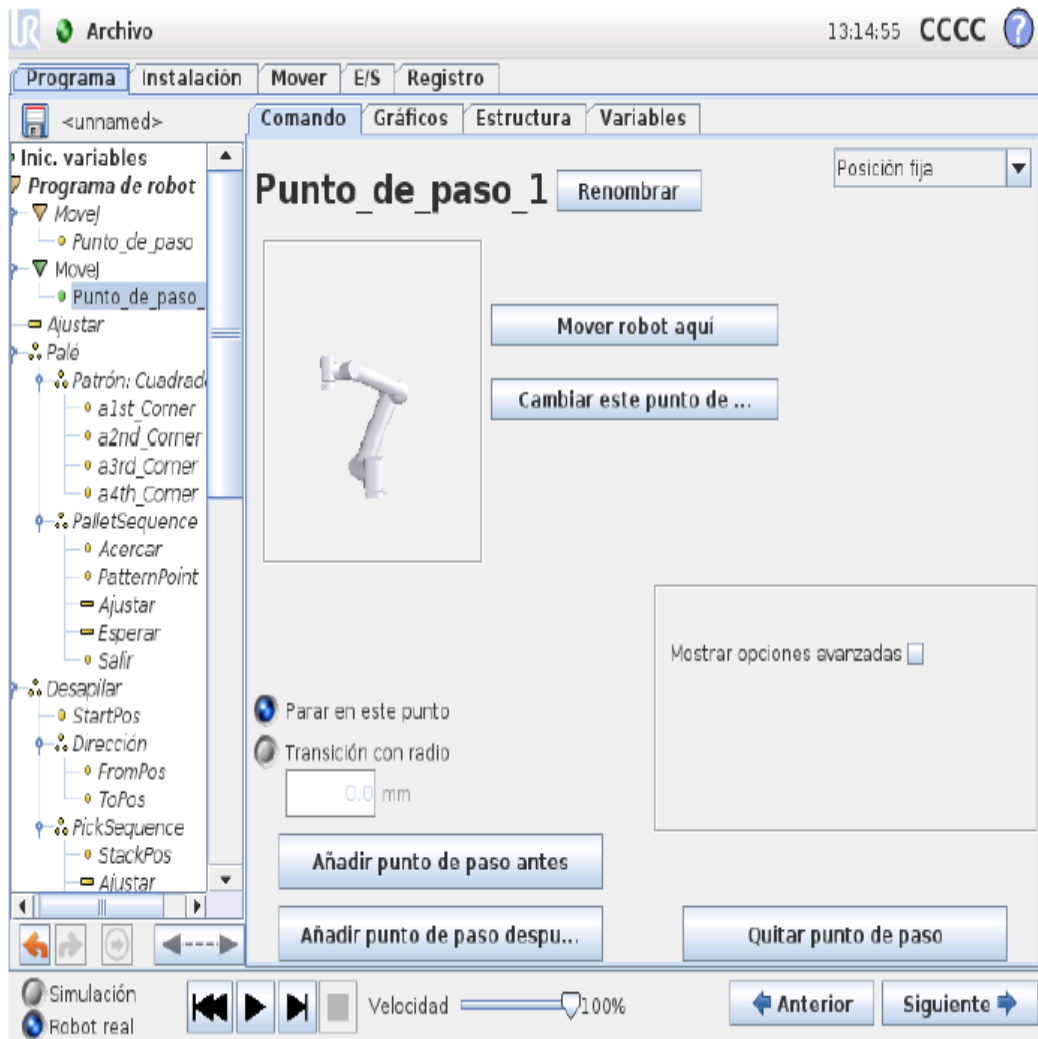


Figura 3.12. Interfaz PolyScope: Comando punto de paso fijo

**SUBPROGRAMA:**

La figura 3.12 muestra la interfaz de “subprogram”. Un subprograma puede albergar partes de un programa que se necesiten en varios lugares. Un subprograma puede ser un archivo independiente en el disco y también puede ocultarse para protegerlo de cambios involuntarios.

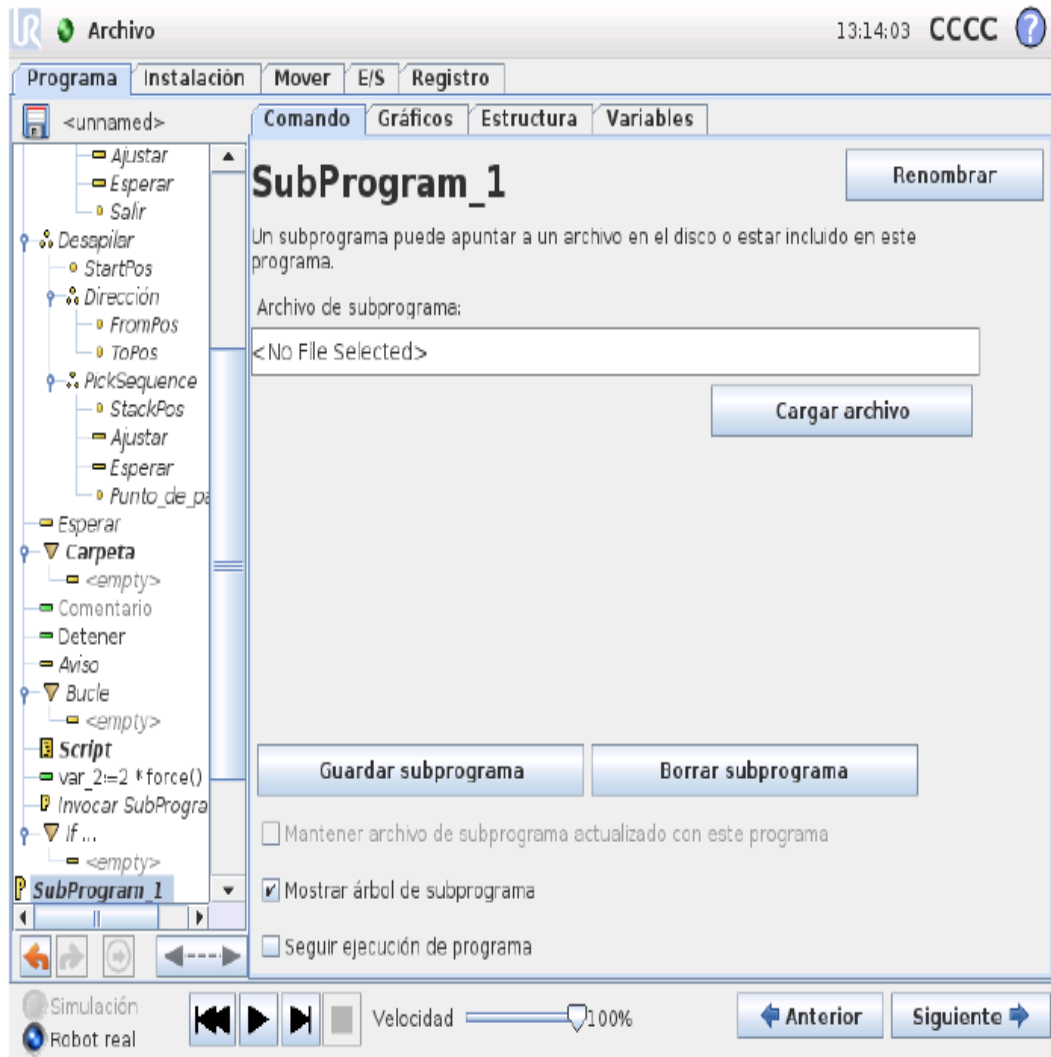


Figura 3.13. Interfaz PolyScope. Subprograma

Para compilar estos subprogramas se usa el comando invocar subprograma. En la figura 3.14 se muestra la interfaz que nos proporciona el software al introducir el comando “invocar\_subprograma”

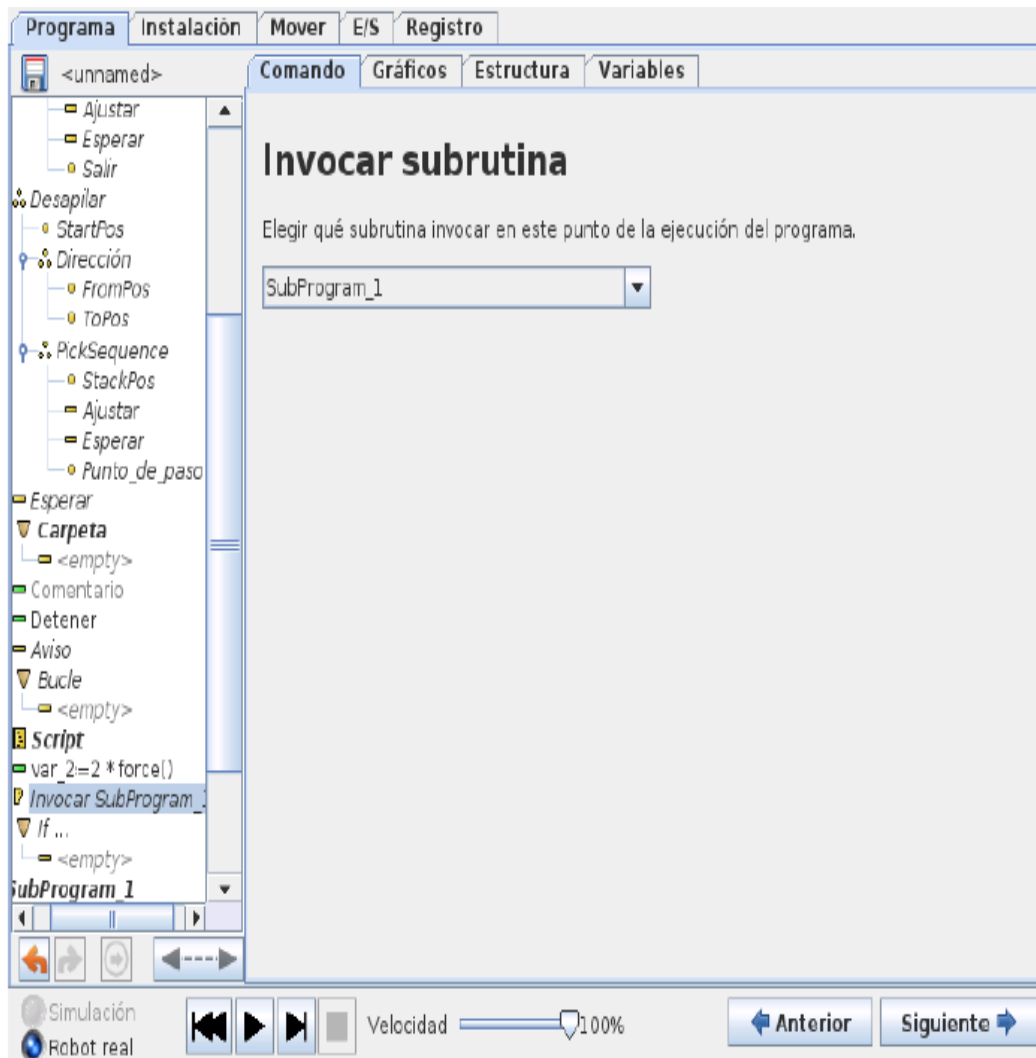


Figura 3.14. Interfaz PolyScope. Invocar subrutina

**COMANDO IF:**

En la figura 3.15 se muestra la interfaz del comando condicional “if”. Con una estructura de control “si... entonces” el robot puede cambiar su comportamiento basándose en valores variables y entradas de sensores. Use el editor de expresiones para describir la condición por la que el robot debe ejecutar los comandos de este if. Si al evaluar la condición, esta resulta True (verdadera), se ejecutarán las líneas incluidas en este If [18].

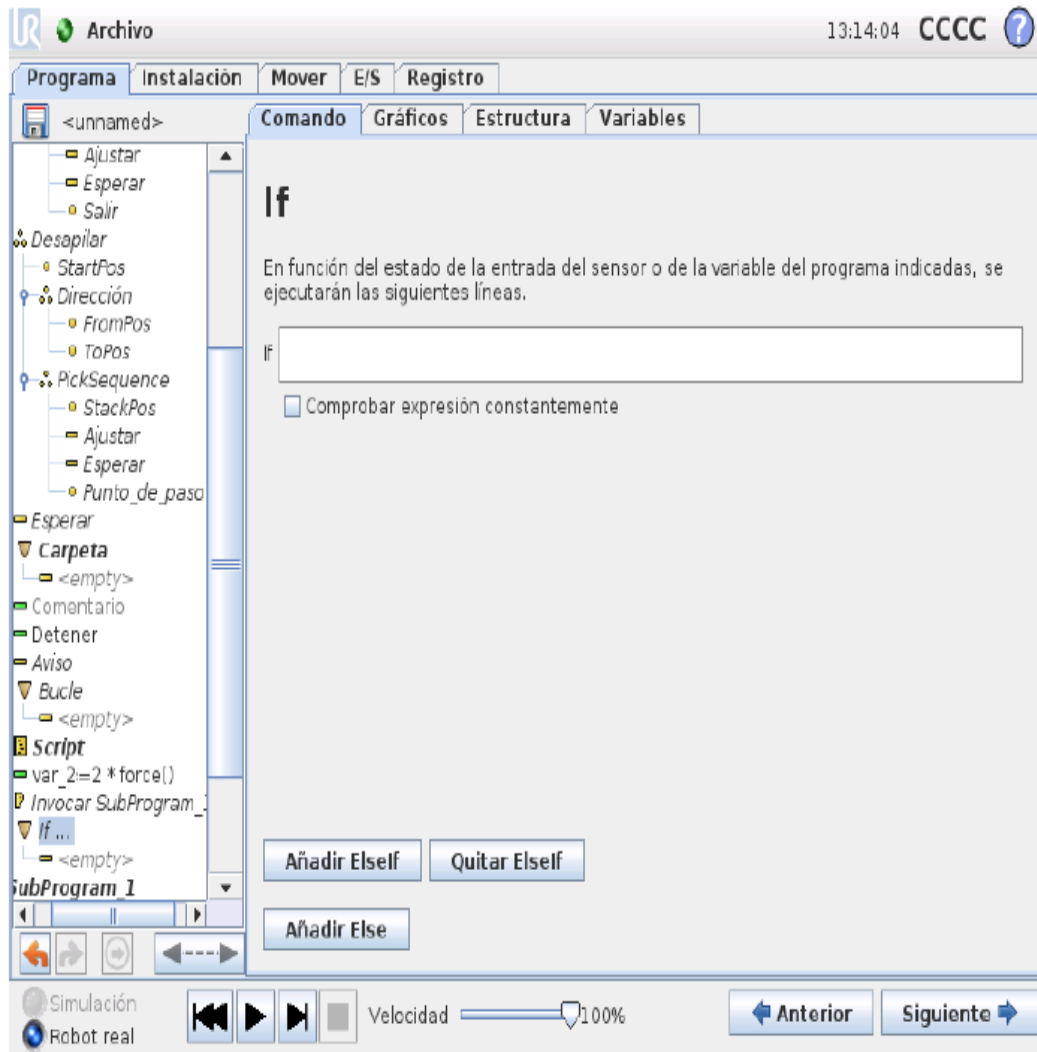


Figura 3.15. Interfaz PolyScope Subrutina IF

### COMANDO BEFORESTART:

Antes de ejecutar el programa debemos asegurar ciertas variables, para ello usamos el comando BeforeStart, el cual se ejecuta antes de que comience la operación. Esto puede usarse para esperar señales de que el sistema está preparado. También puede usarse para asignar valores iniciales a las variables [18].

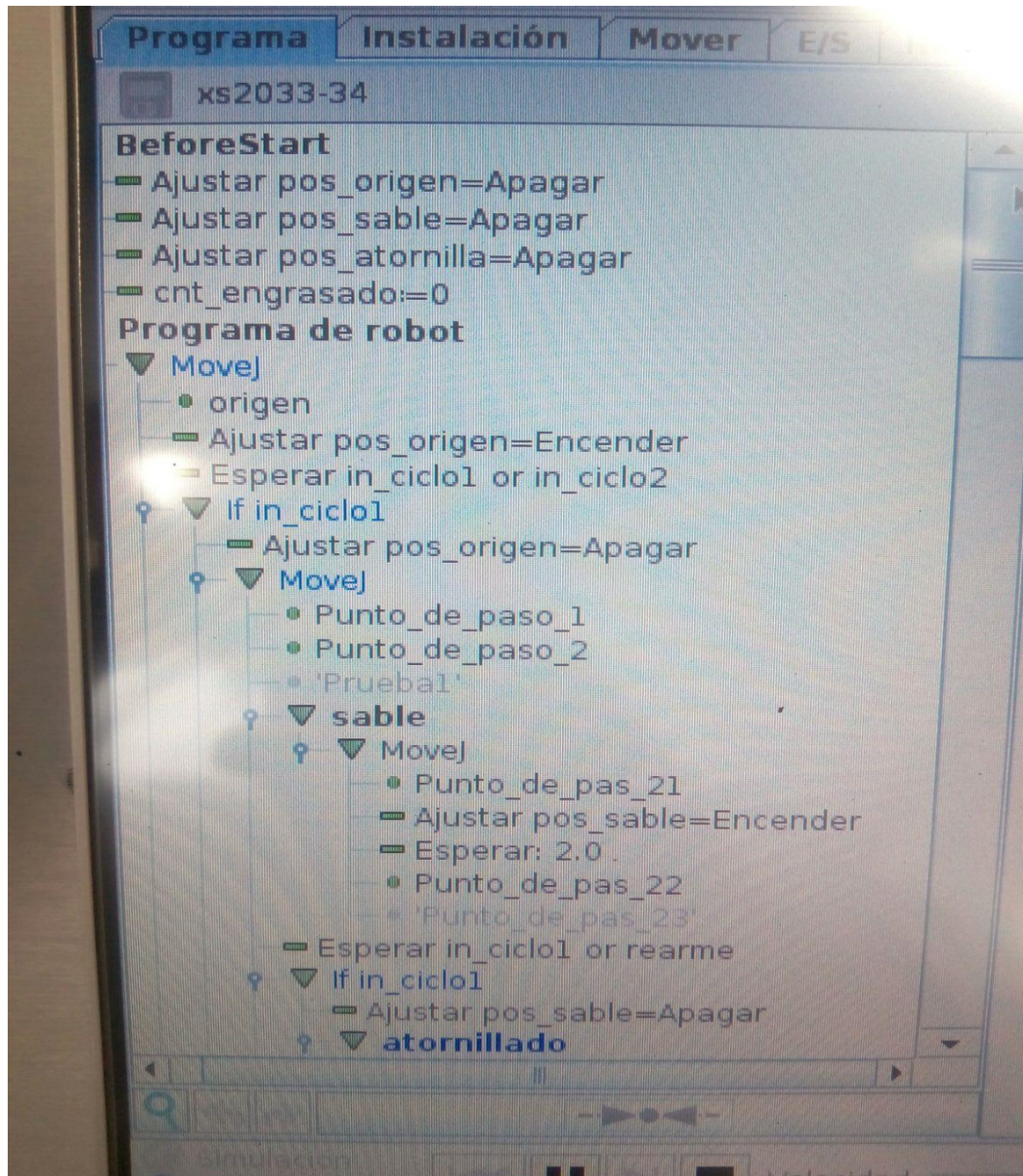


Figura 3.16. Interfaz PolyScope Subrutina BEFORESTART



La figura 3.17 nos muestra un fragmento de un programa de control de roscas mediante atornillador automatizado mediante autómeta programable.

**PROGRAMA CONTROL DE ROSCAS CON DOS UTILLAJES**

```

BeforeStart
  Ajustar posicion_origen= Apagar   "Ponemos las variables de entrada a 0"
  Ajustar pos_atornilla_1= Apagar
Programa del robot
  MoveJ
    Origen
    Ajustar posicion_origen= Encender   "El detector del utillaje detecta pieza y manda señal
al autómeta y este al robot que pone la variable posición_origen=1"
    Esperar inicio_ciclo_1 or inicio_ciclo_2
  If inicio_ciclo_1 "Dependiendo de si detecta la pieza en el utillaje 1 o el 2 invoca un programa u otro"
    Ajustar posicion_origen= Apagar
    Invocar SubP_utillaje1
  If inicio_ciclo_2
    Ajustar posicion_origen= Apagar
    Invocar SubP_utillaje2
  "Tanto el subprograma 1 y el 2 tienen el mismo código, únicamente cambian los puntos de movimiento"
SubP_utillaje2
  MoveJ
    Origen "Es el punto donde comienza y acaba el ciclo de movimiento del brazo robótico"
    Punto_de_paso_6
    Punto_de_pas_13
    Punto_de_paso_9
    Punto_de_pas_11 "Último punto de guiado del brazo antes de comenzar a comprimir el
muelle"
  MoveL
    Punto_de_pas10 "Se comprime el muelle del atornillador"
    'Comienza el ciclo del atornillador' "El atornillador dispone de un muelle en el cabezal ya
que si no es muy difícil igualar la velocidad del movimiento del cobot a la velocidad de roscado del
atornillador"
    Ajustar pos_atornilla_1= Encender "Aquí se activa el ciclo del atornillador, el cual
comprende atornillado y desatornillado de la rosca"
  MoveL
    Punto_de_pas11 "Tras el ciclo de atornillado vuelve a la posición donde el muelle
carecía de presión"
    Esperar inicio_ciclo_2
    'Recibe OK/NOK roscado' "Como dice el comentario aquí llega al autómeta una señal de si
el roscado ha sido bueno o no, entonces dependiendo del resultado se encenderá una baliza luminosa de un
color u otro"
  If inicio_ciclo_2
    Ajustar pos_atornilla_1=Apagar "Tras encender la baliza, la entrada se pone a
cero"
  MoveL "Comienza el movimiento para volver a posición de origen"
    Punto_de_paso_9
    Punto_de_pas_13
    Punto_de_paso_6
    Origen
    Ajustar posición_origen= Encender
  
```

Figura 3.17. Fragmento Programa Control de roscas



## CAPÍTULO 4

### CASO PRÁCTICO DE IMPLANTACIÓN EN LINEA



#### 4.1 CUADERNO DE CARGAS

<b>MODULO ROBOTIZADO COLABORATIVO EVAPO SEAL RACK 3 HVAC CMF1 ASSEMBLY</b>
--

TABLA 4.1. Información del CdC

Cuaderno de carga redactado por: N° tel : N° fax :	DIEGO TABUENCA
Número del documento:	MODULO ROBOTIZADO DE ENSAMBLAJE EVAPO SEAL CMF1
Fecha del CdC General:	25-11-09
Fecha de creación del documento: (fichero en red)	14.07.1997
Fecha de actualización:	21/10/2016

TABLA 4.2. Integrantes del equipo

<b>Nombre</b>	<b>Función</b>	<b>Planta</b>
Yann Riolland	Responsable de Métodos	Martorellas
Hector Gonzalez	Metodista TCC	Zaragoza
Diego Tabuenca	Metodista TCC	Zaragoza

REGISTRO DE RECEPCIÓN DEL DOCUMENTO

TABLA 4.3. Receptor del CdC

Sr. Empresa:	Certifico haber recibido el presente documento y haber destruido las anteriores versiones. Certifico cumplir este cuaderno y el General de Valeo
Fecha :	Firma :
Copia de este formato a ser enviado a:	

GESTION INDICES

TABLA 4.4. Creador del Índice

A	CREACION
	DIEGO TABUENCA ALCUSÓN



## **INDICE**

**4.1.1.-INTRODUCCIÓN**

**4.1.2.-DESCRIPCIÓN GENERAL Y ENTORNO**

**4.1.3.- DESCRIPCION GENERAL PRODUCTO**

**4.1.4.- MARCO DE TRABAJO**

**4.1.4.- ESPECIFICACIONES**

**4.1.6.- DOCUMENTACIÓN NECESARIA PARA EL PROYECTO**

**4.1.7.- PROCESO DE MONTAJE**

**4.1.8.-LAY – OUT**

**4.1.9.- INSTALACIÓN EN VALEO**

**4.1.10.- COMUNICACIÓN, MATERIALES E IDENTIFICACIÓN**

**4.1.11.- CAPABILIDAD**

**4.1.12.- FIABILIDAD**

**4.1.13.- MANTENIMIENTO**

**4.1.14.- SEGURIDAD - CONDICIONES DE TRABAJO**

**4.1.14.- DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR**

**4.1.16.- CONDICIONES GENERALES**

**4.1.17.- GARANTÍA**

#### 4.1.1.-INTRODUCCIÓN

El presente CdC específico tiene por objeto la definición de la integración de un robot automatizado colaborativo para el EVAPO SEAL AUTOMÁTICO/MANUAL de ensamblaje de la plataforma CMF1 en Valeo Zaragoza.

Este CdC es confidencial y su difusión prohibida

El proveedor seleccionado para el proyecto se compromete a respetar además del presente cuaderno de cargas específico:

- El “Cuaderno de Carga General de VALEO Ind. I”
- La lista de material utilizado en Valeo Martorelles. “Lista Recambios FIFA Ind. A”
- El check list de Recepción “CdC General - check list – Ind. D”

En caso de especificaciones contradictorias entre el Cuaderno de Carga General de VALEO y este cuaderno de cargas específico, este último es de respetar. El proveedor está invitado a comentar toda incoherencia potencial entre estos 3 documentos.

Este CdC tiene por objetivo de clarificar nuestra necesidad. Es responsabilidad del proveedor proponer soluciones correspondientes a una utilización práctica y óptima del medio. El proveedor nos orientará sobre la mejor elección, presentándonos las ventajas e inconvenientes de las soluciones que el prevé.

La solución deberá responder a las exigencias de mantenimiento industrial e integrarse perfectamente en nuestro proceso de montaje, sin generar aleas, paros o micro-paros.

Cualquier desviación en la ejecución del medio respecto el presente CdC, en caso de ser detectado por el proveedor deberá ser notificado al responsable del proyecto para su análisis y corrección si fuera necesario y en caso de ser detectada por Valeo, se le notificará al proveedor para su puesta al día sin que ello afecte ni al plazo ni valor del pedido.

La aceptación del proyecto por parte de Valeo, confirma que se acepta la línea de trabajo anunciada por el proveedor, pero no conlleva en ningún caso que las funciones y especificaciones descritas en el CdC no se deban de cumplir.

En el momento de presentar una oferta, se tiene que hacer referencia al nº del CdC que se oferta, considerándose por defecto que la oferta cubre todos los requisitos reflejados en él.

Las definiciones o Abreviaturas:

TABLA 4.5. Abreviaturas

HVAC	HEATER VENTILATION AIR CONDITIONING	SPV:	Sistema de producción VALEO
SEAL	ESPUMA DE SELLADO	CdC:	Cuaderno de Cargas
COBOT	ROBOT COLABORATIVO	PY	POKA-JOKE, sistema anti error ligado al autómatas del puesto
MAN	VERSION MANUAL	AUT	VERSION AUTOMATICO
XFB	PLATAFORMA RENAULT MEGANE	HFE	PLATAFORMA RENAULT KADJAR
CMF1	PLATAFORMA XFB+HFE	GMV	GRUPO MOTOR VENTILADOR

Planning del Proyecto

➤ Retorno oferta proveedor: **07/11/2016**

Las personas de contacto son:

**Métodos** Diego Tabuenca Alcusón ([diego.tabuenca@valeo.com](mailto:diego.tabuenca@valeo.com))

#### 4.1.2.-DESCRIPCIÓN GENERAL Y ENTORNO

##### 4.1.2.1.-Entorno y condiciones

La instalación de este módulo de trabajo se realizará en Valeo Zaragoza en la UAP de climatización.

Esta instalación funcionará 3 turnos, 6 días a la semana, 270 días al año durante 5 años mínimo.

La cadencia del medio será de 1720 piezas por día (a 3 turnos)

El producto a fabricar que se fabrica es el HVAC CMF1.

##### 4.1.2.2.- Referencias y volúmenes

No existen versiones de evaporador. Todas las referencias de producto acabado consumen el mismo tipo de evaporador.

#### 4.1.3.- DESCRIPCION GENERAL PRODUCTO

El producto será provisionado en el rack desde la parte posterior del utillaje, sin que sea necesario el uso de carros auxiliares.

4.1.3.1 Evaporador (ver figura 4.1).

4.1.3.2 Espuma (ver figura 4.2).

En la figura 4.3 se incluye el detalle de montaje junta evaporador sobre evaporador.



Figura 4.1. Evaporador



Figura 4.2. Espuma Evaporador



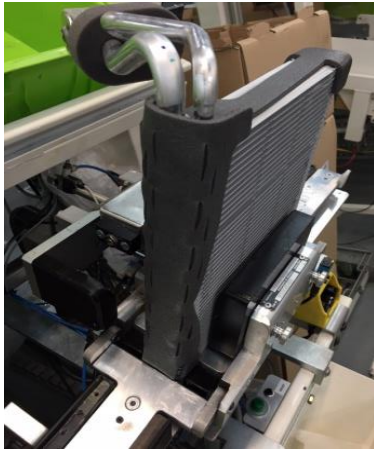


Figura 4.3. Montaje evaporador - junta

#### 4.1.4.- MARCO DE TRABAJO

El trabajo consiste en “integrar un cobot en la línea de ensamblaje HVAC CMF1” para obtener junta del evaporador, retirar papel del adhesivo de la junta, obtener evaporador y situar, finalmente situar junta en evaporador, de tal forma que la cadencia la línea de ensamblaje aumente al reducir el tiempo de fabricación del aparato.

El proveedor seleccionado deberá proporcionar una solución de integración y será de su responsabilidad:

- Integración del cobot en la línea. (El cobot será proporcionado por Valeo al proveedor).
- El desarrollo, fabricación e instalación de todos los elementos necesarios para una correcta integración. Ej: Sujeción cámara, bastidor sujeción del cobot, ...
- La instalación a proporcionar por el proveedor deberá incluir el posicionado de las cajas de juntas hasta el posicionado en línea en un estante/bastidor del producto acabado pasando por el montaje propiamente dicho del evaporador con el cobot.

#### 4.1.5.- ESPECIFICACIONES

Todas las especificaciones descritas en este apartado son de debido cumplimiento y en caso de que el proveedor seleccionado no pueda cumplirlas deben ponerse en contacto con el responsable de Valeo a fin de encontrar una solución.

Si en algún momento entrarán en conflicto alguna especificación general con alguna específica prevalecerá siempre esta última.

##### 4.1.4.1.- Especificaciones Generales

- El proveedor deberá respetar el proceso de trabajo descrito en el apartado 7 de este CdC. Si no se respeta deberá consultar con responsable de Valeo.
- El producto “evaporador” es un producto bastante delicado por lo que la instalación ni sus útiles deben dañar el producto de ninguna manera (ausencia de golpes, rayones, marcas etc)
- La presión de trabajo siempre estará entre 5 y 6 bares.
- Tanto el puesto de carga de cajas de espumas como el puesto de recogida de producto acabado deben ser ergonómicos respetando en todo momento lo descrito en el punto 14.2 de este CdC.
- La instalación completa después de la integración deberá incluir todas las seguridades necesarias según normativa vigente en España y UE.

- La instalación tras la integración del cobot deberá estar provista del marcado CE correspondiente y esto será exclusiva responsabilidad del proveedor.
- El sistema de fijación del cobot a su bastidor debe ser robusto y fiable así como el sistema de la pinza.
- El proveedor debe desarrollar una solución técnica teniendo en cuenta el espacio disponible en línea. Para ello es recomendable visitar la planta. Si no es así, contactar con el representante de Valeo.
- El proveedor diseñará la instalación lo más compacta posible e indicara en la oferta el espacio que ocupara de forma aproximada.
- El armario eléctrico debe de poder trabajar con seguridad entre una horquilla de temperaturas que va desde -10 °C hasta 50 °C.

#### 4.1.4.2.- Especificaciones específicas

- Las funciones/operaciones del cobot serán como mínimo las siguientes:
  - Obtener y situar junta evaporador.
  - Despegar papel adhesivo de junta
  - Obtener y situar evaporador.
  - Pegar junta a evaporador según recorrido indicado en apartado 3.3 del presente CdC.
  - Situar producto acabado en estante accesible a la línea
  - El tiempo técnico de ciclo del Cobot NO debe superar en ningún momento:
    - 35 seg.

Este tiempo se considerará desde que el cobot verifica que hay un hueco libre en el estante de producto acabado hasta que deposita el producto acabado en dicho estante y vuelve a posición de reposo.

- La alimentación de la junta al utillaje estará dentro del tiempo descrito anteriormente.
- El sistema de abastecimiento de juntas a la instalación será realizado por operario a través de cargadores.

- El diseño de estos cargadores entra dentro del desarrollo de la instalación.
- El proveedor será el responsable de definir qué tipo de COBOT (referencia) es necesario (en función de pesos, alcance y otros datos) y se lo comunicará a Valeo para proceder con la compra.
- La aplicación estará gobernada a través de un autómata Siemens S7-1200.
- La comunicación con la línea será a través de puertos ASI. La línea habilitará el puesto cuando la secuencia de ensamblaje lo active y no proseguirá hasta que reciba una señal OK del cobot.
- La instalación gozará de una pantalla táctil HMI lo suficientemente grande para que el responsable pueda rearmarlo, pararlo y seleccionar el tipo de programa a realizar. Además deberá mostrar:
  - Tiempo ciclo último producto acabado.
  - En todo momento debe haber un campo vivo en la pantalla en la que se aprecie en que step de ejecución está el programa.
- La instalación dispondrá de un soporte para la pantalla táctil que proporciona el fabricante del cobot junto con el robot. Este soporte debe ser de fácil acceso y debe de estar situado en un lugar visible.
- El bastidor del cobot debe:
  - disponer de 4 ruedas, dos de ellas giratorias.
  - disponer de 4 patas regulables en altura.
- El acceso a modificación de parámetros de la instalación y del cobot estará protegido bajo acceso con lectura de tarjeta. Esta tarjeta será proporcionada a Valeo con dos niveles:
  - Nivel 1. Acceso de mantenimiento. Movimientos manuales, cambio de parámetros...
  - Nivel 2. Acceso de ingeniería o métodos. Acceso total.
- El proveedor deberá programar la máxima velocidad posible en el robot siempre estando dentro del marco de seguridad establecido por la ley en robots colaborativos.

- El sistema de sujeción de la espuma en la punta del robot debe ser robusto y fiable así como el sistema que el proveedor desarrolle para el correcto desprecintado del papel separador de la espuma.
- El proveedor debe asegurar que el sistema ha retirado el 100% de papel adhesivo en junta.
- La solución propuesta por el proveedor debe considerar la gestión del desperdicio generado por cada producto, esto es, el papel adhesivo de la junta. La aplicación debe disponer de, por ejemplo, un sistema de aspirado que evacúe el desperdicio a una bolsa.

#### **4.1.6.- DOCUMENTACIÓN NECESARIA PARA EL PROYECTO**

La documentación necesaria para realizar este proyecto, a entregar por parte de Valeo es:

1. El presente CdC.
2. Muestras del producto.
3. Archivos CAD en step de las piezas.

En caso de necesidad, el proveedor especificará los documentos, componentes o aparatos que necesite, antes y durante la revisión del proyecto y en función del avance del proyecto.

#### **4.1.7.- PROCESO DE MONTAJE**

A continuación breve descripción del proceso de montaje previsto:

- 0.- Recepción orden de fabricación evaporador.
- 1.- Verificación de hueco libre en caja evaporadores.
- 2.- De posición reposo se mueve a posición recogida junta.
- 3.- Recogida junta.
- 4.- Transporte de junta a útil.
- 4.- Retirada de precinto de junta y reciclado de este.
- 6.- Verificación de correcta retirada de junta.
- 7.- Desplazamiento de cobot a zona evaporadores.
- 8.- Recogida de evaporador.
- 9.- Pegado de junta en evaporador.
- 10.- Coge evaporador acabado y coloca en producto acabado.

TABLA 4.6. Tiempos de Operación

Operation no.	Operation description	Operator	%	Manual estimation
31	OBTENER JUNTA EVAPORADOR Y SITUAR. P0022052	COBOT	100%	20,52
32	OBTENER EVAPORADOR, SITUAR Y FIJAR JUNTA. P0023708	COBOT	100%	11,16

4.1.8.- LAY-OUT

A continuación se incluye una breve descripción del lay-out propuesto (ver figura 4.4).

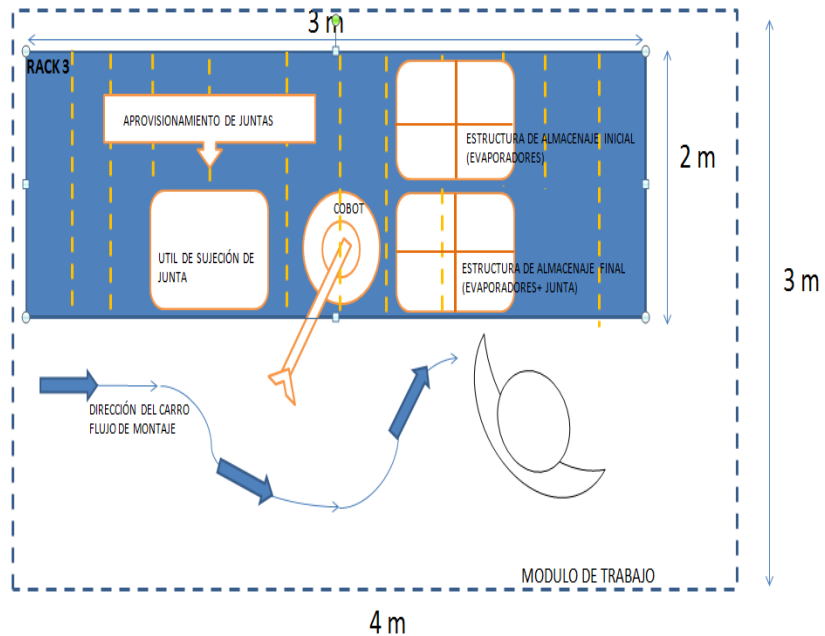


Figura 4.4. Layout de robot colaborativo en línea

4.1.9.- INSTALACIÓN EN VALEO

El proveedor se encargará de la instalación, puesta en marcha así como los ajustes necesarios hasta el correcto funcionamiento del medio.

La instalación se hará en Valeo Zaragoza entre semana en horario laborable.

El proveedor participará en todas las pruebas y validaciones que sean necesarias hasta la aceptación provisional / definitiva del medio.

Prever en la oferta 1 desplazamiento de 2 días

#### **4.1.10.- COMUNICACIÓN, MATERIALES E IDENTIFICACIÓN**

##### **4.1.10.1 COMUNICACIÓN**

El medio deberá disponer de un sistema de comunicación con el operario que permita identificar fácilmente:

Para medios fijos en línea:

PIEZA BUENA → LED VERDE

PIEZA MALA → LED ROJO

CICLO EN CURSO → LED AMARILLO

Para útiles manuales:

PIEZA BUENA/PETICIÓN → LED VERDE

##### **4.1.10.2 IDENTIFICACIÓN**

Los mecanismos de seguridad estarán identificados según normativa vigente.  
El medio deberá disponer de señalización conforme cumple normativa CE  
El medio deberá disponer de placa identificativa acorde a la documentación del medio.

##### **4.1.10.3 ACABADO**

Máquinas: Pintura al horno, colores:

- Blanco RAL 9010,
- Gris RAL 7040,
- Gris claro RAL 7035,
- Gris oscuro RAL 7015,
- Verde Pantone 375c (solamente en logotipo).

Todos los elementos mecánicos con riesgo de corrosión deberán tener tratamiento anticorrosivo ADECUADOS A UNA HUMEDAD AMBIENTAL ELEVADA (Humedad ambiental > 90%)

##### **4.1.10.4 MATERIALES**

A definir por el proveedor

##### **4.1.11.- CAPABILIDAD**

$CmK \geq 2.00$      $CpK \geq 1.67$

#### 4.1.12.- FIABILIDAD

##### 4.1.12.1. Jornada Plena Cadencia

Ningún fallo tolerado durante la prueba

La cadencia del medio será 1720 piezas por día (a 3 turnos).

##### 4.1.12.2. Prueba durante 3 meses

MTBF  $\geq$  8 horas (Media del Tiempo de Buen funcionamiento)

Cada fallo significando MTBF < 8 horas, acción correctiva inmediata por parte del proveedor.

##### 4.1.12.3. Disponibilidad

TRP  $\geq$  90% durante 3 meses. Cada fallo del medio significando < 90%, acción correctiva inmediata por parte del proveedor.

#### 4.1.13.- MANTENIMIENTO

- Todos los elementos de protección mecánica deberán ser articulados o removibles rápidamente.
- El medio debe permitir un acceso rápido a todas las partes para limpieza y operaciones de mantenimiento de 1º nivel.
- Todos los componentes serán fácilmente accesibles, prestando especial atención a los elementos críticos del medio.
- La formación de los técnicos de métodos y de mantenimiento forma parte de la recepción definitiva del medio.
- El proveedor facilitará el soporte técnico necesario para solucionar aquellos fallos no identificados en el plan de mantenimiento del medio.
- El proveedor facilitará una lista de recambios del medio, basándose en la esperanza de vida de los componentes, incluyendo planos de las piezas de desgaste e instrucciones para su sustitución.

Para este tipo de medio se requiere una formación de una jornada durante la recepción definitiva en Valeo. Se tratará de formar a las personas Valeo presentes en:

- El funcionamiento del medio y sus reglajes y ajustes.



- Las acciones de mantenimiento de nivel 2 y 3.

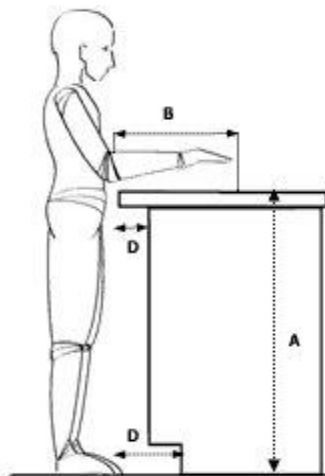
#### 4.1.14.- SEGURIDAD - CONDICIONES DE TRABAJO

##### 4.1.14.1. Seguridad

- El nivel de seguridad será conforme a las normas y reglamentación en vigor.
- La formación de todos los niveles de Valeo es de la responsabilidad del proveedor. Metodista, operarios, líderes, mantenimiento, técnicos de planta y es parte de la seguridad.
- La comprobación de la conformidad del sistema con lo especificado en el presente documento y con las normas en vigor es de la responsabilidad del proveedor.
- Normas CE de seguridad según normativa del 2008.
- Paros de emergencia no pasan por programa de PLC; paran los movimientos dejando ellos sin esfuerzos.

##### 4.1.14.2. Ergonomía

Se ha de respetar las especificaciones de ergonomía siguientes. Cualquier desviación tendrá que ser validada (ver figura 4.5):



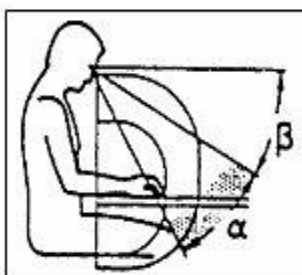
##### Altura de trabajo para tareas normales

(Para trabajos con fuerza o precisión existen otras tablas)

A: Altura de trabajo: de 962 mm a 1152 mm (óptima = 1122mm)

B: Profundidad del plano de trabajo: de 0 a 300 mm

D: Espacio mínimo para los pies: 195 mm (y altura mínima de 226 mm)



##### Ángulos de visión

$\alpha = \square 30^\circ$  campo de visión (movimiento de ojos)

$\beta \square = 30^\circ$  movimiento de cabeza, sin inclinación del cuerpo

Figura 4.5. Ergonomía

$\alpha + \beta = 60^\circ$  campo de visión para el detalle manual

y visual donde está permitido los movimientos de cabeza hacia abajo.

La instalación deberá ser concebida para ser ergonómica durante sus 2 fases de utilización:

- Producción
- Mantenimiento

Los accesos necesarios a la realización de las operaciones durante esas 2 fases deberán ser fáciles: espacio disponible, señalización /identificación de los mandos y de los componentes.

El útil debe estar concebido para que ayude al operario en sus movimientos.

Las operaciones han de ser fáciles, rápidas, y posibles en proceso “ojos cerrados”.

Además, es necesario estar atentos a la concepción y la realización sobre aquellas reglas:

- Útiles de desmontaje y de montaje estándar
- Achaflanar o redondear todas las aristas.

#### **4.1.14.- DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR**

El pago del medio estará condicionado a la correcta entrega de la documentación técnica. Sin documentación el medio se considera incompleto.

> El diseño de la maquina será propiedad de Valeo por lo cual el proveedor entregara todos los ficheros en formato original. Durante la validación del proyecto se necesitará el proyecto en formato STEP

> La documentación requerida es la siguiente (ver Tabla 4.7)

TABLA 4.7. Documentación Requerida para el Proyecto		USB				Copia Papel
		STEP	Autocad	Tif / Pdf	Excel / Word	
<b>1 - UTILIZACIÓN MAQUINA</b>						
1	Consignas de seguridad de la línea				X	X
1	Lista de los mensajes de errores con descripción y modo operativo				X	X
1	Manual de instrucciones: Arranque, Paro, Ciclo normal, Ajustes, Ciclos parciales, Re-inicialización, Calibración,...				X	X
1	Procedimiento de cambio de versión				X	X
1	Parámetros POKA-YOKES y parámetros en general				X	X
<b>2 - MANTENIMIENTO</b>						
2	Gama Nivel 1 : instrucciones de limpieza y controles con fotos o dibujos y periodicidad				X	x
2	Gama Nivel 2 & 3 : Instrucciones detalladas de las operaciones y periodicidad				X	x
2	Lista de recambios y piezas de desgaste indicando duración de vida, nivel de criticidad, referencia o plano, marca, proveedor, precio.				X	x
2	Manual de Causas de Paros y Instrucciones					
2	AMFE medios con Plan de acción y seguimiento					
<b>3 - PLANOS / PROGRAMMA</b>						
3	Lista de planos con Referencias y Descripción				X	X

3 2	Plano de conjunto con dimensiones exteriores, posición de ganchos para desplazamiento, dimensiones principales		X			X
3 3	Planos topográficos por funciones especificando la posición de los detectores, sensores, topes mecánicos,....		X	X		X
3 4	Nomenclaturas Eléctricas, Automatismos, Neumáticas con fabricante, distribuidor, referencia plano				X	X
3 5	Planos eléctricos, automatismo			X		X
3 6	Diagrama neumático					
3 7	Planos mecánicos (con despiece e información técnica para piezas de desgaste)	X	X	X		
3 9	Programas (todos)					X
<b>5 - VALIDACIÓN MAQUINA</b>						
5 1	Estudio de capacidad, R&R (datos y detalle de cálculo)			X		
5 2	Documentos de conformidades a normas y reglamentaciones de cada equipo (CE, Seguridad, medio ambiente)			X		X
5 3	Informes de control, calibración y metrología si necesarios.					
6 1	Periodo de garantía (fecha inicio, material industrial,...)			X		X

En cuanto a la documentación requerida en papel, el proveedor entregará dos copias a Valeo, una de ellas con USB.

#### 4.1.16.- CONDICIONES GENERALES

CdC General, fecha con el formato de recepción.

En vigor, las condiciones generales de compra de VCC, al verso del pedido.

En particular, las cláusulas de garantía.

El proveedor se compromete en intervenir en un plazo de 24h sobre el medio en caso de avería difícil de diagnosticar.

- En el periodo de garantía:

La longevidad de las piezas de desgaste esta conocida e indicada en la documentación técnica.

El proveedor deberá entregar junto con la oferta un planning detallado del trabajo en el que aparezca desglosados los principales hitos de su proyecto.

- Acopio de materiales.
- Horas desarrollo. Especificar número.
- Horas fabricación mecanizados. Especificar número.
- Horas montajes eléctricos. Especificar número.
- Horas montajes mecánicos. Especificar número.
- Horas programación cobot. Especificar número.
- Puesta a punto.
- Pre-aceptación.
- Instalación en Valeo.

##### 4.1.16.1 Planning

AMFE sistema, Recepción Estudio, Recepción provisional, Instalación, Jornada Plena Cadencia, Recepción definitiva (ver procedimiento de lanzamiento de un proceso nuevo).

- Entrega CdC: X
- Vuelta de la oferta para la semana: X+1 SEMANAS
- Fecha Pedido : Y
- Recepción de los estudios : Y + 2 semanas (validación del proyecto y componentes usados)
- Recepción definitiva: Y + 6

#### 4.1.16.2 Recepción PROVISIONAL en el proveedor

Se hará en el proveedor del medio, en presencia de los participantes del proyecto, cuando se declara el medio listo para recepción provisional.

- **El medio se examinará según las prescripciones:**
  - Del presente CdC: Serán verificadas las diferentes funciones definidas en este documento.
  - De las actas de reunión de validación del proyecto y reuniones de seguimiento.
  - Según el check-list de Recepción & Aceptación de medios
- **El medio se examinará con las siguientes pruebas (si aplican):**
  - Funcionamiento de los sistemas mecánicos, eléctricos, neumáticos
  - Desarrollo completo de los ciclos (para cada referencia, mínimo 10 veces sin fallo)
  - Verificación de la integridad y del buen funcionamiento de los sistemas de seguridad
  - Conformidad de todos los modos de funcionamiento
- **Esta recepción puede ser:**
  - "Aceptada": el proveedor está autorizado a entregar el medio en VALEO.
  - "Rechazada": En este caso, el proveedor y VALEO definen una nueva fecha de recepción según el nivel de los puntos no conformes.

#### 4.1.16.3 Recepción definitiva en Valeo

Se hará en Valeo en presencia de los participantes del proyecto

- **El medio se examinara según las prescripciones:**
  - Del presente CdC. Las diferentes funciones serán verificadas como definidas en el análisis funcional.
  - De las síntesis y acciones definidas en el AMDEC medio
  - Examen de los puntos sobresalientes en los resúmenes establecidos, particularmente en el acta de recepción provisional.
  - Según el check-list de Recepción & Aceptación de medios

- Verificación de la existencia y de la conformidad de la integridad de la documentación técnica.
- Funcionamiento de la instalación con todas las referencias y las funciones previstas. Ningún malfuncionamiento deberá ser constatado.
- **El medio se examinara con las siguientes pruebas (si aplican):**
  - Funcionamiento de los sistemas mecánicos, eléctricos, neumáticos.
  - Desarrollo completo de los ciclos (para cada referencia, MTBF 8h)
  - Verificación de la integridad y del buen funcionamiento de los sistemas de seguridad
  - Conformidad de todos los modos de funcionamiento

#### 4.1.17.- GARANTÍA

El proveedor seleccionado entregará junto a la documentación del medio / modificación la información de la garantía indicando:

- fecha inicio garantía
- periodo de garantía del material industrial y el estado cuando el medio / modificación esté implementado
- periodo de garantía de la aplicación en conjunto (diseño, medio,...)
- las condiciones de los diferentes periodos de garantía que pudiera presentar

Ante cualquier incidencia, el proveedor será el encargado de gestionar todas las reclamaciones relacionadas con las garantías.

#### 4.2 PAYBACK DEL PROYECTO

Este retorno del payback es un referente a la hora de tomar decisiones en Valeo. Desde el grupo se exige que el retorno de cualquier inversión en maquinaria nunca sea superior a 2 años. El método de Valeo para calcular el retorno de la inversión es sencillo ya que se basa en la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Coste de inversión}}{\frac{T. de ahorro(s)}{3600} \times \text{Coste}_{operario} \frac{h}{\text{operario}} \times n^{\circ} \text{piezas fabricadas} \times \frac{n^{\circ} \text{días trabajados}}{\text{año}}} \leq 2$$

Pongamos el ejemplo de una empresa con los siguientes datos:

- *Operario: 1ud/hora*

- Jornada: 8h/día durante 5días/semana
- Coste hora: 20€.

Si la empresa posee 2 operarios, la empresa fabrica 16 piezas diarias. ¿Cuál sería el retorno de invertir en una máquina que produzca 8 piezas diarias?

Esta inversión supondría el ahorro de un operario. En 1 año la empresa se habría ahorrado:

1 Operario\*8h/d\*20d/mes\*12mes\*20€/h=38.400€/año de retorno de inversión.

Tras tener una idea de entre qué límites debería oscilar la oferta, se comienza a pedir ofertas a proveedores. Grupo Valeo obliga a realizar ofertas a un mínimo de 3 proveedores para comparar precios y plazos. Tras el retorno de la oferta se debe calcular el payback y aceptar o rechazar la oferta de acuerdo con la Tabla 4.8.

Tabla 4.8. Inversión/Ahorro tiempo Most

CMF1 - SCROLL WALL	Ctd / día		1720									
PAYBACK	20 000 €	30 000 €	40 000 €	50 000 €	60 000 €	70 000 €	80 000 €	90 000 €	100 000 €	110 000 €	120 000 €	
5	1,9	2,9	3,8	4,8	5,7	6,7	7,6	8,6	9,5	10,5	11,4	
10	1,0	1,4	1,9	2,4	2,9	3,3	3,8	4,3	4,8	5,2	5,7	
15	0,6	1,0	1,3	1,6	1,9	2,2	2,5	2,9	3,2	3,5	3,8	
20	0,5	0,7	1,0	1,2	1,4	1,7	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	
25	0,4	0,6	0,8	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	
30	0,3	0,5	0,6	0,8	1,0	1,1	1,3	1,4	1,6	1,7	1,9	

### 4.3 SEGURIDAD

En el caso del robot colaborativo que hemos elegido se trata de un modelo de Universal Robot, cuyos requisitos de seguridad se van a exponer a continuación:

**ISO 10218-1 (SECCIÓN 4.10).** Como se ha comentado en el apartado 4.3, los robots diseñados para trabajar de forma colaborativa deben satisfacer uno o más de los requisitos de los apartados 4.10.2 a 4.10.4 de la norma. Los cobots de UR cumplen con el apartado 4.10.5, Limitación de potencia y fuerza por el diseño inherente o el control.

El cual dice: «La función de limitación de potencia o fuerza del robot debe satisfacer el apartado 4.4. Si se excede el límite de cualquier parámetro, se debe provocar un paro de seguridad. El robot solamente es un componente dentro de un sistema robótico colaborativo y en sí mismo no es suficiente para



un trabajo colaborativo seguro. Las aplicaciones de trabajo colaborativo son dinámicas y deben estar determinadas por la evaluación de riesgos desarrollada en la fase de diseño de la aplicación. La información de uso debe incluir directrices para el ajuste de los valores de las velocidades y las distancias de separación. La Norma ISO 10218-2 se debe utilizar para el diseño de aplicaciones colaborativas. Se proporcionará más información en la Especificación Técnica ISO/TS 15066.»

**ISO 10218-1 (Sección 4.4):** Esta sección ha sido explicada en el apartado 4.3 por lo que aquí se va a comentar que los robots de Universal Robots (UR) cumplen con todo lo expuesto en tal apartado. El sistema de seguridad de todos los robots UR es del tipo PL=d con Categoría 3 para todas las E/S de seguridad.

**Evaluación de riesgos:** La evaluación de riesgos es el proceso general que engloba las fases de análisis y evaluación de los posibles riesgos. Esto supone la identificación de todos los posibles riesgos y su consiguiente reducción a un nivel adecuado (consulte la norma ISO 12100).

**ISO/TS 15066.** Contiene información útil sobre la evaluación de riesgos para la integración de robots colaborativos. También incluye la presentación de un estudio de investigación sobre los umbrales de dolor que los integradores pueden optar por aplicar voluntariamente.

Universal Robots forma parte del comité de la ISO y ha participado activamente en la redacción de la norma ISO/TS 15066.

Respecto a la Directiva de Máquinas 2006/42/CE de la UE toda la información necesaria en la seguridad de los cobots ha sido plasmado en el apartado 4.3.

En resumen:

- La seguridad de la aplicación no depende únicamente del robot, sino que es la aplicación al completo la que garantiza su seguridad
- TODAS las aplicaciones requieren de una evaluación de riesgos adecuada, en el caso de Valeo esta evaluación se subcontrata a una empresa externa.
- Universal Robots cumple con las normas globales de seguridad vigentes para las operaciones de uso colaborativo
- El sistema de seguridad de todos los robots de Universal Robots (UR) ha sido diseñado para cumplir con PL=d, Categoría 3 en Interfaz de seguridad

- La especificación técnica para robots colaborativos (ISO/TS 15066) proporciona orientaciones adicionales para la realización de la evaluación de riesgos

A parte de ello debemos de establecer la documentación necesaria para que el operario pueda realizar acciones sobre el robot en caso necesario. En la tabla 4.9 se muestran una serie de preguntas frecuentes relacionadas con la seguridad.

**PREGUNTAS FRECUENTES:**

Tabla 4.9 Preguntas frecuentes sobre seguridad

Pregunta	Respuesta
¿Es obligatorio que los robots cumplan con la norma ISO 10218-1?	No. Es obligatorio cumplir con la legislación y los reglamentos vigentes en el país o estado en el que se instale el robot. Consulte el capítulo dedicado a la seguridad en el manual de UR para obtener más detalles.
¿Los robots UR cumplen con la norma ISO 10218-1?	No todas las indicaciones de la norma ISO 10218-1 están claras ni son aplicables a los robots colaborativos. En el momento de la redacción de la norma ISO 10218-1, los robots colaborativos eran una tecnología nueva en pleno desarrollo. Algunas de las funciones descritas en la norma ISO 10218-1 hacen referencia a robots de uso no colaborativo, grandes, pesados, peligrosos y cercados. El 15 de febrero de 2016 se publicó una especificación técnica llamada ISO/TS 15066 con aclaraciones sobre las funciones descritas en la norma ISO 10218-1.
¿Es correcto no cumplir completamente con la norma ISO 10218-1?	Una norma debe entenderse como un documento de «prácticas recomendadas». La norma ISO 10218-1 se redactó inicialmente para robots industriales pesados y de gran tamaño. Los robots UR utilizan tecnología de vanguardia, por lo que algunos de estos requisitos podrían no ser aplicables. La tecnología suele ir un paso por delante de las normas, ya que estas definen los que se hace de forma «normal/ estándar». Los robots y las instalaciones robóticas deben cumplir con la legislación y los reglamentos vigentes en el país o estado en el que se instalen.
¿Con qué partes de la norma ISO 10218-1 cumplen los robots UR?	Los robots UR cumplen con los párrafos relacionados con el «Funcionamiento colaborativo» de la sección 4.10.4. Esta norma ha sido armonizada bajo la Directiva de Máquinas y declara específicamente que un robot puede operar como robot de uso colaborativo (es decir, sin barreras de seguridad entre el robot y el operario) si cumple con el artículo 4.10.4. No obstante, la evaluación de riesgos aún debe dictaminar que toda la instalación robótica es segura. El sistema de seguridad de los robots UR cuenta con la certificación de TÜV (asociación alemana de inspecciones técnicas).

<p>¿Qué diferencia hay entre las normas ISO 10218-1 e ISO 10218-2?</p>	<p>La norma ISO 10218-1 es para fabricantes de robots. UR es el fabricante de los robots UR. Los robots en sí mismos se consideran cuasi máquinas, no máquinas completas. La norma ISO 10218-2 es para integradores de sistemas robóticos. La empresa encargada de la instalación de un robot UR en una aplicación concreta es el integrador. UR no actúa como integrador. Un robot instalado e integrado se considera una máquina completa. La norma ANSI/RIA R14.06 es la revisión publicada en EE. UU que incluye ambas normas ISO 10218-1 y -2. CAN/CSA-Z434 es la revisión publicada en Canadá que incluye ambas normas ISO 10218-1 y -2.</p>
<p>¿Qué es la ISO/TS 15066, la especificación técnica relativa a los robots de uso colaborativo?</p>	<p>La ISO/TS 15066 NO es una norma, sino una especificación técnica con orientaciones adicionales relativas a los robots de uso colaborativo que fue publicada el 15 de febrero de 2016. Contiene información útil sobre la evaluación de riesgos para los integradores de robots colaborativos. También incluye la presentación de un estudio de investigación sobre los umbrales de dolor que los integradores pueden optar por aplicar voluntariamente.</p>
<p>¿Qué es la norma ISO 13849?</p>	<p>Es una norma que describe los sistemas relacionados con la seguridad. Esta norma tiene sus orígenes en los sistemas mecánicos y eléctricos. Consta de dos partes:  ISO 13849-1: proporciona requisitos de seguridad y orientaciones sobre los principios para el diseño e integración de las partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad (SRP/CS).  ISO 13849-2: especifica los procedimientos y condiciones a seguir para la validación por análisis y ensayo de las funciones de seguridad especificadas, las categorías obtenidas y el nivel de prestaciones obtenido por las partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad (SRP/CS) diseñadas conforme con la Norma ISO 13849-1.</p>

<p>¿En qué consiste la categoría de parada?</p>	<p>La «categoría de parada» es una clasificación que indica el modo en que se detiene el movimiento del robot de forma segura. Hay tres tipos diferentes:</p> <p>Categoría de parada 0: el movimiento del robot se detiene mediante la interrupción inmediata de la potencia. Se trata de una parada no controlada, con la cual el robot puede desviarse de la trayectoria programada al frenar cada junta lo más rápido posible. Esta parada de protección se utiliza en caso de que se supere un límite de seguridad, o bien cuando se produce un defecto en las partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad.</p> <p>Categoría de parada 1: el movimiento del robot se detiene sin cortar la potencia disponible hasta que se detenga para, a continuación, cortar la potencia. Se trata de una parada controlada, ya que el robot mantiene su trayectoria programada. La potencia se corta una vez el robot se detiene.</p> <p>Categoría de parada 2: una parada controlada que mantiene el suministro de potencia al robot. El sistema de mando relativo a la seguridad supervisa que el robot permanezca en la posición de parada.</p>
<p>¿Qué categoría de parada se utiliza para la parada de emergencia en los robots Universal Robots?</p>	<p>La parada de emergencia de los robots UR ha sido diseñada conforme con la «Categoría de parada 1», lo que significa que se corta el suministro de potencia, pero los motores desaceleran activamente.</p>
<p>¿Qué categoría de parada se utiliza para la parada de protección en los robots Universal Robots?</p>	<p>La parada de protección de los robots UR ha sido diseñada conforme con la «Categoría de parada 2», lo que significa que se trata de una parada controlada en la que los motores continúan recibiendo potencia. Los sistemas de seguridad supervisan la parada.</p>
<p>¿A qué se refiere la «Categoría 3» o «Cat. 3»?</p>	<p>El término «Categoría» no debe confundirse con el concepto «Categoría de parada». «Categoría» hace referencia al tipo de arquitectura que se ha utilizado como base para un determinado «nivel de prestaciones». Una propiedad destacada de la arquitectura de «Categoría 3» es que un único defecto no puede conducir a la pérdida de la función de seguridad. (Consulte la norma ISO 13849-1 para obtener más información).</p>

<p>¿Qué es un «PLd» o «Nivel de prestaciones d»?</p>	<p>El nivel de prestaciones (PL, Performance Level) es un nivel discreto utilizado para especificar la aptitud de las partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad para desempeñar una función de seguridad en condiciones previsibles. PL=d es la segunda mayor clasificación de fiabilidad, lo que significa que la función de seguridad es extremadamente fiable. (Consulte la norma ISO 13849-1 para obtener más información).</p>
<p>¿Qué diferencia hay entre parada de emergencia y parada de protección?</p>	<p>La función de parada de emergencia solo debe utilizarse en situaciones de emergencia. La parada de emergencia suele activarse mediante la pulsación de un botón rojo con un fondo amarillo diseñado especialmente para tal fin. La activación de la parada de emergencia no debería ser algo frecuente ni formar parte de la rutina diaria. La parada de protección sirve para pausar el movimiento del robot de forma segura como parte de los procedimientos y rutinas de protección. La parada de protección suele usarse de forma conjunta con barreras de seguridad, interruptores de puertas, PLC de seguridad, etc. La reanudación tras una parada de seguridad puede ser automática o controlada por un pulsador. Ambas funciones de parada son de tipo PL=d.</p>
<p>¿Qué nivel de seguridad tiene la parada de emergencia en los robots Universal Robots?</p>	<p>La parada de emergencia ha sido diseñada como PL=d con un sistema de seguridad Categoría 3 supervisando la parada de emergencia (definiciones según la norma ISO 13849-1).</p>
<p>¿Qué nivel de seguridad tiene la parada de protección en los robots Universal Robots?</p>	<p>La parada de protección ha sido diseñada como PL=d con un sistema de seguridad de Categoría 3 supervisando la parada de protección (definiciones según la norma ISO 13849-1).</p>

## CONCLUSIONES





El nuevo enfoque tecnológico que está adquiriendo la industria pone de manifiesto que cada día es más palpable la necesidad de automatizar ciertas tareas con el fin de continuar siendo competitivo frente a la competencia.

En este trabajo se ha extrapolado mi experiencia en la implantación de un robot colaborativo en la línea de producción de Valeo Zaragoza, con el objetivo de elaborar una guía que recoja la información necesaria para implantar un robot colaborativo de manera satisfactoria en cualquiera factoría de producción en línea, todo ello cumpliendo con el marco europeo de seguridad, ergonomía y legalidad.

En el caso real de la implantación de un robot colaborativo en la línea de producción de Valeo Zaragoza se ha logrado:

- modificar el layout de la línea sin influir en el espacio de esta, para que fuese posible la implantación del robot.
- asignar diferentes tareas a los operarios y dejar las más difíciles o repetitivas para el robot. Todo ello sin aumentar el tiempo de ciclo, sino que todo lo contrario, mejorando la cadencia.
- un presupuesto cuya inversión puede ser retornada en menos de 3 años.

Desde la visión del operario, se puede pensar que el cobot es el enemigo ya que realiza la tarea más rápido, con mayor precisión y que no cobra un salario. Pero esto no es así, ya que los robots instalados son colaborativos, por lo que sin la ayuda de un humano carecen de cualidades productivas. Este trabajo ha permitido comprobar que el trabajo conjunto hombre-máquina posee beneficios tanto a nivel productivo como a nivel económico en un espacio temporal inferior a 3 años.

Todo esto refleja un trabajo meticuloso que, si no surgen inconvenientes, podrá ser abordado correctamente, creando valor en el seno de la empresa.



## BIBLIOGRAFÍA



-Por orden de aparición-

- (1) Historia de la Robótica Recuperado en Octubre 2016 <<https://roboticstoday.wikispaces.com/Historia+de+la+Rob%C3%B3tica>>
- (2) Historia de la Robótica (2007) Recuperado en Octubre 2016 <<http://robotiica.blogspot.com.es/2007/10/historia-de-la-robotica.html>>
- (3) Espantoso Miranda, V. (2015). "Modelado y simulación del robot PASIBOT. Estudio de la rigidez y mejora en la prevención del vuelco lateral". Proyecto Fin de Carrera. Universidad Carlos III de Madrid. Recuperado en Octubre 2016 <[http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/7792/PFC%20Victor\\_Espantoso\\_Miranda.pdf?sequence=1](http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/7792/PFC%20Victor_Espantoso_Miranda.pdf?sequence=1)>
- (4) Tobe, F (2015). Why Co-Bots Will Be a Huge Innovation and Growth Driver for Robotics Industry. Recuperado en Octubre 2016 <<http://spectrum.ieee.org/autoton/robotics/industrial-robots/collaborative-robots-innovation-growth-driver>>
- (5) Henry, J.R (2015) Los cobots estan dispuestos a trabajar contigo. Recuperado en Octubre 2016 < <http://www.plastico.com/temas/Los-cobots-estan-dispuestos-a-trabajar-contigo+108382>>
- (6) La Robótica Colaborativa crecerá hasta 10 veces en 2020 (2016) Recuperado en Octubre 2016 <<http://www.infoplc.net/actualidad-industrial/item/103305-cobot-mercado-robotica-colaborativa>>
- (7) UR Nuestra Historia (2016) Recuperado en Octubre 2016 <https://www.universal-robots.com/es/sobre-ur/nuestra-historia/>
- (8) Valeo OUR HISTORY (2015) Recuperado en Octubre 2016 <<http://www.valeo.com/en/the-group/our-history.html>>
- (9) Valeo GROUP PROFILE (2015) Recuperado en Octubre 2016 <<http://www.valeo.com/en/the-group/group-profile.html>>
- (10) Valeo se sitúa entre los principales proveedores mundiales de automoción, Recuperado en Octubre 2016 <[http://www.serca.es/es/patrocinadores/valeo/\\_id:9/](http://www.serca.es/es/patrocinadores/valeo/_id:9/)>
- (11) Política 5 ejes Valeo v1.01 (2016) Recuperado en Noviembre 2016
- (12) Valeo OUR VISION (2015) Recuperado en Octubre 2016 <<http://www.valeo.com/en/the-group/our-vision.html>>
- (13) Valeo SALES POLICY (2015) Recuperado en Octubre 2016 <<http://www.valeo.com/en/the-group/customer-and-supplier-relations/sales-policy/>>
- (14) Valeo PURCHASING STRATEGY (2015) Recuperado en Octubre 2016 <<http://www.valeo.com/en/the-group/customer-and-supplier-relations/purchasing-strategy/>>
- (15) Valeo THERMAL SYSTEMS BUSINESS GROUP (2015) Recuperado en Octubre 2016 <<http://www.valeo.com/en/our-activities/thermal-systems/>>
- (16) Conesa Foix, X, Becerra, G. (2010). CÓMO ELABORAR UN CUADERNO DE CARGAS PARA GALGAS, CALIBRES, ÚTILES DE CONTROL DIMENSIONAL Y

PRESENTADORES Recuperado en Noviembre 2016

<[http://www.measurecontrol.com/wp-content/uploads/2010/03/Cuaderno\\_Carga\\_Tecnomatrix.pdf](http://www.measurecontrol.com/wp-content/uploads/2010/03/Cuaderno_Carga_Tecnomatrix.pdf)>

(17) Medidas de seguridad en los robots Industriales (2015) Recuperado en Noviembre 2016 <<http://www.mekkam.com/robotica-industrial/medidas-de-seguridad-en-los-robots-industriales/>>

(18) UNIVERSAL ROBOTS User Manual UR5 Version 3.0 Recuperado en Noviembre 2016 <[https://www.universal-robots.com/media/8704/ur5\\_user\\_manual\\_gb.pdf](https://www.universal-robots.com/media/8704/ur5_user_manual_gb.pdf)>