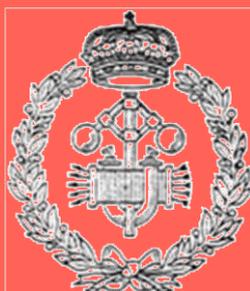


E.T.S. de Ingeniería Industrial,
Informática y de Telecomunicación

Detección y marcaje automáticos de
defectos exteriores de carrocería
pintada en líneas de pulido de Pintura
de VW Navarra

MEMORIA



Grado en Ingeniería
en Tecnologías Industriales

Trabajo Fin de Grado

Leyre Tardío Martos

Rodrigo Luri Irigoyen y Bartosch Laszczok

Pamplona, Junio 2014

AGRADECIMIENTOS

A mis tutores, Bartosch Laszczok (Departamento de Procesos Pintura de Volkswagen Navarra) y Rodrigo Luri (Universidad Pública de Navarra) por su apoyo y aportaciones a este proyecto.

A mis compañeros de GP3, Valentín, Frank, Carolina, Amaya, David, Jesús y Blanca, que me han acogido y me han hecho sentirme como en casa y en especial a Emilio Tejedor que ha dedicado gran parte de su tiempo a orientarme y resolver todas mis dudas.

A mis compañeros/as de clase, que son eso y mucho más, puesto que nuestros proyectos son el final de nuestro camino juntos y es un camino que no podría haber recorrido sola. Hemos sabido enfrentarnos a todos los cambios que conlleva ser la primera promoción del Plan Bolonia y creo que somos un buen referente y mejores ingenieros.

A mis grandes amigas de toda la vida, que cada vez que preguntaban por el proyecto ponían cara de interesadas aunque no entendieran nada de lo que les contaba.

Y por último, a mis padres y mi hermano, que siempre han confiado en mí y me convencen cada día de que puedo hacer todo lo que me proponga.

Este proyecto no sería lo que es sin vosotros. Muchísimas gracias.

RESUMEN

El control y retrabajo de carrocerías tras la aplicación de las lacas es un proceso indispensable de cara a asegurar la calidad de los vehículos que adquieren los clientes. Actualmente en Volkswagen Navarra, la detección de defectos se realiza de forma visual y depende completamente del factor humano. Debido a este hecho, este proceso de suma importancia es variable y poco eficaz y existe el riesgo de que los fallos lleguen al cliente final.

En el presente proyecto se presentan varias alternativas para automatizar el proceso de localización de defectos exteriores y se desarrolla aquella que se considera más adecuada para la fábrica y su situación actual. La descripción de dicha instalación incluye parte técnica, ahorros, valoraciones económicas y análisis de calidad del nuevo proceso.

PALABRAS CLAVE

Análisis, control, defecto, detección, marcaje, pulido, retrabajo, verificación, visión artificial.

ÍNDICE DE LA MEMORIA

AGRADECIMIENTOS	1
RESUMEN	2
PALABRAS CLAVE	2
ÍNDICE DE LA MEMORIA	3
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	8
ÍNDICE DE TABLAS	12
1. INTRODUCCIÓN	14
2. OBJETO	14
3. ALCANCE	14
4. PROPIEDAD-PROYECTISTA	15
5. VOLKSWAGEN NAVARRA S.A.	15
5.1. Información general	15
5.2. Modelos de gestión	17
5.3. Mapa de procesos de VW Navarra S.A.	18
5.4. Área de Pintura	20
5.4.1. Talleres de pintura	20
5.4.2. Proceso productivo	21
Proceso en el taller 2C.....	21
Proceso en los talleres 2A y 2B	23
Proceso en el taller 2 (Antigua nave de pintura).....	26
5.4.3. Procesos Pintura (GP3)	26
6. SITUACIÓN ACTUAL DEL CONTROL DE DEFECTOS Y RETRABAJO DE CARROCERÍA PINTADA	26

6.1. Proceso actual de control y pulido	27
Pasos del proceso	29
6.2. Listado de materiales y herramientas utilizadas en el proceso	34
6.3. Clasificación, análisis, estudio de frecuencia de aparición de defectos y proceso de mejora continua	35
6.4. Diagrama causa-efecto	42
6.5. Diagrama de Pareto	44
6.6. AMFE (Análisis Modal de Fallos y Efectos) de proceso	46
7. ORIGEN DE LA PROPUESTA DE CAMBIO.	56
8. MEMORIA DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA	58
8.1. Premisas	58
8.2. Análisis de propuestas	59
8.2.1. Sistema de detección.....	59
8.2.1.1. Verificar todo el exterior de la carrocería.....	59
8.2.1.2. Verificar parte del exterior de la carrocería.....	60
8.2.2. Sistema de señalización de los defectos	60
8.2.2.1. Mostrar los defectos detectados en una interfaz HMI.....	60
8.2.2.2. Implantar una estación de marcaje de fallos con pasta de pulir.....	61
8.2.3. Ámbito del sistema de detección	61
8.2.3.1. Implantar el sistema de detección para abastecer a ambas naves de pintura	61
8.2.3.2. Implantar el sistema de detección para abastecer a una única nave..	62
8.2.4. Resumen de las opciones.....	63
8.3. Selección final	64

8.4. Resultados finales	68
8.4.1. Sistema de visión artificial.....	68
8.4.2. Parte mecánica de la instalación	70
8.4.2.1. Especificaciones mecánicas de los robots	70
8.4.2.2. Séptimos ejes	77
8.4.2.3. Modificaciones transporte. Conexiones. Mesas	79
8.4.2.4. Sistema de anclaje y posicionamiento de carrocerías	85
8.4.2.5. Sistema de suministro de pasta de pulir.....	87
8.4.2.6. Columnas de limpieza.....	91
8.4.2.7. Acometidas generales aire.....	92
8.4.3. Parte eléctrica y red de comunicaciones de la instalación.....	95
8.4.3.1. Acometida eléctrica.....	95
8.4.3.2. Iluminación.....	95
8.4.3.3. Red de comunicaciones.....	96
8.4.4. Protecciones y medidas de seguridad	105
8.4.4.1. Protecciones de las estaciones.....	105
8.4.4.2. Protecciones del transporte.....	113
8.4.5. Nuevas líneas de pulido.....	116
8.4.5.1. Línea rápida	117
8.4.5.2. Línea de apoyo	118
8.4.5.3. Comparativa.....	119
8.4.6. Estrategia de emergencia	119
8.4.7. Proveedores de la instalación	119
8.4.8. Amortización de la inversión	120

8.4.8.1.	Coste total de la instalación	120
8.4.8.2.	Ahorros de personal.....	122
8.4.8.3.	Costes de MOD por hora y anuales	122
8.4.8.4.	Producción anual	122
8.4.8.5.	Cálculos	122
8.4.9.	Límites del sistema de detección de la instalación (datos de proveedor).....	125
8.4.9.1.	Nivel de detección por tipo de defecto.....	125
8.4.9.2.	Clasificación de los defectos según tamaño y zona	128
8.4.9.3.	Valores característicos de la instalación.....	129
8.4.10.	AMFE del nuevo proceso	130
9.	PLANIFICACIÓN.....	139
9.1.	Etapas.....	139
9.2.	Plan de fechas	141
10.	DEFINICIONES Y ABREVIATURAS	142
11.	NORMAS Y REFERENCIAS.....	148
11.1.	Disposiciones legales y normas aplicadas.....	148
11.2.	Referencias.....	149
11.3.	Bibliografía completa.....	150
12.	CONCLUSIONES.....	151
13.	ANEXOS	152
	Anexo 1: Informe de proceso de pintura.....	153
	Anexo 2: Informe de defectos de FISEQS (2 Archivos).....	159

Anexo 3: Estudio completo de frecuencia de aparición de defectos en líneas de pulido durante una semana	176
Anexo 4: Hoja de características del robot M710iC 70 de FANUC.....	190
Anexo 5: Hoja de características del robot M710iC 20L de FANUC.....	194

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Mapa de procesos VW Navarra [2]	19
Ilustración 2 - Plano general de fábrica [2]	20
Ilustración 3 – Diagrama de flujo de proceso productivo naves de pintura [3]	21
Ilustración 4 – Diagrama de proceso de TTS [3]	22
Ilustración 5 – Diagrama de proceso de KTL [3]	23
Ilustración 6 - Cabina de aplicación de lacas	25
Ilustración 7 - Fotografía línea de pulido	27
Ilustración 8 - Plano de la línea de pulido.....	28
Ilustración 9 - Distribución de operarios de líneas de pulido.....	28
Ilustración 10 - Diagrama de flujo proceso línea de pulido	29
Ilustración 11 - Fotografía de un defecto detectado	29
Ilustración 12 - Fotografías de lijas margarita, lijadora, y proceso de lijado.....	30
Ilustración 13 - Fotografía de impregnación de disco de espuma con pasta de pulir... 30	
Ilustración 14 - Fotografía de la aplicación de pasta de pulir a la zona lijada	31
Ilustración 15 - Fotografía de pulido de carrocería	31
Ilustración 16 - Fotografía de limpieza de carrocería	31
Ilustración 17 - Fotografía de pulido con pulidora excéntrica y pulidora circular	32
Ilustración 18 - Diagrama de flujo de direccionamiento de carrocería en función de cartilla de sellado [2]	33
Ilustración 19 - Diagrama de barras "Fallos por coche y por tipo de fallo"	39
Ilustración 20 - Diagrama de flujo proceso de mejora continua	41
Ilustración 21 - Diagrama causa-efecto básico.....	42
Ilustración 22 - Diagrama causa-efecto completo	43
Ilustración 23 - Diagrama de Pareto.....	46
Ilustración 24 - Diagrama función exponencial del coste de defectos [5].....	57
Ilustración 25 - Diagrama de flujo nuevo proceso de control y retrabajo	58
Ilustración 26 - Imagen carrocería y robots de detección	59

Ilustración 27 - Lay-out para la instalación de las nuevas estaciones en ambas naves (N2A y N2B)	62
Ilustración 28 - Lay-out para la instalación de las nuevas estaciones en una sola nave (N2B)	63
Ilustración 29 - Comparativa de ventajas y desventajas de alternativas.....	64
Ilustración 30 - Zonas de penalización de carrocerías en auditoria de calidad.....	65
Ilustración 31 - Imagen de la zona a detectar por la estación (verde)	66
Ilustración 32 – Esquema selección final por reducción de la inversión	67
Ilustración 33 - Esquema selección final por reducción de tiempo tacto.....	67
Ilustración 34 - Reflectividad superficie especular y difusa [6].....	68
Ilustración 35 - Sistema de visión por deflectometría de medición de fase [6].....	69
Ilustración 36 - Diagrama de flujo sistema REFLECTControl	69
Ilustración 37 - Catálogo robots FANUC	71
Ilustración 38 - Fotografía robot M-710iC 70.....	71
Ilustración 39 - Plano dimensiones y volumen de trabajo M710iC 70.....	72
Ilustración 40 - Plano alcance de los robots de detección I	73
Ilustración 41 - Plano alcance de los robots de detección II	73
Ilustración 42 - Catálogo robots FANUC	74
Ilustración 43 - Plano dimensiones y volumen de trabajo M710iC 20L.....	75
Ilustración 44 - Plano alcance de los robots de marcaje I	76
Ilustración 45 - Plano alcance de los robots de marcaje II	76
Ilustración 46 - Plano robots de detección con séptimos ejes	77
Ilustración 47 - Plano robots de marcaje con séptimos ejes.....	78
Ilustración 48 - Fotografía robot M710iC 70 sobre séptimo eje	78
Ilustración 49 - Plano de ubicación de la nueva instalación	79
Ilustración 50 - Fotografía emplazamiento instalación.....	80
Ilustración 51 - Plano emplazamiento instalación: conductos de ventilación y límite de mesas.....	80
Ilustración 52 - Fotografía carro transportador	82

Ilustración 53 - Fotografía mesa transferidora.....	83
Ilustración 54 - Plano sustitución mesa transferidora	84
Ilustración 55 – Transporte nueva instalación	84
Ilustración 56 – Fotografía del sistema de anclaje y posicionamiento de carrocerías..	86
Ilustración 57 - Perfil de velocidades flujo laminar.....	87
Ilustración 58 - Circuito de suministro de pasta de pulir	88
Ilustración 59 - Fotografía sistema limpieza de boquillas	92
Ilustración 60 - Esquema acometida de aire comprimido	94
Ilustración 61 - Esquema componentes nuevo ramal de aire comprimido.....	94
Ilustración 62 - Esquema red de comunicaciones industriales nave N2B.....	97
Ilustración 63 - Catálogo de SIEMENS	98
Ilustración 64 - Fotografía armario y consola del robot de FANUC.....	100
Ilustración 65 - Fotografía pupitre de visualización y control	101
Ilustración 66 - Fotografías de pantallas de la estación de aplicación de cera fría	102
Ilustración 67 - Esquema limitación de eje 1 del robot a 90º	106
Ilustración 68 - Esquema limitación de eje 2 del robot a 135º	107
Ilustración 69 - Esquema limitación de eje 1 de robot a 180º	107
Ilustración 70 - Esquema limitación de eje 2 a 135º	108
Ilustración 71 - Plano alzado instalación: distribución de la celda	109
Ilustración 72 - Plano alzado estación detección: distancia a cerramiento	110
Ilustración 73 - Dibujo ESPE	112
Ilustración 74 - Fotografía cerramiento mesa transferidora	114
Ilustración 75 - Imagen cartel seguridad	114
Ilustración 76 - Área con riesgo de atropello	115
Ilustración 77 - Esquema situación operarios en línea de pulido actual	118
Ilustración 78 - Esquema situación operarios en línea de pulido rápida	118
Ilustración 79 - Fotografías de defectos en carrocerías detectados por el sistema REFLECTControl.....	128

Ilustración 80 - Situación de las zonas definidas por proveedor en la carrocería	129
Ilustración 81 - Ubicación cabinas Spot Repair	143
Ilustración 82 - Proceso de cataforesis	144
Ilustración 83 - Vistas Polo.....	145
Ilustración 84 - Vistas RoDip.....	146
Ilustración 85 – Dibujo eje RoDip.....	147
Ilustración 86 - Dibujo skid.....	147

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Clasificación de defectos	35
Tabla 2 - Listado de defectos, tipo y origen de los mismos	38
Tabla 3 - Resumen estudio de frecuencia de aparición de defectos	39
Tabla 4 - Listado de defectos y su principal causa (5M's)	45
Tabla 5 - Resumen de la cantidad de defectos asociados a cada una de las 5M's	45
Tabla 6 – Evaluación de la probabilidad de Ocurrencia de fallo “O”	48
Tabla 7 - Evaluación de la Gravedad de fallo "G"	48
Tabla 8 - Evaluación de la Probabilidad de Detección de fallo "D"	48
Tabla 9 - Ocurrencia real de los defectos y asignación de índice de ocurrencia	49
Tabla 10 - Asignación de índice de Ocurrencia por número de defectos y porcentaje de carrocerías con fallo.....	49
Tabla 11 - AMFE del proceso de control y retrabajo de carrocerías.....	55
Tabla 12 - Zonas de la carrocería con mayor porcentaje de defectos	66
Tabla 13 - Cálculo de distancias hasta cerramientos de seguridad para instalación de detección	110
Tabla 14 - Cálculo de distancias hasta cerramientos de seguridad para instalación de marcaje.....	110
Tabla 15 - Cálculo de cerramientos UNE- EN ISO 13857	111
Tabla 16 - Redistribución zonas y tareas de la línea rápida respecto a la actual.....	117
Tabla 17 - Línea de apoyo N2B	118
Tabla 18- Comparativa líneas actuales de pulido frente a nuevas líneas	119
Tabla 19 - Presupuesto instalación	121
Tabla 20 – Amortización anual (cálculo financiero)	123
Tabla 21 - Amortización mensual (cálculo financiero)	124
Tabla 22 - Nivel de detección de cada tipo de defecto proporcionado por el sistema REFLECTControl.....	127
Tabla 23 - Clasificación de los defectos según diámetro y zona	129

Tabla 24 - Evaluación de la Probabilidad de detección de fallo para AMFE del nuevo proceso.....	130
Tabla 25 - Asignación de nuevo índice de detección a cada tipo de defecto.....	131
Tabla 26 - AMFE del nuevo proceso de control y retrabajo de carrocerías	138
Tabla 27 - Comparativa del Número de Prioridad de Riesgo	139
Tabla 28 - Plan de fechas	142

1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto, titulado “Detección y marcaje automáticos de defectos exteriores de carrocería pintada en líneas de pulido de Pintura de VW Navarra” es la culminación de los estudios de grado en ingeniería en tecnologías industriales impartidos por la Universidad Pública de Navarra.

Ha sido realizado en la fábrica Volkswagen Navarra S.A. gracias al plan de prácticas curriculares que ofrece la Universidad Pública de Navarra para los alumnos de último curso como primer acercamiento al mundo laboral. Concretamente la beca se ha llevado a cabo en el departamento de planificación de procesos del área de pintura GP3.

Una fábrica automovilística es el entorno perfecto para poner en práctica todos los conceptos de ingeniería adquiridos durante los estudios, conocer de primera mano todos los procesos de fabricación y la tecnología asociada a los mismos y desarrollar un proyecto en este ámbito.

2. OBJETO

El presente proyecto tiene como objetivo la planificación de todos los aspectos necesarios para la integración de una estación de detección automática de defectos exteriores en carrocerías pintadas en la nave 2B de Volkswagen Navarra S.A. Esta instalación ha de sustituir al proceso de control actual, que es realizado de forma visual por operarios de la línea, con la finalidad de reducir el tiempo de inspección de la superficie de la carrocería y aumentar la tasa de detección.

También concierne a este proyecto la planificación de una segunda estación automática que asista al sistema de detección realizando el marcaje de los defectos sobre la propia carrocería, la redefinición del proceso de retrabajo de defectos detectados y marcados en las líneas de pulido posteriores, el análisis de la mejora y los ahorros del proceso.

3. ALCANCE

El presente proyecto abarca la planificación, la descripción de las estaciones de control y marcaje y su situación en la línea, las especificaciones técnicas, la

redefinición del proceso actual de retrabajo de las líneas de pulido, el cálculo de ahorro personal y amortización de la inversión y el análisis de la mejora de la calidad del proceso.

Quedan fuera del alcance del proyecto la programación de los algoritmos de control del sistema y la descripción del funcionamiento interno del mismo.

4. PROPIEDAD-PROYECTISTA

La empresa Volkswagen Navarra S.A. realiza el encargo del presente proyecto a Leyre Tardío Martos, alumna de cuarto curso del grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales con mención en electrónica, durante el tiempo de realización de sus prácticas curriculares en el área de Procesos Pintura de la planta.

5. VOLKSWAGEN NAVARRA S.A.

5.1. Información general

Volkswagen Navarra es una de las 61 plantas de producción del grupo Volkswagen y la fábrica líder del Polo A05, Polo de quinta generación. Se halla integrada en el Consorcio VW, el cual está formado actualmente por las marcas Audi, Volkswagen, SEAT, Skoda, Bugatti, Bentley, Lamborghini, Porsche, Ducati, Man, Scania y Volkswagen Nutzfahrzeuge.

Volkswagen Navarra cuenta con 4491 trabajadores internos (a 31/12/12) e indirectamente emplea a 1310 trabajadores para proveedores dentro del recinto Volkswagen Navarra, 1919 empleados a cargo de proveedores dentro del parque de proveedores y 763 personas trabajando para suministradores del resto de Navarra. Estas cifras sitúan a la empresa actualmente como el mayor empleador navarro. La producción actual es de 1408 coches diarios pudiendo aumentar esta cifra hasta 1550 coches/día trabajando fines de semana y con métodos de trabajo como el desplazamiento de pausa.

Situada en el polígono de Landaben, dentro del término municipal de Arazuri, en el extremo Oeste de Pamplona, se compone de las siguientes naves:

- **N1A-PRENSAS:** En dicha nave se realiza la estampación de las piezas de carrocería mediante una línea de prensas y dos prensas individuales y actualmente se producen 34.000 piezas/día.
- **N1-CHAPISTERIA:** En el Taller de Chapistería tiene lugar la unión de las diferentes piezas de chapa procedentes de Prensas y otros proveedores externos para conformar la carrocería del coche. El Taller 1 se dedica a la construcción de la carrocería sin elementos móviles y consta a su vez de dos fábricas con una capacidad de producción de 775 carrocerías diarias cada una.
- **N1B-ELEMENTOS MÓVILES:** Sección dependiente de chapistería. Se ensamblan en dos líneas continuas los distintos elementos móviles que se colocan en la carrocería: puertas posteriores (izquierda y derecha), puertas anteriores (izquierda y derecha), portones y capós.
- **N2C-TTS/KTL:** En esta nave la carrocería recibe tratamientos que la protegen y hacen resistente a las agresiones externas y a la corrosión, con los que se facilita, además, la adherencia posterior de la pintura.
- **N2AB-PINTURA:** En este doble taller se aplican masillas de sellado, el PVC, el color y el barniz. La capacidad productiva de Pintura es de 1.500 carrocerías/día
- **N2-PINTURA:** Se trata de la antigua nave de pintura de la fábrica que ha sido relegada a la colocación del estabilizador de techo (DVD), la aplicación de cera fría y caliente para la protección de huecos y la secuenciación de los coches para montaje.
- **N4-MOTORES:** La nave de motores se estructura fundamentalmente en tres áreas: la línea de montaje motor y los bancos de rodaje, la zona de montaje del conjunto motopropulsor (Triebwek) y conjunto mecánico (Triebsatz) y por último, las líneas de guarnecido de puertas.

La línea de montaje motor tiene una longitud de 160 m. y su capacidad de producción es de 1.650 motores diarios repartidos en tres turnos.

La línea de montaje del conjunto mecánico o Triebsatz suministra al taller de montaje el conjunto mecánico delantero del vehículo con una capacidad de producción de 1550 Triebsatz/día, y una longitud aproximada de 200 m.

La línea de puertas principal tiene una longitud de 120 m. y su capacidad de producción es de 1.250 conjuntos (puertas izquierda y derecha) por día. En ella se montan los cristales, burletes (marco cicundante de goma), espejos exteriores, instalación eléctrica, altavoces, insonorizantes, paneles, tiradores, manillas etc...

La segunda línea de puertas mide alrededor de 90 m., y tiene una capacidad de producción de 420 conjuntos.

- **N3-MONTAJE:** En el Taller de Montaje se completa el vehículo, añadiendo a la carrocería ya pintada los componentes exteriores e interiores elegidos por el cliente. En esta nave se une la carrocería y el conjunto mecánico del vehículo proveniente del taller de motores. Este momento se conoce como la "boda".
- **N3A-REVISIÓN FINAL:** Verificar el correcto funcionamiento de los elementos eléctricos y mecánicos, detectar posibles ruidos y entradas de agua o retocar las posibles anomalías son, entre otros, los cometidos del Taller de Revisión Final. Tiene una capacidad para probar 1.550 coches diarios en tres turnos.
- **N5-LOGÍSTICA:** Este área abarca todas las actividades necesarias para asegurar la disponibilidad del material en tiempo y forma, comenzando por la planificación de la cadena logística, la coordinación de las compras, la gestión de órdenes de producción, así como el posterior aprovisionamiento y transporte del material a fábrica. También se encarga de la gestión del material recibido hasta su suministro a la línea y de la expedición de los vehículos terminados a su destino correspondiente.
- **NAVE LIGERA:** Se trata de una nave utilizada principalmente para el almacenaje.

5.2. Modelos de gestión

Volkswagen Navarra es un referente en calidad, flexibilidad y productividad gracias a la aplicación de los siguientes sistemas de organización de la producción:

- **JIT (Just in time):** «Producir los elementos que se necesitan, en las cantidades que se necesitan, en el momento en que se necesitan».

Se trata de un modelo de gestión basado en una política de mantenimiento de inventarios al mínimo nivel posible donde los proveedores

entregan justo lo necesario en el momento necesario para completar el proceso productivo. Esto permite la reducción de costes derivados de la gestión y almacenaje.

Es imprescindible una buena organización que evite suspensiones y retrasos.

- **Lean production:** modelo de gestión enfocado a la creación de flujo para poder entregar el máximo valor para los clientes, utilizando para ello los mínimos recursos necesarios.

Se tratan de reducir los stocks, los tiempos pasivos, el transporte, el inventario, los movimientos, los despilfarros... reduciendo así el tiempo de producción y el coste y mejorando la calidad.

Los pilares de este modelo de gestión son:

- Búsqueda de cero defectos
- Minimización del despilfarro
- Mejora continua
- Procesos pull (producción bajo encargo del cliente, eliminación de stocks)
- Flexibilidad (posibilidad aplicar inmediatamente y sin pérdidas cambios en la producción ya que no hay stockajes ni almacenaje de material antiguo)
- Fidelización y relación a largo plazo con los proveedores.

Muchas de estas bases del modelo lean production serán mencionadas y tratadas más adelante en el presente proyecto

5.3. Mapa de procesos de VW Navarra S.A.

Un mapa de procesos es la representación gráfica de la estructura de los procesos que conforman el sistema de gestión. Es la forma más representativa de reflejar los procesos identificados y sus interrelaciones. Para realizar el mapa de procesos se clasifican los procesos según algún criterio predeterminado. La clasificación o tipología más utilizada distingue tres tipos de procesos:

- **Procesos estratégicos:** son los que están vinculados al ámbito de las responsabilidades de la dirección y más a largo plazo (procesos de planificación y otros ligados a factores estratégicos).

- **Procesos operativos o clave:** son los ligados directamente con la realización del producto o prestación del servicio (procesos de "línea"). Los resultados de estos procesos están orientados directamente al cliente.
- **Procesos de apoyo:** aquellos que dan soporte a los procesos operativos. [1]

A continuación se muestra el mapa de procesos general de Volkswagen Navarra mediante el cual se identifican y se secuencian a grandes rasgos las actividades de la fábrica:

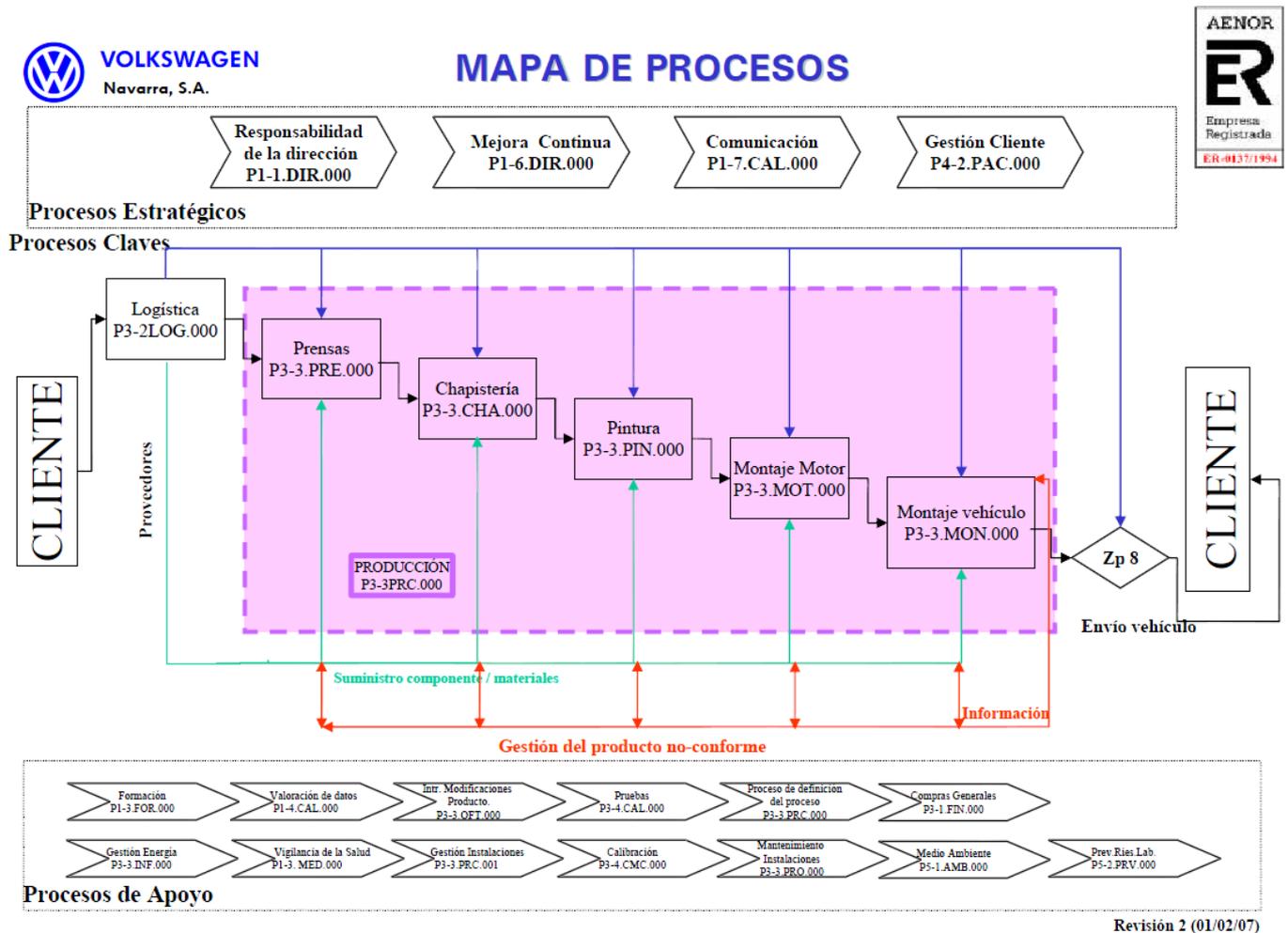


Ilustración 1 - Mapa de procesos VW Navarra [2]

El proceso que concierne al presente proyecto es el de pintura cuyo procedimiento se especifica en el documento P3-3.PIN.000 que se adjunta al final de la presente memoria a modo de Anexo.

5.4. Área de Pintura

5.4.1. Talleres de pintura

Como ya se ha mencionado en apartados anteriores, el área de pintura se compone de los talleres N2, N2A, N2B y N2C que se muestran en el siguiente lay-out general de fábrica:

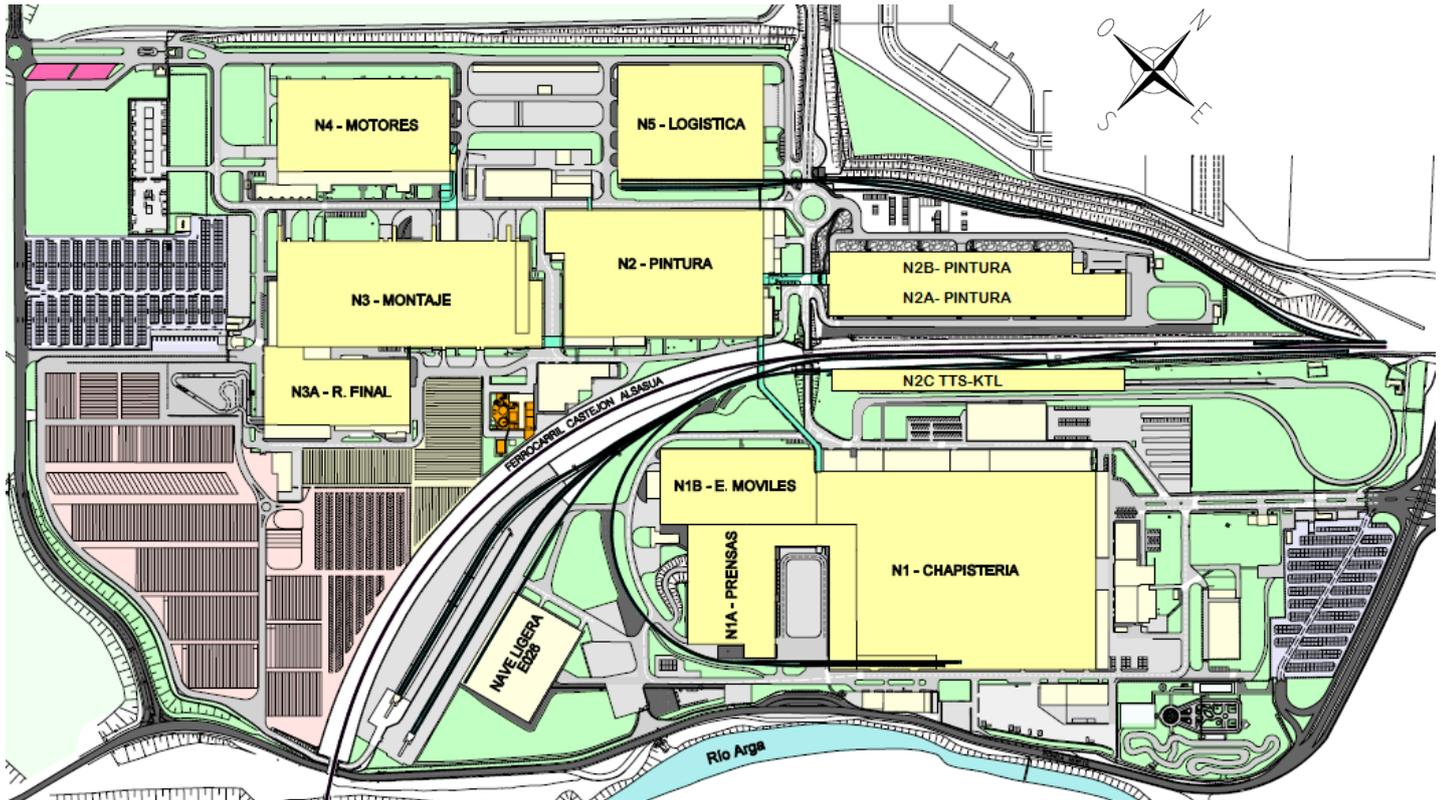


Ilustración 2 - Plano general de fábrica [2]

El taller 2, construido en 1981, ocupa una superficie de 36.300m², los talleres 2A y 2B, inaugurados respectivamente en los años 2000 y 2006, constan de cuatro alturas (+0'00m, +6'00m, +11'4m, +16'6m) con una superficie total de 86.832m² y el taller 2C, inaugurado en 2013, consta de dos niveles principales de edificio (+0'00 y +15'5m) y tres niveles de instalación (+4'8m, +7'8m, +20'55m) y ocupa una superficie en planta de 7776m².

5.4.2. Proceso productivo

De forma muy clara y esquemática se puede representar la línea de pintado de carrocerías mediante el siguiente esquema:

Cadena de procesos en un taller de pintura

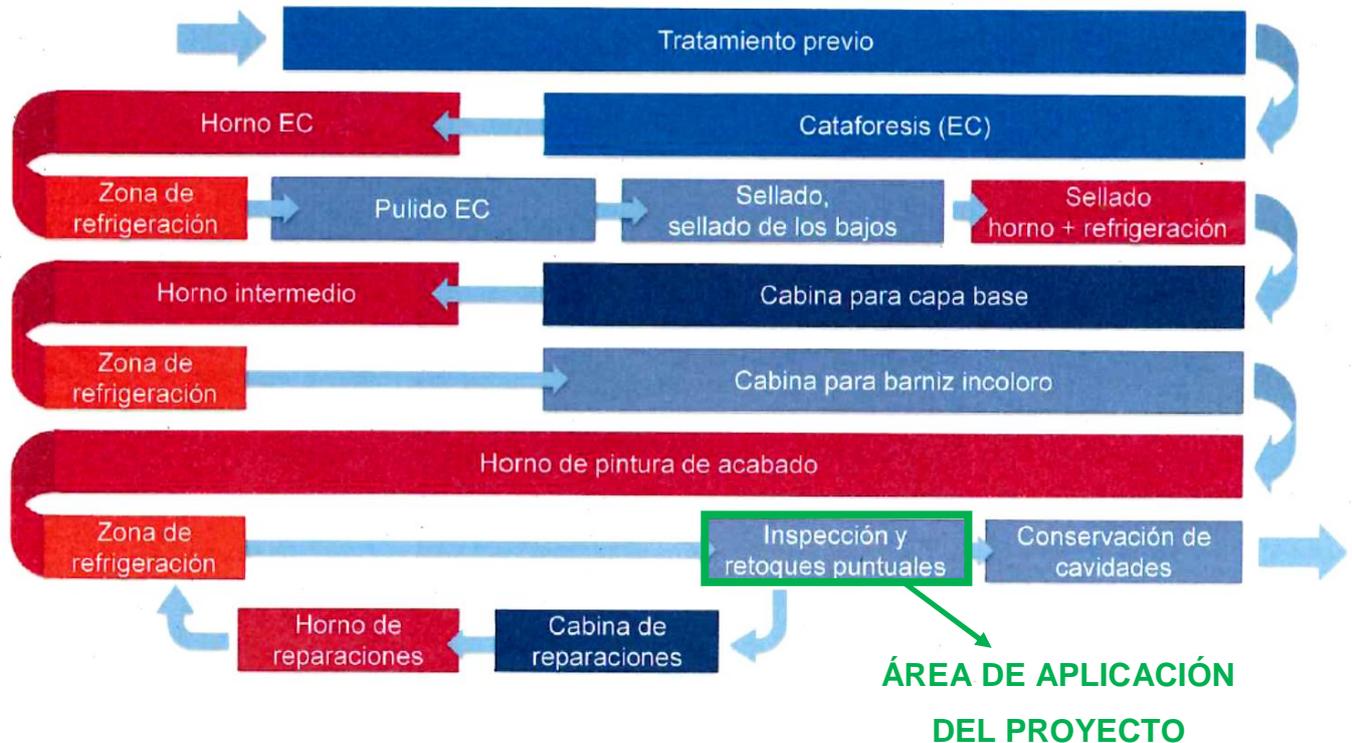


Ilustración 3 – Diagrama de flujo de proceso productivo naves de pintura [3]

A continuación se describen los procesos con mayor detalle clasificándolos en función de la nave en la que se llevan a cabo:

Proceso en el taller 2C

Tras el ensamblaje de la carrocería en el taller de chapa, esta llega montada sobre el skid de chapa a la nave 2C a través de un túnel de unión. Ya en la nave, el conjunto pasa por una estación que comprueba automáticamente que los elementos móviles se encuentran fijos con el fin de evitar el desprendimiento de los mismos en los baños posteriores de la carrocería.

Tras esta primera estación se realiza el cambio del skid de chapa por el de KTL que lleva un portador de datos con las características y las especificaciones de la secuencia de pintado de ese vehículo concreto. Se enclava la carrocería al skid y el skid al eje de giro del transportador RoDip lo que evitará la precipitación de la carrocería a las piscinas. En la estación de entrega se acopla el eje de giro a la

cadena de avance del RoDip y la carrocería entra en la línea de pretratamiento de superficie (TTS) en cota 7'8m.

Con los siguientes procesos se pretende eliminar de la chapa todo tipo de grasas, limaduras y proyecciones sueltas originadas en Prensas y Chapistería y transformar la superficie de la carrocería hasta el momento irregular, conductora de electricidad, y susceptible de corrosión, en una superficie uniforme, no conductora y muy resistente a la corrosión.

La carrocería pasa por las estaciones de desengrase I, II y III, lavado I, activado, fosfatado, lavado II y III, pasivado, lavado con agua desmineralizada y finalmente realiza un giro en vacío para escurrir la carrocería.

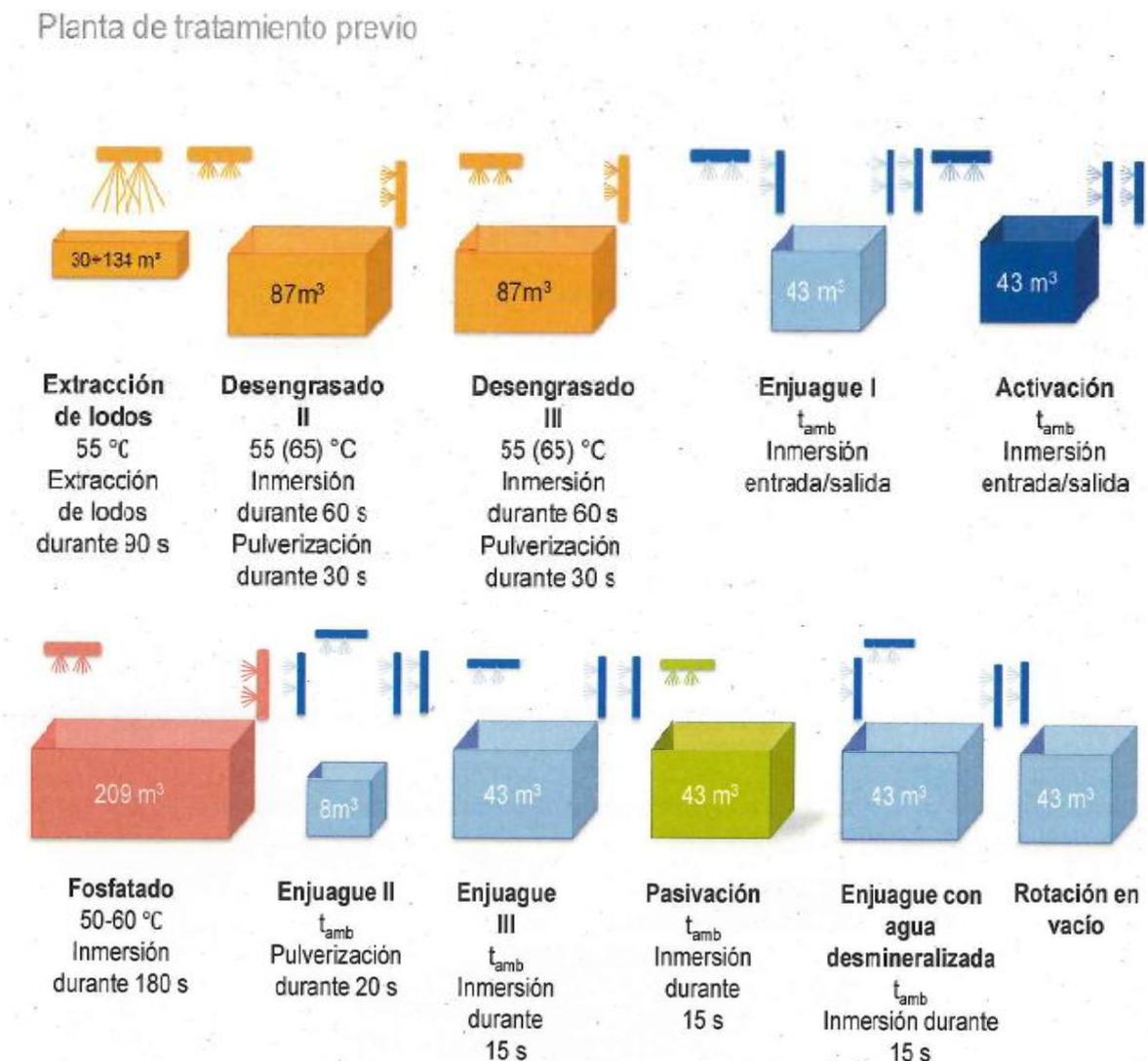


Ilustración 4 – Diagrama de proceso de TTS [3]

A continuación, la carrocería entra en la línea de KTL donde se da la protección anticorrosión mediante la inmersión en la cuba de cataforesis. Con el baño de pintura sometido a tensión eléctrica, se produce un proceso de electroforesis en el que la

carrocería actúa de cátodo atrayendo las partículas de pintura dissociada. Así se consigue que se cree una película de espesor controlable y uniforme cubriendo la totalidad de la carrocería. A la salida de la cuba de inmersión, se realizan varios enjuagues para retirar el exceso de pintura EC, se ejecuta una rotación en vacío y se introduce en un horno de secado.

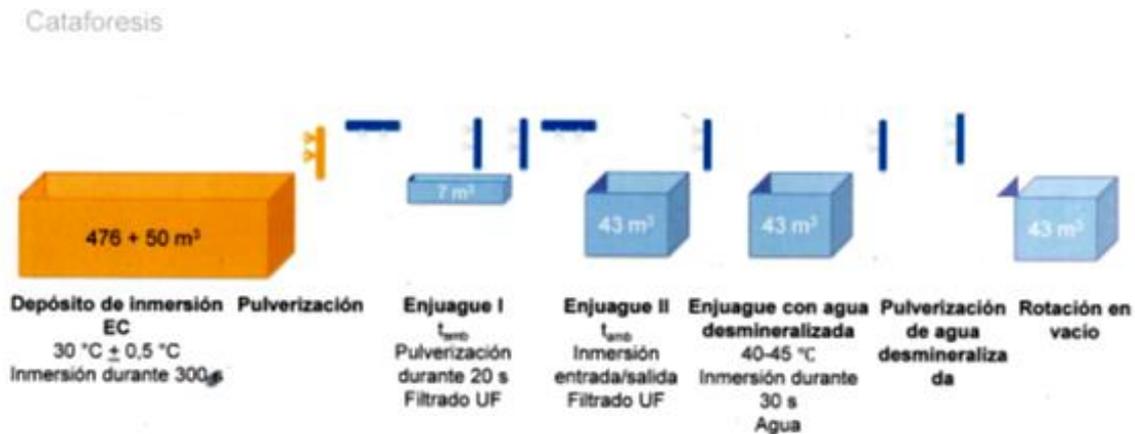


Ilustración 5 – Diagrama de proceso de KTL [3]

Proceso en los talleres 2A y 2B

Una vez que la carrocería ha recibido el pretratamiento necesario, se traslada hasta las naves 2A-2B. En ambos talleres se realiza el mismo proceso y de forma paralela. A la entrada de dichos talleres, cota 6m, la carrocería vuelve a cambiar su medio de transporte y se coloca sobre un patín diferente exclusivo de este taller, que al igual que el skid de KTL lleva un portador de datos.

La carrocería desciende a cota 0m y en dicho nivel se colocan tapones en los orificios de los bajos. Posteriormente la carrocería es rotada por el carro volteador permitiendo al trabajador colocar el resto de tapones y de protecciones plásticas con posturas ergonómicas que no requieran esfuerzos.

A continuación la carrocería entra en la estación de aplicación de PVC en los bajos (GAD) donde seis robots aplican cordones de masilla extruidos en las uniones de chapas en los bajos y hueco motor. También se aplica masilla pulverizada en algunas zonas de los bajos de la carrocería y en los pasorruedas mediante aplicación aerográfica airless para proteger al vehículo contra los impactos de gravilla y partículas y la posible corrosión posterior. A la salida de la cabina se quitan las protecciones plásticas anteriormente colocadas.

La siguiente estación, denominada FAD, es la zona donde los robots aplican masilla fina en determinadas uniones y en los engatillados de los elementos móviles (puertas, capó y portón) garantizando la estanqueidad del vehículo.

Posteriormente se realiza, de forma manual, la colocación de folios insonorizantes en el interior de la carrocería para amortiguar ruidos y vibraciones, y finalmente dos robots colocan PVC en las taloneras.

La carrocería se envía a un horno en cota 11'4m donde se seca parcialmente la masilla y los folios insonorizantes se funden en el interior de la carrocería adaptándose a la forma de la misma. A la salida de dicho horno las carrocerías se almacenan en los pulmones de secuenciación, situados en las cotas 11'4m y 16'4m donde se ordenan según el color con el que van a ser pintadas. Se pretende enviar a la cabina de pintado el mayor número de carrocerías del mismo color seguidas con el fin de obtener una mayor calidad de pintado y un ahorro en el consumo de disolvente. Esto se debe a que al realizar un cambio de color es preciso limpiar el sistema de pintado de los robots.

Antes de pintar la carrocería es preciso preparar su superficie. La carrocería desciende a la línea de lijado situada en cota 6m donde se revisa el acabado de la cataforesis, se lijan las imperfecciones, impurezas y restos de soldadura y se matizan (lijado suave) el techo y el capó. Para finalizar esta etapa se realiza el soplado del interior de la carrocería con el fin de eliminar los restos de lijado e impurezas sueltas.

Las pinturas necesarias para la cabina de lacas se preparan en la sala de mezclas situadas en la esquina norte del taller 2A en cota 0m y se transportan hasta el depósito de trabajo mediante una bomba. En este depósito se añade el disolvente (agua en caso de la pintura base y disolvente en caso del barniz) y se mantiene la disolución gracias a un agitador hasta el momento de ser bombeada hasta la cabina.

En la entrada a la cabina de Lacas, un lector interpreta la información del lector de datos y envía una señal a los autómatas que controlan los robots de aplicación automática. De esta forma los robots pintan las carrocerías con su color correspondiente.

La entrada de la carrocería se realiza a través del Blower-EMU (soplado-aspirado de la carrocería y limpieza de la misma con plumas) y una vez dentro, ocho robots aplican base a los interiores previa apertura de puertas, capó y portón con manipuladores. Posteriormente, cuatro robots aplican de forma electrostática una base de color con catalizador en exteriores y para acabar, en los colores metalizados, tres robots, con dos pistolas cada uno, se encargan de la aplicación aerográfica.



Ilustración 6 - Cabina de aplicación de lacas

Continuando con el proceso, nos encontramos con que después del pintado de base de la carrocería entra en un horno intermedio, antes de aplicar el barniz. Este horno no era necesario en la pintura base al disolvente, porque en éstas el disolvente se evaporaba rápidamente, y ya era posible la aplicación de barniz. Por el contrario, las pinturas con base agua necesitan de este horno para conseguir la evaporación suficiente y evitar posteriores burbujas en el barniz.

Tras el horno, las carrocerías pasan por el Paint Checker, una estación en la cual dos robots equipados con unos equipos láser miden el espesor de todas las carrocerías en 70 puntos de la misma. Si las carrocerías no tienen el espesor mínimo necesario para garantizar la protección U.V., el transporte para y se da el aviso.

El siguiente proceso al que se expone la carrocería es el barnizado que se realiza en tres estaciones, dos con robots aerográficos que pintan los interiores de las carrocerías y una con robots electrostáticos con los que se pinta la parte exterior. Finalizada esta etapa, se trasladan las carrocerías a cota 11'4m donde se introducirán en un horno para su secado.

Una vez secas, las carrocerías descienden a cota 6m para entrar en la plataforma de control y pulido donde los operarios de línea revisan visualmente la carrocería y pulen manualmente los pequeños defectos detectados.

El objetivo de la instalación del presente proyecto es sustituir dicha estación de control visual en cota 6m por una automática en cota 11'4m a la salida del horno de secado.

El cambio en el proceso de detección de fallos no modifica los procesos posteriores y aquellas carrocerías aceptadas se envían al taller 2 mientras que las defectuosas se envían a las cabinas de reparación, en caso de defectos subsanables, o a una estación de lijado para repintarlas posteriormente.

Proceso en el taller 2 (Antigua nave de pintura)

En la nave 2, se incorpora a la carrocería el techo del interior del vehículo que actúa como insonorizante, se añaden el resto del paquete acústico y todos los adornos y piezas que van adheridas a la superficie, tales como molduras o pegatinas, y se aplican ceras (caliente y fría) al interior de cavidades y tubos como protección adicional ante la corrosión.

5.4.3. Procesos Pintura (GP3)

Procesos Pintura es el área encargada de la planificación, instalación y optimización de los medios técnicos necesarios en los talleres de pintura y por ende, es el departamento encargado de la realización y supervisión del presente proyecto. Su oficina se encuentra en cota +0'00m de la nueva nave de TTS-KTL (N2C).

6. SITUACIÓN ACTUAL DEL CONTROL DE DEFECTOS Y RETRABAJO DE CARROCERÍA PINTADA

La apariencia exterior y la estética de un vehículo es uno de los factores más valorados por los clientes del sector de automóvil. Se busca una carrocería completamente lisa y brillante y se considera fallo de calidad a cualquier tipo de fenómeno que rompa esa continuidad y uniformidad, aun cuando no comprometa la seguridad ni el funcionamiento del vehículo.

Para Volkswagen Navarra S.A., la puesta a la venta de un Polo que no se halla en óptimas condiciones es simplemente inaceptable y gracias a su filosofía de Anmutung (el gusto por el detalle) consigue satisfacer incluso a sus clientes más exigentes.

Debido a los propios procesos productivos, al transporte de las piezas o a acciones de los operarios de línea, es bastante habitual encontrar carrocerías con pequeños defectos en su superficie lo cual podría conllevar futuras reclamaciones por parte de compradores descontentos. Además, los defectos superficiales constituyen fuentes de corrosión que pueden limitar la vida de la carrocería. De este hecho nace la necesidad de la existencia de una estación de inspección y retrabajo de carrocerías defectuosas.



Ilustración 7 - Fotografía línea de pulido

6.1. Proceso actual de control y pulido

Tras la salida de los hornos de secado de lacas (cota 11'4m), las carrocerías descienden a cota 6m donde se encuentran las plataformas de control y pulido, una en cada nave N2A y N2B.

SITUACIÓN ACTUAL DEL CONTROL DE DEFECTOS Y RETRABAJO DE CARROCERÍA PINTADA

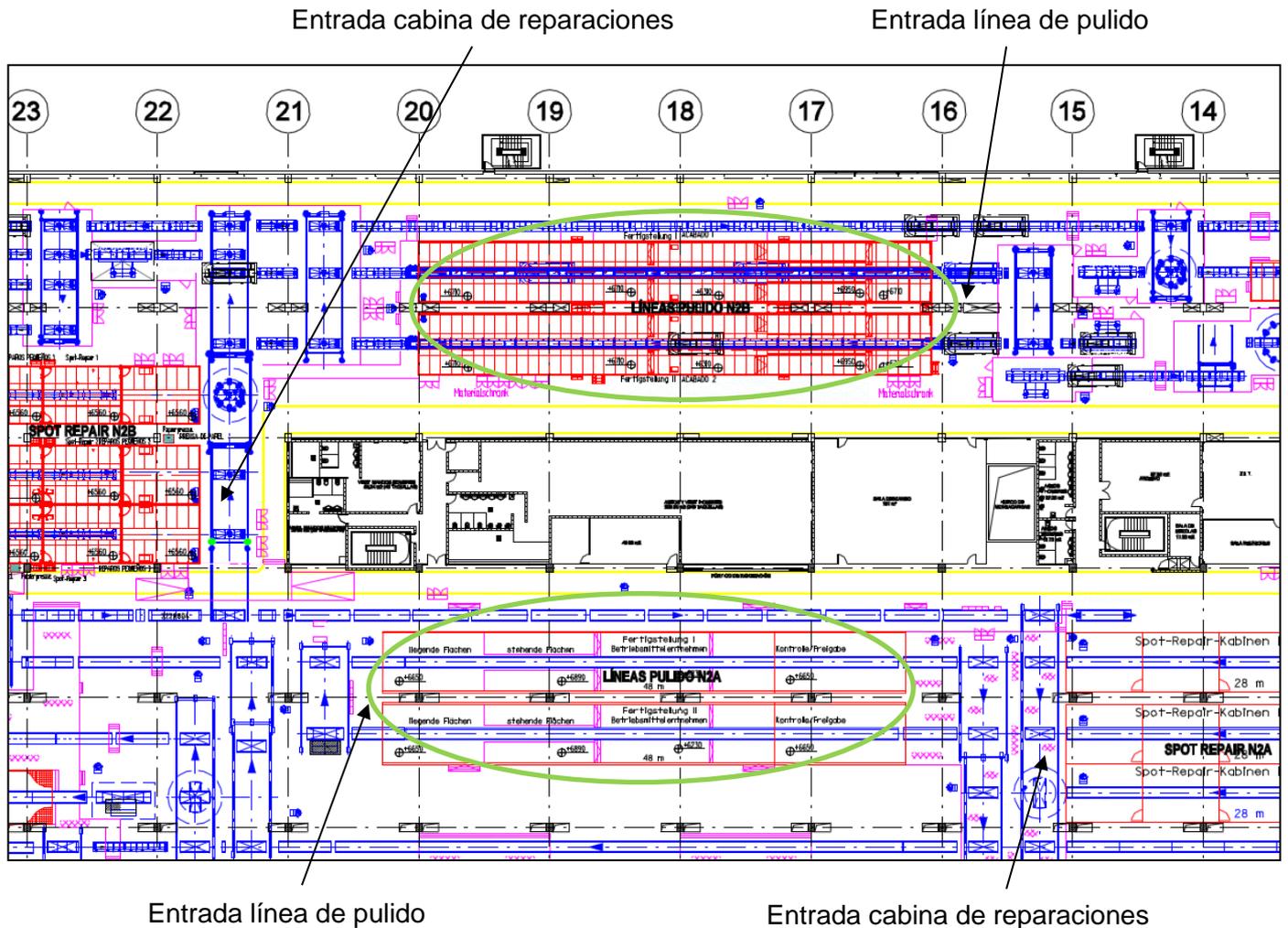


Ilustración 8 - Plano de la línea de pulido

Cada una de estas estaciones se articula en dos líneas de pulido con 9 operarios y un operario más común a ambas.

	Calidad	Pulidor	Varillero	Coordinador
Taller N2A PULIDO LINEA 1	3	3	1	2
Taller N2A PULIDO LINEA 2	3	3	1	2
Taller N2B PULIDO LINEA 1	3	3	1	2
Taller N2B PULIDO LINEA 2	3	3	1	2

Ilustración 9 - Distribución de operarios de líneas de pulido

Tal y como muestra el diagrama, en cada línea se sitúan seis pulidores, cada uno de los cuales tiene un área de inspección de la carrocería asignada, dos operarios de calidad, un coordinador y un varillero que atiende las dos líneas de la nave.

El proceso de pulido se resumiría con el siguiente diagrama de flujo:

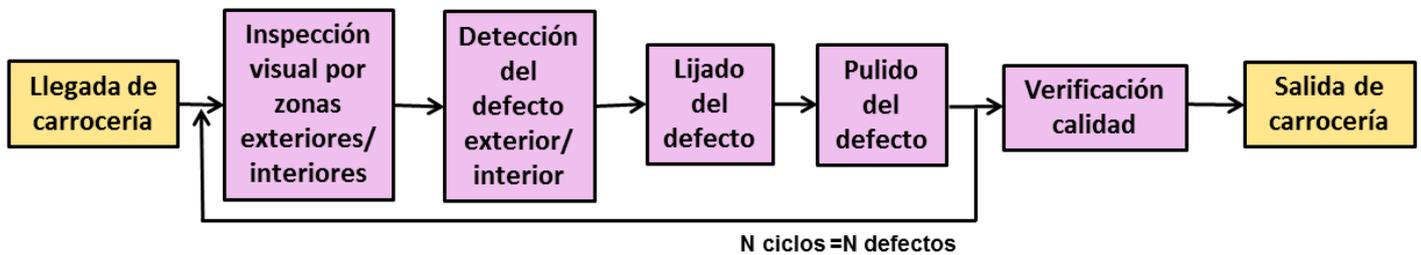


Ilustración 10 - Diagrama de flujo proceso línea de pulido

Pasos del proceso

- Asignación de la cartilla de sellado de vehículo
- Barrido visual por parte de cada pulidor de la zona asignada para detectar los posibles defectos que puedan existir.
- Localización de un defecto concreto.



Ilustración 11 - Fotografía de un defecto detectado

- Lijado mediante lijadora eléctrica con lija adhesiva en forma de flor que permite un lijado suave y homogéneo sin riesgo de marcas profundas:
 - En caso de suciedades medianas o grandes colocación de lija margarita de grano 3000 y posteriormente repetición de la operación con lija margarita de grano 5000
 - En caso de suciedades pequeñas colocación de lija margarita de grano 5000



Ilustración 12 - Fotografías de lijas margarita, lijadora, y proceso de lijado

- Lijado de forma rotativa y en seco. Importante no acumular un excesivo número de margaritas en el plato para evitar defectos de lijado.
- Retirada de restos de lijado con una bayeta o guante.
- Aplicación de pasta de pulir POLITUR P10 al disco de espuma blanco de la pulidora. El disco debe hallarse siempre húmedo y en caso de no usarse en 60 minutos se debe volver a impregnar.



Ilustración 13 - Fotografía de impregnación de disco de espuma con pasta de pulir

- Aplicación de pasta de pulir POLITUR P10 a la zona lijada.



Ilustración 14 - Fotografía de la aplicación de pasta de pulir a la zona lijada

- Pulido moviendo la máquina ligeramente en cruz.
- Dejar enfriar la chapa y volver a pulir en caso de que sea necesario. Realizar tantos ciclos de 10 segundos como sea preciso.



Ilustración 15 - Fotografía de pulido de carrocería

- Limpiado de los restos de pulido con bayeta de microfibra.



Ilustración 16 - Fotografía de limpieza de carrocería

- Aplicación de una mezcla de isopropanol 90% y 10% butilglicol con dosificador.
- Comprobación de que el pulido del defecto sea correcto.
- En casos excepcionales se puede utilizar para exterior la pulidora circular y en colores oscuros repulir con máquina orbital. Se entiende por colores oscuros: rojo, negros, azul marino, azul sombra, azul seda, naranja cálido, toffee y gris pimienta; y por colores claros: plata, blanco, azul emoción y oryx.

- Pulido de interiores:
 - Utilización de pulidora excéntrica o pulidora circular según necesidad.



Ilustración 17 - Fotografía de pulido con pulidora excéntrica y pulidora circular

NOTA:

- En caso de utilizar boina piel de cordero para pulir exteriores, repetir los pasos de pulido normal y realizar la limpieza con alcohol
- Comprobar la fecha de caducidad de la pasta de pulir
- La boina de piel de cordero se puede utilizar para interiores, retoques y bajo autorización del mando en otras zonas
- Se puede trabajar algunos interiores lijando con LIJA $\varnothing 15$ P5000 y puliendo con PAD ESPUMA $\varnothing 30$
- Sellado de las diferentes casillas de la cartilla del vehículo según la zona verificada por cada operario.
- Desabollado de la carrocería por el varillero. Estos profesionales usan varillas especiales de acero para el desabollado, ejerciendo presión y empuje desde el interior de las planchas de la carrocería con gran precisión para evitar el daño en la chapa o la pintura del vehículo.
- Revisado de la carrocería por parte de los operarios de la Q-Serie y examinado de los defectos que no han podido ser reparados completamente, si los hubiera.
- Lectura del código de barras de la cartilla.
- Introducción del OK o el/los defecto/s no reparados en la aplicación informática FISeQS.
- Direccionamiento de la carrocería según el sellado de la cartilla del vehículo.

Sellado cartilla vehículo

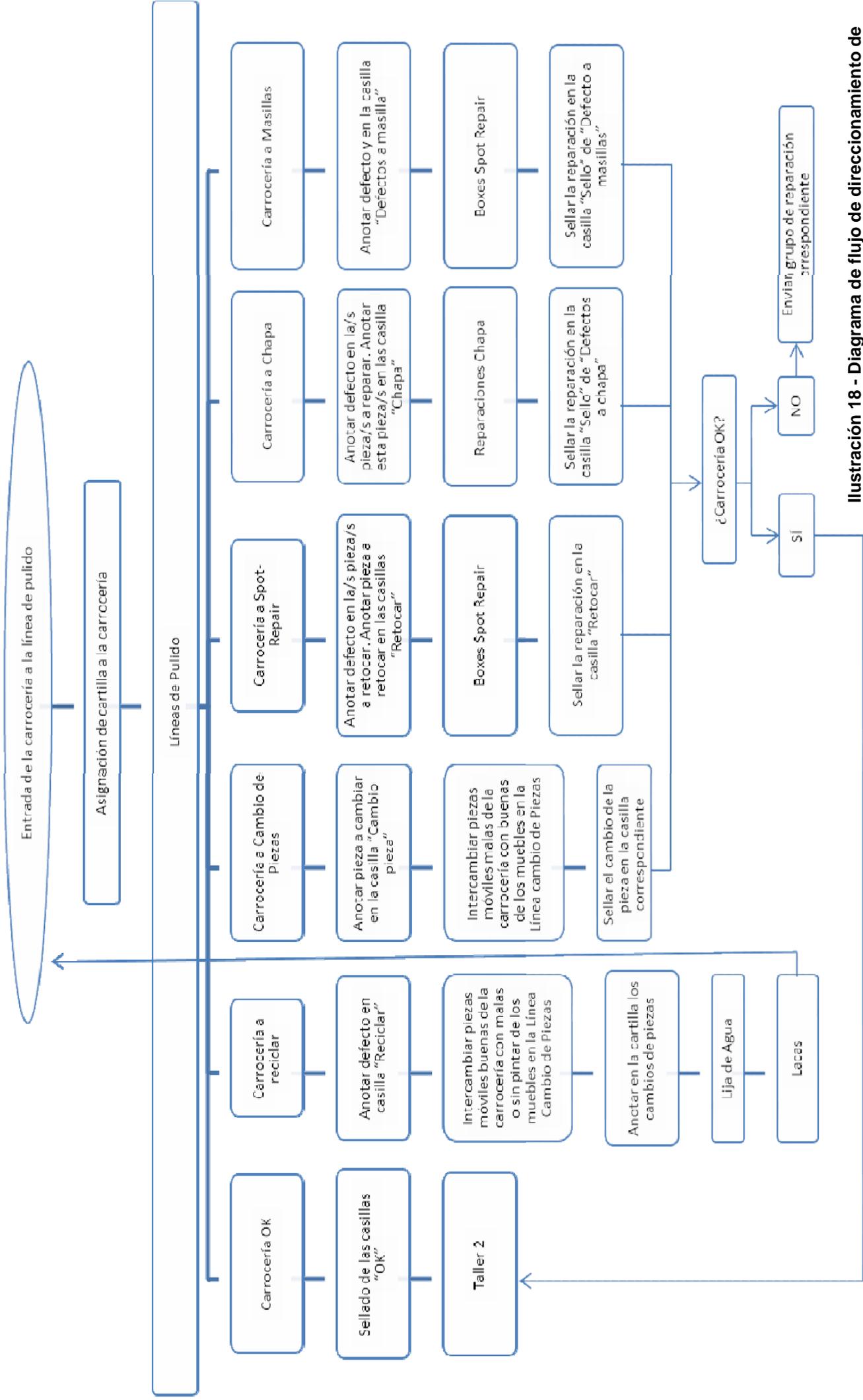


Ilustración 18 - Diagrama de flujo de direccionamiento de carrocería en función de sellado de cartilla [2]

Tras la línea de pulido, aproximadamente el 20% de las carrocerías precisan alguna especie de retrabajo antes de otorgarles el OK.

Del total de carrocerías, el 5% precisa un lijado y un repintado completo.

En los anexos se adjunta un informe generado por el FISeQS a partir de los datos introducidos por los operarios de línea.

6.2. Listado de materiales y herramientas utilizadas en el proceso

- Máquina de lijado Atlas Copco
- Máquina de lijado FIAMM
- Lija margarita de grano 3000
- Lija margarita de grano 5000
- Máquina pulidora circular
- Lija grano 5000 ø15
- Disco de espuma para pulir 90mm
- Bayeta de microfibra
- Pasa de pulir VW POLITUR P10
- Boina piel de cordero
- Pad de espuma trapezoidal
- Lija pliego grano 3000
- Guante blanco
- Máquina repulido 5"
- Disco espuma 5" naranja
- Lija pliego grano 5000
- Pulidora rotoorbital mirka
- Pulidora FIAMM
- Pad espuma ø30

6.3. Clasificación, análisis, estudio de frecuencia de aparición de defectos y proceso de mejora continua.

Los defectos que pueden ser detectados en la línea de pulido o en auditorías posteriores se clasifican en los siguientes tipos según su gravedad:

	DEFECTO "A1" Y "A2"	DEFECTO "B"	DEFECTO "C"
Tipo de reclamación	-A1: Características de seguridad -A1: Exigencias legales -A2: Defecto que seguro es reclamado por el cliente de forma inmediata	- Desagradable o molesto -Se espera que los defectos sean reclamados por el cliente	-Se espera que un cliente exigente reclame siempre -Se espera que un cliente medio reclame cuando encuentre varios de estos defectos
Corrección y eliminación de la reclamación	-El defecto debe eliminarse -Necesidad inmediata de un control de la serie -Ninguno de los defectos debe llegar al cliente	-El defecto debe ser reparado	
Medidas correctivas	-Introducción de acciones correctivas para eliminar la causa del defecto de forma inmediata	-Asegurar que el motivo del defecto desaparezca	-Eliminar las causas de los defectos más repetitivos

Tabla 1 - Clasificación de defectos

Los defectos buscados principalmente en este punto del proceso productivo del vehículo son:

DEFECTO	TIPO	ORIGEN DEFECTO
Picadas	B/C	Golpes durante los pasos previos. Sin asociación a un proceso concreto.
Bollos/hendiduras	B/C	Golpes durante los pasos previos. Sin asociación a un proceso concreto.

SITUACIÓN ACTUAL DEL CONTROL DE DEFECTOS Y RETRABAJO DE
CARROCERÍA PINTADA

Ondulaciones (aguas)	B/C	Defecto de proveedor o debido al secado en el horno de las masillas de CHAPA o PINTURA.
Proyecciones de chapa	B/C	SOLDADURA (CHAPA): Proyecciones metálicas de los procesos de soldadura de chapistería que se adhieren a la carrocería.
Masilla de chapa	B/C	MASILLA (CHAPA): Restos de masilla de color verde o negra aplicada entre chapas o en los pliegues de los elementos móviles en chapistería. Mala aplicación y posterior mala limpieza.
Gotas de KTL	B/C	KTL(PINTURA): Fallo de escurrido de la carrocería. Gotas que se cuelan entre chapas y posteriormente escurren en el horno.
Burbujas de KTL (espuma)	B/C	KTL(PINTURA): Procedente del proceso de KTL.
Recrecidos (mapping)	B/C	KTL(PINTURA): Gotas de aspecto plano producidas en el proceso de KTL por excesos de tensión.
Suciedad de base	B/C	Suciedades del ambiente que se posan sobre la laca base. Requiere el paso de la carrocería, al menos por las cabinas de Spot-Repair.
Suciedad de barniz	B/C	Suciedades del ambiente que se posan sobre el barniz. Para solucionar este defecto basta con el paso de la carrocería por la línea de pulido.
Suciedad de útil	B/C	PINTURA: Suciedades depositadas en la carrocería por los útiles plásticos utilizados para sujetar elementos móviles.
Suciedad de bisagra	B/C	PINTURA: Fallo de soplado de la cascarilla formada en la bisagra, deposición de este residuo en otras zonas de la carrocería, formación de cascarilla cada vez que un operario

SITUACIÓN ACTUAL DEL CONTROL DE DEFECTOS Y RETRABAJO DE
CARROCERÍA PINTADA

		abre/cierra una puerta.
Fibras	B/C	Suciedad ambiente.
Polvo de lijado	B/C	LIJADO (PINTURA): Mala limpieza de la carrocería tras el proceso de lijado.
Carbonilla	B/C	HORNOS: Restos de pintura o grasas carbonizados provenientes de los hornos.
Gotas de aceite	B/C	TRANSPORTE: Restos de aceites utilizados en las cadenas del transporte.
Gotas de agua	B/C	HORNOS: Resultado de los condensados en los hornos.
Pulverizado PVC	B/C	MASILLA (PINTURA): Mala limpieza tras los procesos de aplicación de masillas y talonera.
Masilla (restos, pegotes)	B/C	MASILLA (PINTURA): Mala limpieza tras los procesos de aplicación de masillas.
Cráteres	B/C	SECADO (PINTURA): Burbuja de agua (de la pintura base agua) que sale al exterior cuando el barniz ya ha comenzado a secarse.
Hervidos	B/C	SECADO (PINTURA): Similar a los cráteres pero más profundos.
Poros en cordón láser techo	B/C	SOLDADURA (CHAPA): Porosidades en cordón de soldadura aplicado automáticamente por los robots de chapa.
Descolgados de base	B/C	APLICACIÓN LACAS (PINTURA): Procedentes del proceso de aplicación de lacas. Gotas de pintura que se quedan entre chapas y posteriormente escurren en el horno.
Descolgados de barniz	B/C	APLICACIÓN LACAS (PINTURA): Procedentes del proceso de aplicación de barniz. Gotas de barniz que se quedan entre chapas y posteriormente escurren en el horno.

**SITUACIÓN ACTUAL DEL CONTROL DE DEFECTOS Y RETRABAJO DE
CARROCERÍA PINTADA**

Gotas de disolvente	B/C	LIMPIEZA: Defectos producidos al llevarse a cabo procesos como la limpieza del código de barras o el lavado de los robots.
Gotas de pintura	B/C	APLICACIÓN LACAS (PINTURA): Procedentes del proceso de aplicación de lacas.
Gotas de barniz	B/C	APLICACIÓN LACAS (PINTURA): Procedentes del proceso de aplicación de barniz.
Escasez	B/C	APLICACIÓN LACAS (PINTURA): Escasa aplicación de laca sobre parte de la carrocería debido a obstrucciones en las pistolas.
Roces en húmedo	B/C	PINTURA: Roces tras la aplicación de lacas previos al secado de la pintura.
Falta de incorporación	B/C	PARADAS DE PROCESO (PINTURA): Efecto no uniforme en la pintura debido a que una capa se ha secado demasiado antes de pintar otra zona.
Velo	B/C	REPARACIONES (PINTURA): Diferencias de tonalidad en zonas repintadas con el resto de la carrocería. Efecto difuminado.
Defecto de fondo	B/C	APLICACIÓN LACAS (PINTURA): Mala aplicación de la pintura de base que produce cambios de tonalidad.
Repulsiones	B/C	APLICACIÓN LACAS (PINTURA): Contaminación en la pintura.

Tabla 2 - Listado de defectos, tipo y origen de los mismos

Todos los defectos citados se clasifican en las categorías B o C en función de su tamaño y visibilidad y esta decisión es valorada por el operario en cuestión.

Al final de la presente memoria, en los anexos, se presenta un estudio de la frecuencia de aparición de cada defecto de los mencionados durante una semana.

A continuación se muestra un resumen de dicho estudio:

SITUACIÓN ACTUAL DEL CONTROL DE DEFECTOS Y RETRABAJO DE CARROCERÍA PINTADA

	Nº carrocerías	Picadas	Bollo (hacia dentro)	Bollo (hacia afuera)	Aguas (chapa)	Proyecciones de chapa	Masilla de Chapa	Gotas KTL	Burbujas de KTL (espuma)	Recrecidos (mapping)	Suciedad de base	Suciedad de barniz	Suciedad de útil	Suciedad de bisagra	Fibras	Polvo de lijado	Carbonilla	Gotas de aceite	Gotas de agua	Pulverizado PVC	Masilla (restos, pegotes)	Cráteres	Hervidos	Poros en cordón láser techo	Descolgados de base	Descolgados de barniz	Gotas de disolvente	Gotas de Pintura	Gotas de barniz	Escasez	Roces en húmedo	Falta de incorporación	Velo	Defecto de fondo	Repulsiones
Lunes	20	19	1	7	4	18	2	8	0	2	51	47	53	7	3	6	1	2	6	14	26	8	48	1	4	1	0	12	2	3	0	5	3	5	0
Martes	28	17	4	29	1	360	0	12	0	0	41	60	24	37	13	1	4	0	0	33	79	23	91	34	1	1	0	12	15	7	1	0	1	4	3
Miérc.	0	SIN DATOS																																	
Jueves	29	24	3	6	0	249	0	7	0	1	8	44	26	40	13	8	0	0	1	38	101	4	83	0	0	2	14	15	17	13	1	0	4	6	
Viernes	30	17	2	3	0	276	1	9	0	0	41	41	25	18	16	7	0	4	4	1	74	10	35	2	0	1	35	6	1	0	0	0	0	6	
TOTAL	107	77	10	45	5	903	3	36	0	3	141	192	128	102	45	22	5	6	11	86	280	45	257	37	5	2	3	73	38	28	14	6	4	13	15

Tabla 3 - Resumen estudio de frecuencia de aparición de defectos

Si dividimos el número de defectos de cada tipo cada día entre la cantidad de carrocerías inspeccionadas, obtenemos el número de fallos por coche y por tipo de defecto cada día. Estos datos han sido representados en el siguiente diagrama:

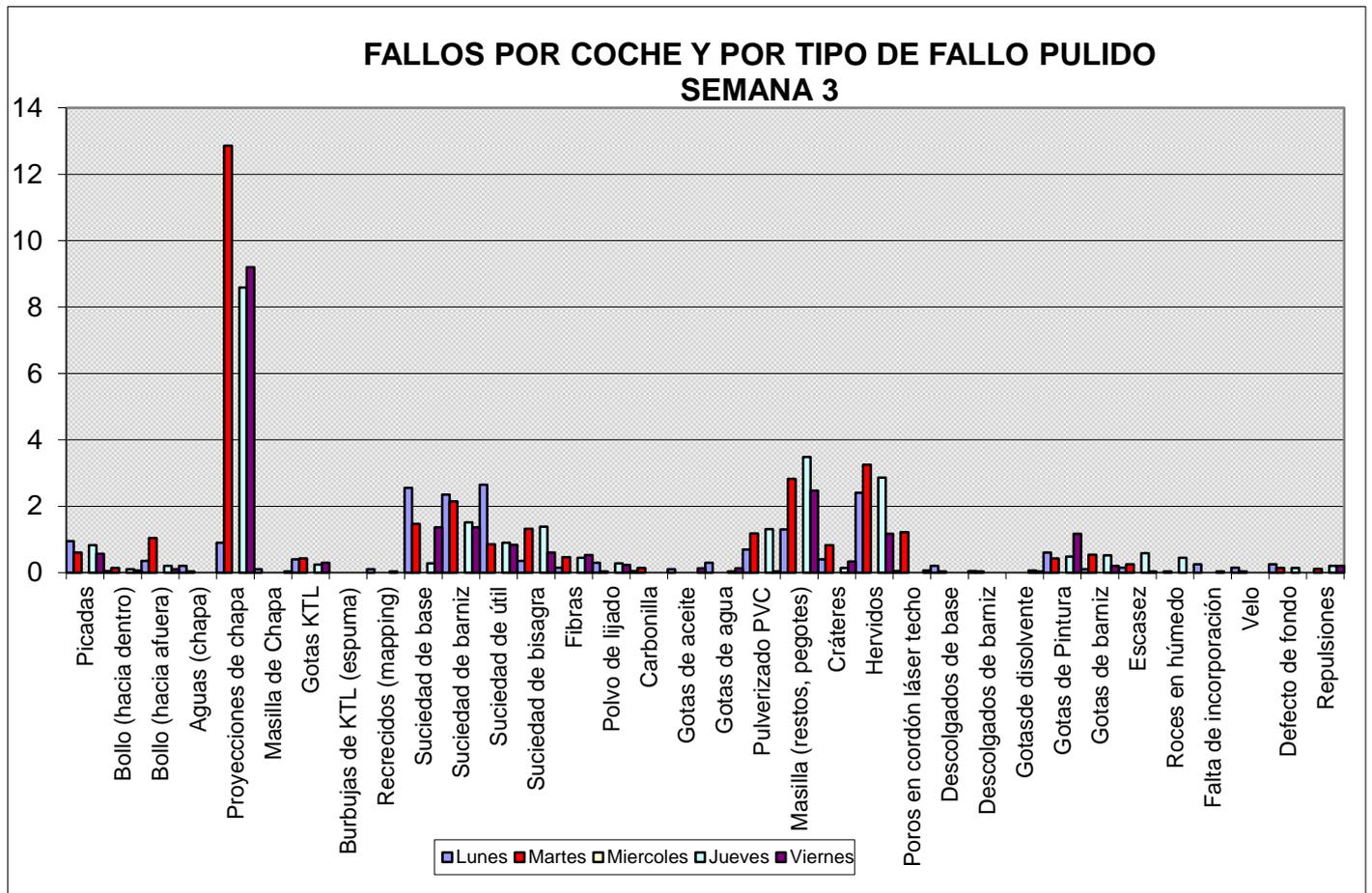


Ilustración 19 - Diagrama de barras "Fallos por coche y por tipo de fallo"

Los defectos más registrados en la línea de pulido son las proyecciones de chapa, las suciedades, los restos y pegotes de masilla y los hervidos.

Una elevada frecuencia de aparición de un defecto concreto durante esta semana de análisis, puede ser el resultado de:

- Una avería puntual en alguna estación del proceso que se traduce en una serie de carrocerías defectuosas que se han visto reflejadas en el informe
- Un proceso previo problemático en temas de calidad

En el caso de que el defecto con una elevada tasa de repetición se deba a esta segunda opción, debiera hacerse una llamada de atención al sector o departamento encargado de dicho proceso problemático para intentar atajar el fallo desde el origen aplicando las medidas pertinentes.

Se debe buscar un proceso de mejora continua cuyos límites deben ser:

- **Inicio:**
Información de producto, proceso, materiales, medios...
- **Secuencia de actividades:**
Incluye el análisis de los problemas, el establecimiento del plan de acción y la aplicación, documentación y control de acciones preventivas y correctivas.
 - Acciones preventivas: Acciones para eliminar las causas de no conformidades potenciales para prevenir su ocurrencia.
 - Acciones correctivas: Acciones para eliminar las causas de las no conformidades con el objeto de evitar que vuelvan a ocurrir. Se desarrollan a partir de un problema real y el estudio de sus causas.
- **Finalización:**
Aumento de la satisfacción del cliente y mejora continua del proceso.

El diagrama del proceso de mejora continua se muestra a continuación:

SITUACIÓN ACTUAL DEL CONTROL DE DEFECTOS Y RETRABAJO DE CARROCERÍA PINTADA

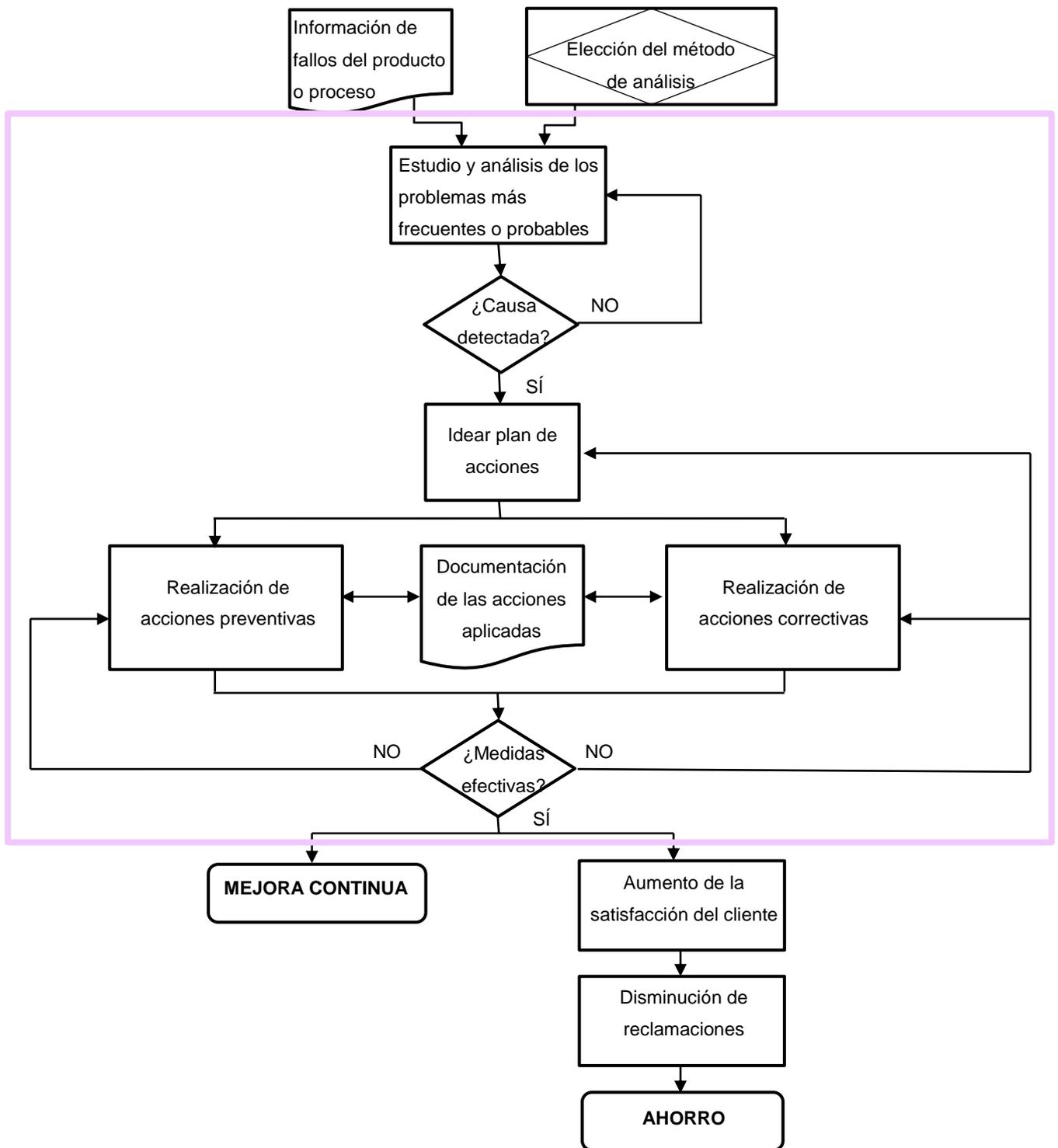


Ilustración 20 - Diagrama de flujo proceso de mejora continua

A lo largo de los siguientes apartados se realizan el diagrama de causa-efecto, el diagrama de Pareto y el análisis modal de fallos y efectos para determinar las causas de los defectos en carrocerías y las áreas sobre las que aplicar las medidas correctivas y preventivas del proceso de mejora continua.

6.4. Diagrama causa-efecto

Un diagrama causa-efecto es un gráfico compuesto de líneas y símbolos en el que se puede reflejar de una forma visual y sencilla las relaciones entre los efectos observados y las causas que los ocasionan. [4]

Mediante este diagrama se estudian de forma ordenada los posibles orígenes de un defecto en la carrocería. Se plantean 5 áreas principales:

- Condiciones del entorno o medio ambiente
- Materiales
- Maquinaria y herramientas
- Mano de obra
- Proceso o método

Este método se denomina también el método de las 5M's y dichas categorías se representan como ramas de una línea central que simboliza el efecto de los problemas a analizar:

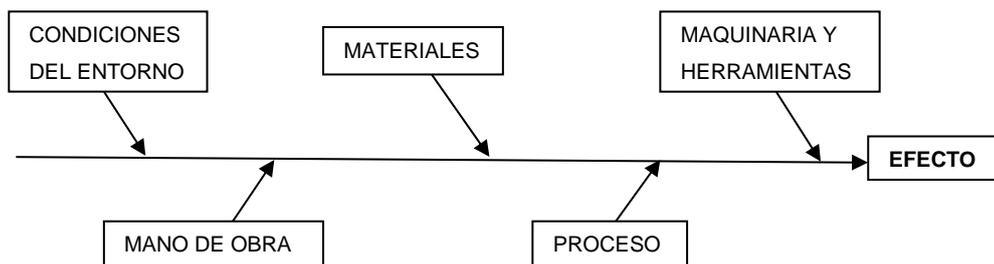


Ilustración 21 - Diagrama causa-efecto básico

Se puede desglosar cada categoría en factores que se representan en el diagrama como subramas.

Se aplica el método de las 5M's para estudiar las causas del efecto concreto de los defectos en carrocerías y se describen a continuación los factores relativos a cada categoría que pueden influir en la aparición de dichos defectos:

- **Condiciones o medio ambiente:** en este apartado se tienen en cuenta factores tales como la temperatura, la humedad, la calidad del aire, la suciedad ambiente, la suciedad del transporte, la actividad que rodea a los vehículos en su paso por las naves...
- **Materiales:** en esta área se engloban los problemas asociados a dos materiales principales: la chapa y la pintura. Respecto a la chapa, es posible

SITUACIÓN ACTUAL DEL CONTROL DE DEFECTOS Y RETRABAJO DE CARROCERÍA PINTADA

que llegue a fábrica con defectos de calidad y no se detecten hasta la línea de pulido. En el caso de la pintura, puede que lleve un exceso de agua o que se produzca una contaminación de la misma en fábrica.

- **Maquinaria y herramientas:** en esta categoría se contemplan los problemas derivados del uso de ciertos medios para la producción de las carrocerías. Ejemplos de ellos son la eficacia y la suciedad de los hornos, las obstrucciones y la mala limpieza de pistolas, los desajustes y fallos de calibración de los robots, las suciedades de los útiles de sujeción de elementos móviles...
- **Mano de obra:** se tienen en cuenta factores como el control ineficaz, la mala limpieza o los errores en la selección de útiles asociados a los operarios.
- **Método o proceso:** se valoran aquellos factores de cada proceso que pueden afectar al estado final de la carrocería como los tiempos de escurrido, el nivel de tensión de KTL o el uso de disolventes en los procesos de limpieza.

Se presenta a continuación el diagrama completo:

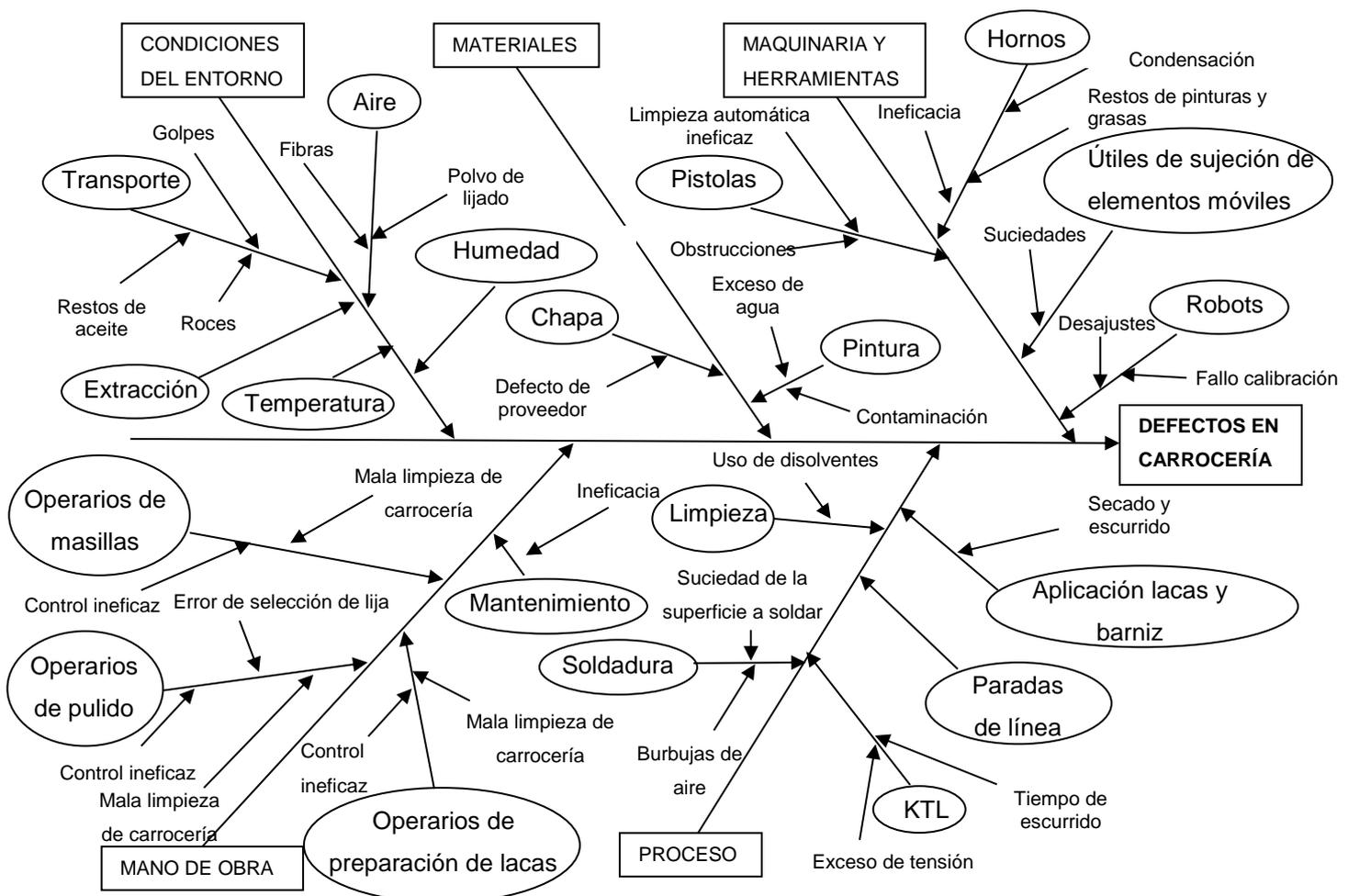


Ilustración 22 - Diagrama causa-efecto completo

6.5. Diagrama de Pareto

Se trata de un método de representación gráfica para la clasificación de las causas de aparición de defectos según su importancia. Concretamente, mediante este diagrama se podrá observar cuáles de las 5 grandes categorías tratadas en el apartado anterior contribuyen en mayor medida al problema.

Este diagrama recibe su nombre del llamado "Principio de Pareto" o "ley de la prioridad". Este principio establece que unas pocas causas son las responsables de la mayoría de los efectos, concretamente el 20% de las causas provocan el 80% de los efectos. El diagrama de Pareto se conoce también como diagrama 20/80. [4]

Primero se asocia cada defecto con la principal causa de su aparición tal y como se observa en la tabla:

DEFECTO	CAUSAS (5M's)		
		Gotas de agua	Maquinaria y herramientas
Picadas	Medio ambiente	Pulverizado PVC	Mano de obra
Bollos/hendiduras	Medio ambiente	Masilla (restos, pegotes)	Mano de obra
Ondulaciones	Material/proceso	Cráteres	Proceso
Proyecciones de chapa	Proceso	Hervidos	Proceso
Masilla de chapa	Mano de obra	Poros en cordón laser techo	Proceso
Gotas KTL	Proceso	Descolgados base	Proceso
Burbujas KTL	Proceso	Descolgados barniz	Proceso
Recrecidos	Proceso	Gotas disolvente	Proceso
Suciedad de base	Medio ambiente	Gotas pintura	Proceso
Suciedad de barniz	Medio ambiente	Gotas barniz	Proceso

SITUACIÓN ACTUAL DEL CONTROL DE DEFECTOS Y RETRABAJO DE
CARROCERÍA PINTADA

Suciedad de útil	Maquinaria y herramientas	Escasez	Maquinaria y herramientas
Suciedad de bisagra	Mano de obra	Roces en húmedo	Medio ambiente
Fibras	Medio ambiente	Falta de incorporación	Proceso
Polvo de lijado	Mano de obra	Velo	Proceso
Carbonilla	Maquinaria y herramientas	Defecto de fondo	Proceso
Gotas de aceite	Medio ambiente	Repulsiones	Material

Tabla 4 - Listado de defectos y su principal causa (5M's)

El análisis se realiza sobre los datos recogidos durante una semana para el estudio de su frecuencia de aparición presentado anteriormente y la unidad del análisis tomada es el número de defectos.

Categorías	Número de defectos	%	% Acumulado
Método-Proceso	1425	53,98%	53,98%
Medio ambiente	530	20,08%	74,05%
Mano de obra	493	18,67%	92,73%
Maquinaria y herramientas	172	6,52%	99,24%
Material	20	0,76%	100,00%
Total	2640	100,00%	100,00%

Tabla 5 - Resumen de la cantidad de defectos asociados a cada una de las 5M's

A partir de los datos de la tabla se traza el diagrama:

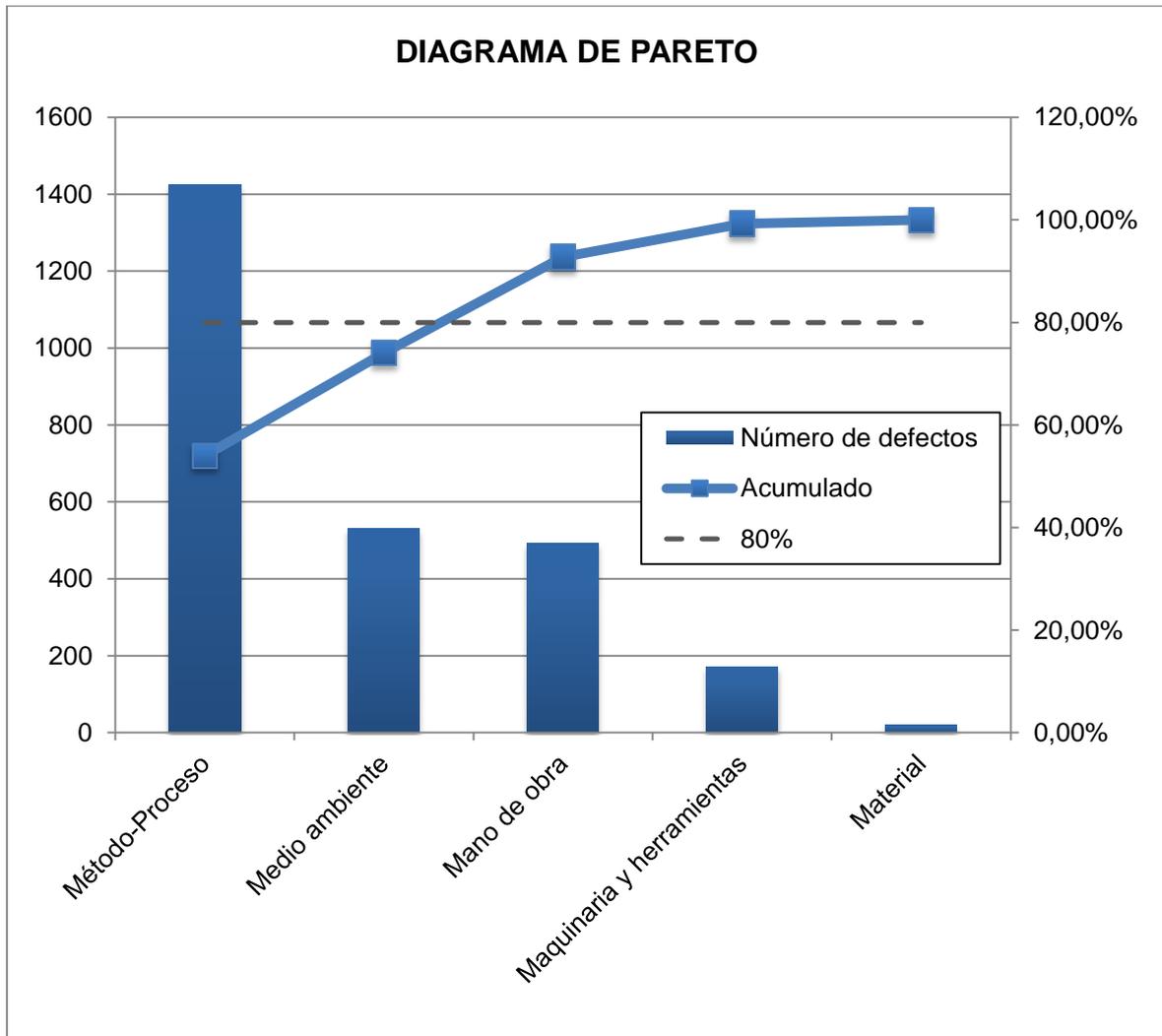


Ilustración 23 - Diagrama de Pareto

El gráfico nos muestra que casi el 60% de los defectos son resultado del proceso de producción y que dichos defectos junto con aquellos provocados por las condiciones del entorno suponen casi el 80% del total.

6.6. AMFE (Análisis Modal de Fallos y Efectos) de proceso

Un AMFE de proceso es un método que sirve para poner de manifiesto los puntos débiles de un proceso, así como los posibles fallos que puedan sucederse y sus efectos y así poder implementar las medidas correctivas correspondientes para el cumplimiento de los objetivos. [4]

El objetivo principal de VW Navarra es entregar el coche al cliente final con cero defectos y el proceso de control y pulido es clave para la consecución de esta meta.

En este proceso se detectan y se solucionan los defectos producidos en estaciones anteriores y se puede dar el aviso para tratar de corregirlos en su origen.

Cuanto mayor sea el índice de detección y mayor número de defectos se detecten en un principio, mayor podrá ser el número de acciones correctivas y mayor cantidad de defectos serán evitados. Este lazo de realimentación hará que cada vez sea menor el número de fallos que llegue hasta la estación de pulido hasta que en una situación ideal no sea necesario el proceso.

El parámetro utilizado en un AMFE para valorar la importancia de los defectos se llama Número de Prioridad de Riesgo (NPR) y tiene en cuenta tres factores:

- **Índice de ocurrencia de fallo “O”:** es una valoración de la probabilidad de que la causa del fallo ocurra y que el mismo se produzca. Frecuencia con la que se da el fallo.
- **Índice de gravedad de fallo “G”:** la importancia o gravedad que el fallo puede producir, bien en el cliente o bien en la posterior funcionalidad del sistema.
- **Índice de detección de fallo “D”:** evaluación de la probabilidad de que los controles del proceso permitan la detección del modo de fallo antes de salir de la fase de producción y el defecto no llegue hasta el cliente.

$$NPR \text{ (Número de Prioridad de Riesgo)} = O \cdot G \cdot D$$

Para el presente estudio se presentan las siguientes tablas de evaluación de los factores:

SITUACIÓN ACTUAL DEL CONTROL DE DEFECTOS Y RETRABAJO DE
CARROCERÍA PINTADA

Tabla de Evaluación de la Probabilidad de Ocurrencia de fallo "O"		
Probabilidad de fallo	Índice de ocurrencia "O"	Promedio de Ocurrencia
Poco probable	0	<9%
	1	≥10% y <19%
	2	≥20% y <29%
	3	≥30% y <39%
Probable	4	≥40% y <49%
	5	≥50% y <59%
	6	≥60% y <69%
	7	≥70% y <79%
Muy probable	8	≥80% y <89%
	9	≥90% y <99%
	10	Al menos un defecto de ese tipo en todos los coches

Tabla 6 – Evaluación de la probabilidad de Ocurrencia de fallo "O"

Tabla de Evaluación de la Gravedad de fallo "G"		
Gravedad	Índice de gravedad "G"	Criterio de gravedad
A1	10	El defecto compromete las características de seguridad y las exigencias legales
A2	9	Defecto que seguro es reclamado por el cliente de forma inmediata
B	6	Desagradable o molesto. Se espera que los defectos sean reclamados por el cliente
C	3	Se espera que un cliente exigente reclame siempre

Tabla 7 - Evaluación de la Gravedad de fallo "G"

Tabla de Evaluación de la Probabilidad de Detección de fallo "D"		
Método de detección	Índice de detección "D"	Criterio de Detección
Inspección Visual	7	Baja (40-60% defectos). Muchos defectos pasan el control

Tabla 8 - Evaluación de la Probabilidad de Detección de fallo "D"

SITUACIÓN ACTUAL DEL CONTROL DE DEFECTOS Y RETRABAJO DE CARROCERÍA PINTADA

Lo que hay que tener en cuenta es que los datos de ocurrencia del AMFE se han obtenido del estudio de pulido. Dicho estudio se realizó de forma visual por lo que solo se registraron aproximadamente el 60% de los defectos existentes. Por ello, se va a dividir el número de cada defecto entre 60 y se va a multiplicar por 100 para aproximar la cantidad de fallos de cada tipo que han ocurrido en las carrocerías estudiadas.

	Picadas	Bollo (hacia dentro)	Bollo (hacia afuera)	Aguas (chapa)	Proyecciones de chapa	Masilla de Chapa	Gotas KTL	Burbujas de KTL (espuma)	Recrecidos (mapping)	Suciedad de base	Suciedad de barniz	Suciedad de útil	Suciedad de bisagra	Fibras	Polvo de lijado	Carbonilla	Gotas de aceite	Gotas de agua	Pulverizado PVC	Masilla (restos, pegotes)	Cráteres	Hervidos	Poros en cordón láser techo	Descolgados de base	Descolgados de barniz	Gotas de disolvente	Gotas de Pintura	Gotas de barniz	Escasez	Roces en húmedo	Falta de incorporación	Velo	Defecto de fondo	Repulsiones
Nº fallos detectados visual	77	10	45	5	903	3	36	0	3	141	192	128	102	45	22	5	6	11	86	280	45	257	37	5	2	3	73	38	28	14	6	4	13	15
Ocurrencia real	128	17	75	8	1505	5	60	0	5	235	320	213	170	75	37	8	10	18	143	467	75	428	62	8	3	5	122	63	47	23	10	7	22	25
Índice de ocurrencia	10	1	7	0	10	0	5	0	0	10	10	10	10	7	3	0	0	1	10	10	7	10	5	0	0	0	10	5	4	2	0	0	2	2

Tabla 9 - Ocurrencia real de los defectos y asignación de índice de ocurrencia

Se ha asignado el índice de ocurrencia correspondiente a cada tipo de fallo en función de la siguiente tabla:

Porcentaje de carrocerías con fallo	Nº defectos	Índice de ocurrencia "O"
100%	≥107	10
90%	≥97 y <107	9
80%	≥86 y <97	8
70%	≥75 y <86	7
60%	≥65 y <75	6
50%	≥54 y <65	5
40%	≥43 y <54	4
30%	≥33 y <43	3
20%	≥22 y <33	2
10%	≥11 y <22	1
0%	<11	0

Tabla 10 - Asignación de índice de Ocurrencia por número de defectos y porcentaje de carrocerías con fallo

A continuación se presenta el análisis modal de fallos y efectos:

SITUACIÓN ACTUAL DEL CONTROL DE DEFECTOS Y RETRABAJO DE CARROCERÍA PINTADA

PROCESO	FUNCIÓN DEL PROCESO	DEFECTO	CAUSAS POTENCIALES DE FALLO	CONDICIONES EXISTENTES				Medidas tomadas	RESULTADOS				
				CONTROLLES ACTUALES	Ocurrencia	Gravedad	Detección		Número de Prioridad de Riesgo (NPR)	Ocurrencia	Gravedad	Detección	Número de Prioridad de Riesgo (NPR)
Control y pulido de carrocerías	Entrada de la carrocería en la línea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Asignación de la cartilla de sellado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Picadas	Golpes durante los pasos previos. Sin asociación a un proceso concreto	Verificación visual	10	6	7	420	-	10	6	7	420	-
	Bollos/hendiduras	Golpes durante los pasos previos. Sin asociación a un proceso concreto	Verificación visual	9	6	7	378	-	9	6	7	378	-
	Ondulaciones (aguas)	Defecto de proveedor o debido al secado en el horno de las masillas de chapa o pintura	Verificación visual	0	6	7	0	-	0	6	7	0	-
	Proyecciones de chapa	Proyecciones metálicas de los procesos de soldadura de chapistería que se adhieren a la carrocería.	Verificación visual	10	6	7	420	Aviso a mantenimiento chapa	9	6	7	378	Revisión robots soldadura
	Masilla de chapa	Restos de masilla de color verde o negra aplicada entre chapas o en los pliegues de los elementos móviles en chapistería. Mala aplicación y posterior mala limpieza.	Verificación visual	0	6	7	0	-	0	6	7	0	-
	Gotas KTL	Fallo de escurrido de carrocerías. Gotas que se cuelan entre chapas y posteriormente escurren en el horno.	Verificación visual	5	6	7	210	Aviso a mantenimiento pintura	5	6	7	210	-

SITUACIÓN ACTUAL DEL CONTROL DE DEFECTOS Y RETRABAJO DE CARROCERÍA PINTADA

PROCESO	FUNCIÓN DEL PROCESO	DEFECTO	CAUSAS POTENCIALES DE FALLO	CONDICIONES EXISTENTES				Medidas tomadas	RESULTADOS				
				CONTROLER ACTUALES	Ocurrencia	Gravedad	Detección		Número de Prioridad de Riesgo (NPR)	Acciones recomendadas	Ocurrencia	Gravedad	Detección
Control y pulido de carrocerías	Inspección visual de la zona asignada	Burbujas KTL	Procedente del proceso de KTL.	Verificación visual	0	6	7	-	0	6	7	0	
		Recrecidos	Exceso de tensión en la cuba de KTL	Verificación visual	0	6	7	-	0	6	7	0	
		Suciedad de base	Suciedades del ambiente que se posan sobre la laca base. Requiere el paso de la carrocería, al menos por las cabinas de Spot-Repair.	Verificación visual	10	6	7	420	-	8	6	7	336
		Suciedad de barniz	Suciedades del ambiente que se posan sobre el barniz. Para solucionar este defecto basta con el paso de la carrocería por la línea de pulido.	Verificación visual	10	6	7	420	-	8	6	7	336
		Suciedad de útil	Suciedades depositadas en la carrocería por los útiles plásticos utilizados para sujetar elementos móviles.	Verificación visual	10	6	7	420	Aviso mantenimiento pintura	7	6	7	294
		Suciedad de bisagra	Fallo de soplado de la cascarilla formada en la bisagra, deposición de este residuo en otras zonas de la carrocería, formación de cascarilla cada vez que un operario abre/cierra una puerta.	Verificación visual	10	6	7	420	Aviso a operarios de línea	8	6	7	336
		Fibras	Suciedad ambiente	Verificación visual	7	6	7	294	-	5	6	7	210

SITUACIÓN ACTUAL DEL CONTROL DE DEFECTOS Y RETRABAJO DE CARROCERÍA PINTADA

PROCESO	FUNCIÓN DEL PROCESO	DEFECTO	CAUSAS POTENCIALES DE FALLO	CONDICIONES EXISTENTES				Medidas tomadas	RESULTADOS				
				CONTROLES ACTUALES	Ocurrencia	Gravedad	Detección		Número de Prioridad de Riesgo (NPR)	Acciones recomendadas	Ocurrencia	Gravedad	Detección
Control y pulido de carrocerías	Inspección visual de la zona asignada	Polvo de lijado	Mala limpieza de la carrocería tras el lijado	Verificación visual	3	6	7	126	Aviso a operarios de línea de preparación de lacas	1	6	7	42
			Carbonilla	Restos de pintura o grasas carbonizados provenientes de los hornos	Verificación visual	0	6	7	0	-	0	6	7
		Gotas de aceite	Restos de aceites utilizados en las cadenas del transporte	Verificación visual	0	6	7	0	-	0	6	7	0
			Gotas de agua	Resultado de los condensados en los hornos.	Verificación visual	1	6	7	42	-	1	6	7
		Pulverizado PVC	Mala limpieza tras los procesos de aplicación de masillas y talonera	Verificación visual	10	6	7	420	Aviso a operarios de línea	7	6	7	294
			Masilla (restos, pegotes)	Mala limpieza tras los procesos de aplicación de masillas.	Verificación visual	10	6	7	420	Aviso a operarios de línea	7	6	7
		Cráteres	Burbuja de agua (de la pintura base agua) que sale al exterior cuando el barniz ya ha comenzado a secarse	Verificación visual	7	6	7	294	Aviso a mantenimiento pintura	5	6	7	210

SITUACIÓN ACTUAL DEL CONTROL DE DEFECTOS Y RETRABAJO DE CARROCERÍA PINTADA

PROCESO	FUNCIÓN DEL PROCESO	DEFECTO	CAUSAS POTENCIALES DE FALLO	CONDICIONES EXISTENTES				RESULTADOS							
				CONTROLLES ACTUALES	Ocurrencia	Gravedad	Detección	Número de Prioridad de Riesgo (NPR)	Acciones recomendadas	Medidas tomadas	Ocurrencia	Gravedad	Detección	Número de Prioridad de Riesgo (NPR)	
Control y pulido de carrocerías	Inspección visual de la zona asignada	Hervidos	Burbuja de agua (de la pintura base agua) que sale al exterior cuando el barniz ya ha comenzado a secarse.	Verificación visual	10	6	7	420	Aviso a mantenimiento pintura	Revisión de la eficiencia del horno intermedio	8	6	7	336	
			Poros en cordón láser techo	Mala aplicación del cordón	Verificación visual	5	6	7	210	Aviso a mantenimiento chapa	Revisión robots soldadura	3	6	7	126
		Descolgados base	Procedentes del proceso de aplicación de lacas. Gotas de pintura que se quedan entre chapas y posteriormente escurren en el horno.	Verificación visual	0	6	7	0	-	-	-	0	6	7	0
			Procedentes del proceso de aplicación de barniz. Gotas de barniz que se quedan entre chapas y posteriormente escurren en el horno.	Verificación visual	0	6	7	0	-	-	-	0	6	7	0
		Gotas disolvente	Defectos producidos al llevarse a cabo procesos como la limpieza del código de barras o el lavado de los robots.	Verificación visual	0	6	7	0	-	-	-	0	6	7	0
			Gotas pintura	Procedentes del proceso de aplicación de lacas. Fallo campana/pistola	Verificación visual	10	6	7	420	Aviso a mantenimiento pintura	Revisión campana/pistolas	8	6	7	336
		Gotas barniz	Procedentes del proceso de aplicación de barniz. Fallo campana/pistola	Verificación visual	5	6	7	210	Aviso a mantenimiento pintura	Revisión campana/pistolas	3	6	7	126	

SITUACIÓN ACTUAL DEL CONTROL DE DEFECTOS Y RETRABAJO DE CARROCERÍA PINTADA

PROCESO	FUNCIÓN DEL PROCESO	DEFECTO	CAUSAS POTENCIALES DE FALLO	CONDICIONES EXISTENTES				RESULTADOS								
				CONTROLES ACTUALES	Ocurrencia	Gravedad	Detección	Número de Prioridad de Riesgo (NPR)	Acciones recomendadas	Medidas tomadas	Ocurrencia	Gravedad	Detección	Número de Prioridad de Riesgo (NPR)		
Control y pulido de carrocerías	Inspección visual de la zona asignada	Escasez	Obstrucción en las pistolas de lacas, finalización del material en el depósito...	Verificación visual	4	6	7	168	Aviso a mantenimiento pintura	Desobstrucción del conducto, llenado del depósito....	1	6	7	42		
				Verificación visual	2	6	7	84	-	-	2	6	7	84		
		Falta de incorporación	Efecto no uniforme en la pintura debido a que una capa se ha secado demasiado antes de pintar otra zona.	Verificación visual	0	6	7	0	-	-	0	6	7	0		
				Verificación visual	0	6	7	0	-	-	0	6	7	0		
		Velo	Diferencias de tonalidad en zonas repintadas con el resto de la carrocería. Efecto difuminado.	Verificación visual	0	6	7	0	-	-	0	6	7	0		
				Verificación visual	2	6	7	84	Aviso a mantenimiento pintura	Revisión del proceso de aplicación	1	6	7	42		
		Defecto de fondo	Mala aplicación de la pintura de base que produce cambios de tonalidad.	Verificación visual	2	6	7	84	Aviso a mantenimiento pintura	Revisión del material	1	6	7	42		
				Verificación visual	2	6	7	84	Aviso a mantenimiento pintura	Revisión del material	1	6	7	42		
		Repulsiones	Contaminación en la pintura													
		Lijado poco efectivo por selección de margarita de grano 5000	Mala colocación de los útiles													
Lijado demasiado agresivo por selección de margarita de grano 3000	Mala colocación de los útiles															

SITUACIÓN ACTUAL DEL CONTROL DE DEFECTOS Y RETRABAJO DE CARROCERÍA PINTADA

PROCESO	FUNCIÓN DEL PROCESO	DEFECTO	CAUSAS POTENCIALES DE FALLO	CONDICIONES EXISTENTES					Medidas tomadas	RESULTADOS				
				CONTROLES ACTUALES	Ocurrencia	Gravedad	Detección	Número de Prioridad de Riesgo (NPR)		Acciones recomendadas	Ocurrencia	Gravedad	Detección	Número de Prioridad de Riesgo (NPR)
Control y pulido de carrocerías	Aplicar pasta de pulir sobre el disco de espuma y sobre la carrocería	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Pulir en cruz en ciclos de 10 segundos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Limpiar restos	Suciedades y restos de pasta	Mala limpieza	SIN DATOS	SIN DATOS	SIN DATOS	SIN DATOS	Aviso a operario de la propia línea	Mejora de la limpieza de restos de pulido	SIN DATOS	SIN DATOS	SIN DATOS	SIN DATOS	
	Sellado de la cartilla del vehículo según zona verificada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Desabollado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Revisado de carrocería	Defectos inadvertidos	Mala revisión	SIN DATOS	SIN DATOS	SIN DATOS	SIN DATOS	Aviso a operario de Q-Serie	Mejora del proceso de control	SIN DATOS	SIN DATOS	SIN DATOS	SIN DATOS	
	Introducción de los defectos no reparados en el FISEQS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Salida de la carrocería y direccionamiento según fallos sin reparar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 11 - AMFE del proceso de control y retrabajo de carrocerías

Los defectos con un mayor índice de prioridad de riesgo previa aplicación de medidas correctivas son aquellos con una tasa de ocurrencia más elevada: picadas, proyecciones de chapa, suciedades, pulverizados PVC, restos de masilla, hervidos y gotas de pintura.

El índice de prioridad de riesgo se puede disminuir reduciendo los índices de evaluación de gravedad (G), ocurrencia (O) y detección (D). Puesto que la gravedad de un defecto no podemos modificarla, nos centraremos en los dos índices restantes.

Al producirse un número elevado de un tipo de defecto, se analiza su origen y se da aviso a las áreas de mantenimiento y producción de esa zona para que se tomen las medidas correctivas adecuadas.

Las picadas y los bollos se producen mayoritariamente debido a golpes y choques de las carrocerías y no se asocian a ningún proceso concreto que pueda revisarse y mejorarse. Por dicha razón, no es fácil aplicar medidas correctivas que disminuyan su índice de ocurrencia y como resultado, sus Números de Prioridad de Riesgo continúan siendo los más altos de la tabla, mientras que otros defectos muy frecuentes, como las suciedades, han disminuido esta cifra.

Mediante este estudio se observa que muchos de los defectos pueden disminuirse aplicando determinadas acciones en el punto de origen del defecto pero es prácticamente imposible erradicarlos todos y aunque así fuera, sería igualmente necesaria una estación dedicada a la verificación de la carrocería. Dicha estación debe ser lo más eficaz posible, disminuyendo así el índice de detección.

El presente proyecto tiene como objetivo la mejora de la detección de los defectos en carrocerías.

7. ORIGEN DE LA PROPUESTA DE CAMBIO.

En la industria del automóvil existe una gran competitividad entre compañías y todas ellas pretenden diferenciarse ante los consumidores con aspectos como la calidad, el precio o el diseño. Dichas empresas precisan de un proceso de mejora continua para mantener su valor frente a los clientes y adaptarse a la evolución del sector.

Cualquier innovación en los procesos productivos que impliquen un abaratamiento de costes, reducción de tiempos o aumento de productividad, es rápidamente

estudiada y adoptada pese al secretismo y la confidencialidad que rodea a cualquier gran empresa.

El presente proyecto surge a raíz de que varios fabricantes de automóviles han comenzado a aplicar técnicas de detección automática de defectos en carrocerías mediante visión artificial.

El ser humano, debido a las limitaciones de la vista, es capaz de detectar el 60% de los fallos existentes en la carrocería pero únicamente es capaz de reconocer el 40%. Además, este porcentaje de fallos será variable en función del tiempo disponible para la inspección, de las condiciones del operario y de la experiencia del mismo.

También hay que tener en cuenta, que conforme se suceden las horas del turno de un operario de detección de defectos, su capacidad de localización desciende debido al cansancio de la vista provocada por la propia actividad.

Con el presente proyecto se busca un aumento de la eficiencia del proceso y el aumento de la tasa de detección de los defectos de las carrocerías. Esto supondría un ahorro indirecto ya que el coste de la reparación de un defecto aumenta casi exponencialmente conforme el producto supera fases de su ciclo de vida y con una mejora del control se evitaría que muchos defectos llegaran hasta el cliente final.

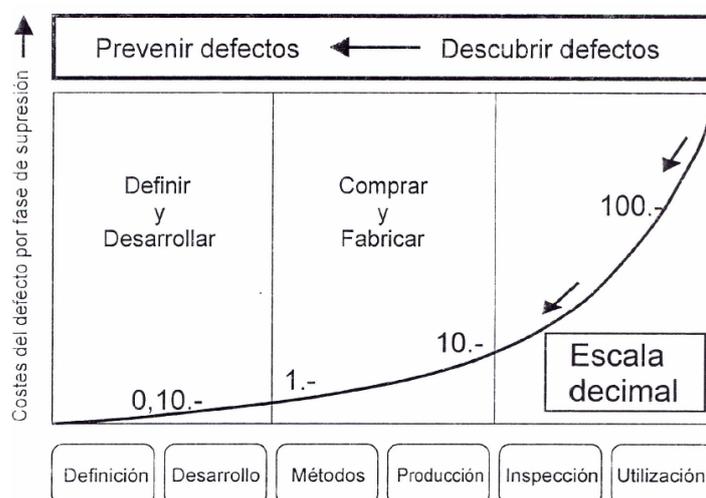


Ilustración 24 - Diagrama función exponencial del coste de defectos [5]

8. MEMORIA DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA

8.1. Premisas

Se pretende modificar el proceso según el diagrama de flujo mostrado a continuación en el que se automatizan las operaciones de detección y marcaje exteriores:

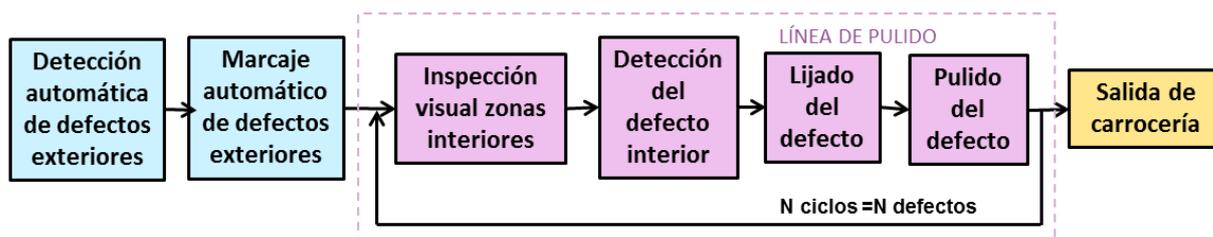


Ilustración 25 - Diagrama de flujo nuevo proceso de control y retrabajo

El requisito fundamental de diseño es la productividad. Actualmente, la fábrica tiene una producción normal de 1408 coches/día y todas las estaciones deben poder satisfacer esta demanda.

Las cuatro líneas actuales de pulido están calculadas para procesar 165 carrocerías/ turno cada una que suman durante los tres turnos 1980 carrocerías/día.

La realidad de estas líneas es que tienen una disponibilidad menor del 100% ya que la línea se para si un pulidor requiere un tiempo mayor para reparar un defecto. Aproximadamente se calcula que se pierde un 10% de la capacidad de la línea por paradas y que realmente pasan por las estaciones de pulido 1782 carrocerías/día (148-149 carr/turno y línea).

La producción de estas líneas no está sobredimensionada respecto a los 1408 coches que salen de la fábrica diariamente, puesto que hay que tener en cuenta que no son 1782 carrocerías diferentes sino que muchas pasan varias veces por las líneas de pulido tras haber sufrido reparaciones o reciclados.

Para el nuevo proceso se establece como requisito una producción similar a la actual (1790 carrocerías/día).

8.2. Análisis de propuestas

8.2.1. Sistema de detección

8.2.1.1. Verificar todo el exterior de la carrocería

La primera propuesta gira en torno a la detección de los defectos. Se pretende crear una estación, tras el paso de las carrocerías por los hornos de lacas, en la que el coche se detenga y cuatro robots fijos realicen la detección automática basándose principalmente en cambios en la reflectividad.

Dichos robots, situados cada uno en

una esquina de la carrocería, alumbrarían su superficie con una gran pantalla LCD que cambiaría continuamente la iluminación

provocando que salga a relucir cualquier irregularidad superficial. Cuatro cámaras en cada robot situadas sobre cada una de las pantallas, grabarían todo el proceso. Estas imágenes se procesarían para localizar los fallos, se solaparían, se montarían sobre un modelo 3D y la información estaría lista para su posterior utilización por los operarios de línea. El método de marcaje o aviso de la ubicación de los defectos se discutirán más adelante.



Ilustración 26 - Imagen carrocería y robots de detección

Tras esta estación siguen existiendo las líneas de pulido con la diferencia de que las carrocerías ya no se dividen en dos grupos para atravesar dos líneas simultáneas.

La mayor parte del trabajo se ha concentrado en una línea, denominada línea rápida que cuenta con 9 pulidores, un varillero y un coordinador. En esta nueva situación, los pulidores ya saben dónde se hallan los defectos externos a reparar y exclusivamente se debe revisar el interior. No se precisan operarios de la Q-serie ya que los robots tienen una tasa de detección de fallos muy cercana al 100%.

Esta línea, con una producción de 300 carrocerías/turno, no se detiene nunca, a diferencia de las actuales que se paran en función de las necesidades de los pulidores provocando tiempos de espera o pasivos. En caso de que se requiera un tiempo mayor para tratar una carrocería, ésta pasaría a la línea paralela que se ha

transformado en una línea de apoyo. En ella, dos pulidores disponen del tiempo necesario para repararla. Está previsto que salgan unas 60 carrocerías/turno de esta línea de apoyo.

8.2.1.2. Verificar parte del exterior de la carrocería

Se trata de una versión más económica de la opción anterior en la que únicamente dos robots, uno a cada lado de la carrocería, realizan la inspección de las zonas claves.

Se consideran zonas claves todas aquellas superficies situadas por encima de la línea de estilo como son el capó, la zona de las manillas de las puertas... Estas son zonas hacia las que se dirige la vista automáticamente, mientras que se presta menos atención a áreas inferiores.

En función del alcance máximo de los robots elegidos, se instalarán de forma fija (en el centro o en diagonal a ambos lados del coche) o sobre un séptimo eje en paralelo a la carrocería sobre el que se puedan desplazar.

La ventaja económica de esta opción no reside en la reducción del número de robots, puesto que los dos séptimos ejes que pueden ser necesarios tienen un precio similar a los robots eliminados. La reducción de la inversión se encuentra al comprar el software y la ingeniería del sistema de visión artificial, que es la partida más cara de la instalación, para dos robots en vez de adquirirlos para los cuatro.

El funcionamiento de la instalación y la nueva configuración de las líneas de pulido son iguales a lo explicado en el punto anterior con la excepción de que los operarios de línea deben revisar de forma visual las zonas exteriores bajo la línea de estilo.

8.2.2. Sistema de señalización de los defectos

8.2.2.1. Mostrar los defectos detectados en una interfaz HMI

Una vez que se obtiene la información acerca de la localización de los defectos, ésta debe ser transmitida a los pulidores de alguna manera.

Esta propuesta se basa en situar en la propia línea de pulido unas pantallas de visualización donde se muestre el modelo en 2D o 3D de la carrocería que

corresponda con los defectos marcados en su superficie. De esta manera, a los operarios les bastaría con mirar dichas pantallas para situar aproximadamente el defecto y lo localizarían más fácilmente sobre la superficie real al tener acotada la zona.

La principal desventaja de este sistema es la pérdida de tiempo que se da cuando el operario estudia la pantalla y trata de ubicar los fallos sobre el modelo real.

8.2.2.2. Implantar una estación de marcaje de fallos con pasta de pulir

La alternativa a la anterior solución consiste en la instalación de una estación que realice un marcaje automático de los defectos de forma que los operarios los detecten de un vistazo.

La estación se situaría tras la cabina de detección y estaría compuesta por dos robots equipados con pistolas, que a partir de los datos de los modelos en 3D proporcionados por la estación anterior, fueran capaces de marcar los defectos con unas gotas de pasta de pulir sobre la carrocería. Al igual que los robots de detección, en función de su alcance máximo serían colocados de forma fija o sobre un séptimo eje.

La pasta de pulir que aplicarían no se seca con el tiempo ni es reactiva con la pintura así que no hay ningún problema con que permanezca sobre la carrocería hasta que llegue a la línea de pulido. Es la misma pasta que utilizan actualmente en la línea.

Hay que tener en cuenta que, para esta solución, es preciso instalar un sistema de suministro de pasta de pulir que lleve el producto hasta la boquilla del robot a la presión y en la dosis adecuada.

8.2.3. *Ámbito del sistema de detección*

8.2.3.1. Implantar el sistema de detección para abastecer a ambas naves de pintura

Como ya se ha mencionado anteriormente, existen cuatro líneas de pulido, dos en cada nave. La opción más cara y arriesgada se basa en automatizar la detección y el marcaje de las carrocerías de ambas naves. Para ello se situarían dos estaciones

de detección entre las columnas E-D/12-13 de cota 11'4m y una única de marcaje en E-D/10-11.

Las carrocerías, a la salida de los hornos de lacas N2A y N2B, se juntarían en el pulmón de carrocerías pintadas (inexistente actualmente) y se trasladarían hasta las estaciones de detección dividiéndose antes de entrar en las cabinas y mezclándose de nuevo para el marcaje. A la salida, las carrocerías utilizarían los raíles del transporte actual para dirigirse a las líneas de pulido de ambas naves.

El siguiente esquema muestra lo anteriormente descrito:

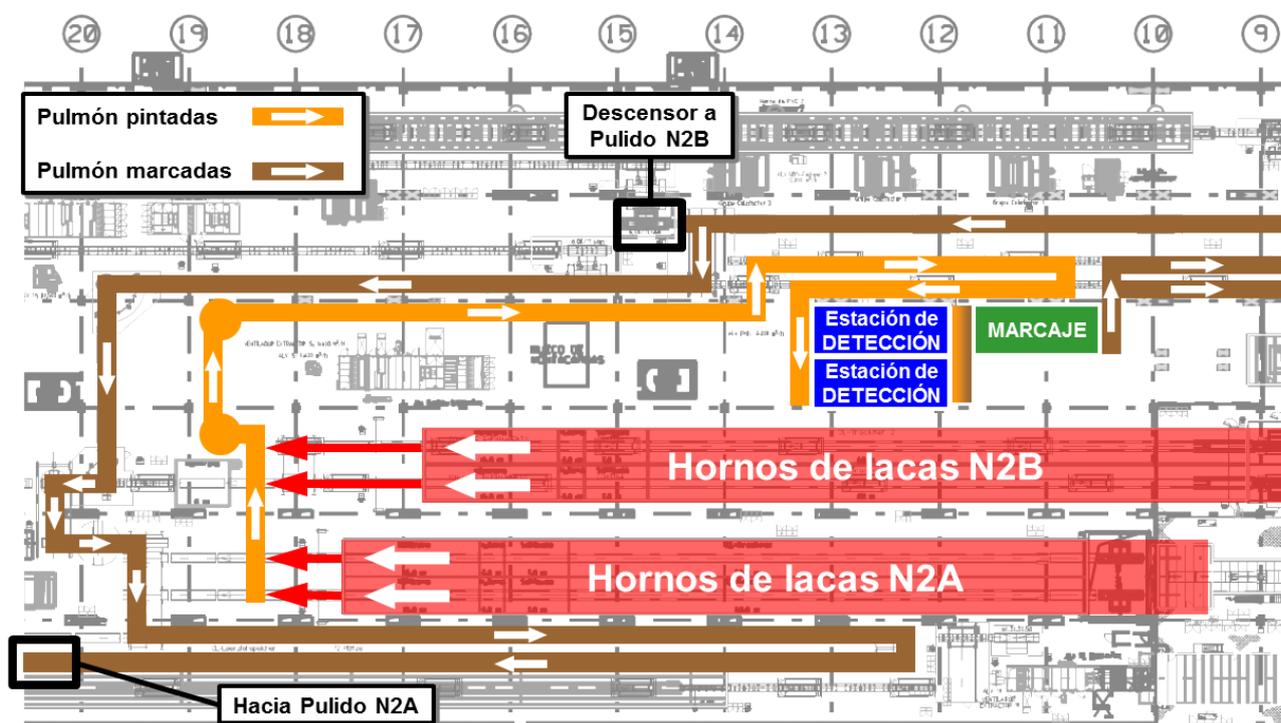


Ilustración 27 - Lay-out para la instalación de las nuevas estaciones en ambas naves (N2A y N2B)

8.2.3.2. Implantar el sistema de detección para abastecer a una única nave

Se trata de una opción provisional de prueba que consiste en automatizar solo la detección y el marcaje de una de las naves utilizando el transporte actual en la mayor parte del recorrido. Únicamente serían necesarias una instalación de detección y una de marcaje y la ubicación sería la misma que en el apartado anterior.

Se trata una alternativa de menor inversión y con posibilidad de ampliación futura en el caso de que la instalación cumpla las expectativas.

El plano muestra de forma esquemática esta solución:

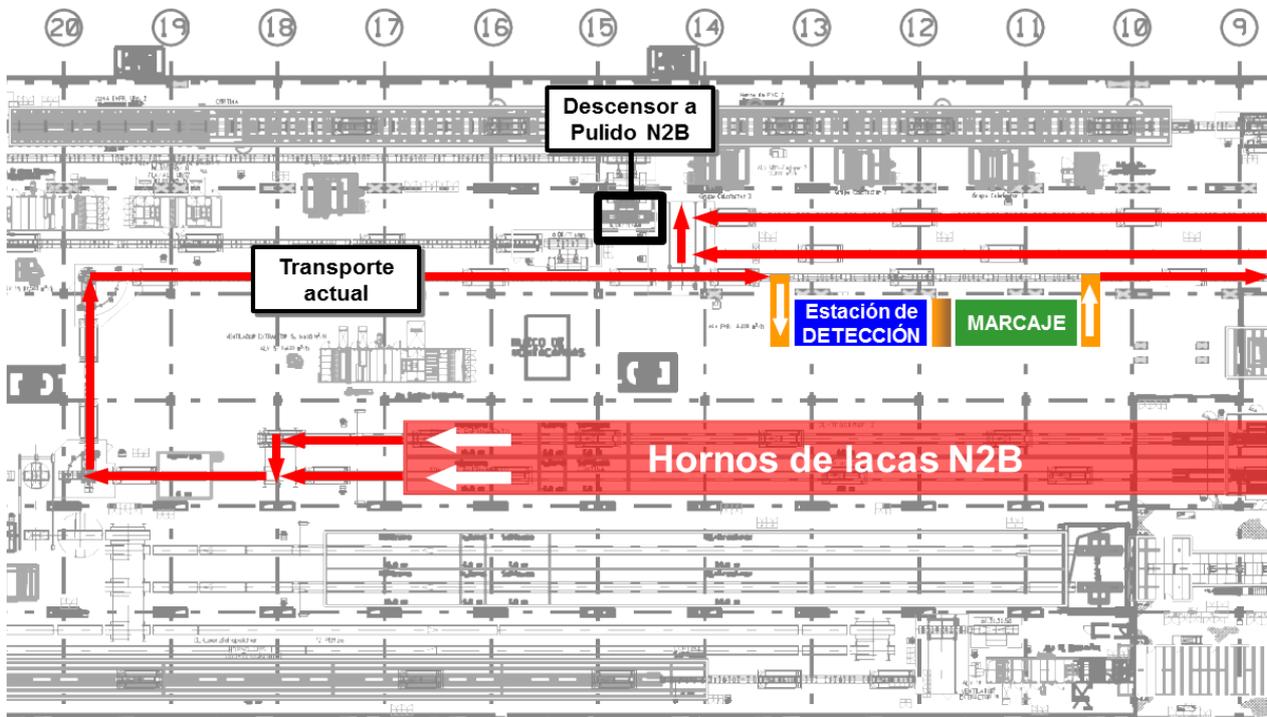


Ilustración 28 - Lay-out para la instalación de las nuevas estaciones en una sola nave (N2B)

8.2.4. Resumen de las opciones

Se enumeran en este apartado las ventajas y desventajas principales que presenta cada una de las opciones descritas anteriormente:

VERIFICAR TODO EL EXTERIOR DE LA CARROCERÍA

VENTAJAS Y DESVENTAJAS

- No hay necesidad de verificar el exterior de la carrocería en la línea ✓
- Necesidad de una estación con 4 robots ✗

VERIFICAR PARTE DEL EXTERIOR DE LA CARROCERÍA

VENTAJAS Y DESVENTAJAS

- Ahorro en cuanto al número de robots necesarios (2) ✓
- Necesidad de un séptimo eje para los robots ✗
- Necesidad de verificar la parte baja de la carrocería en la línea ✗

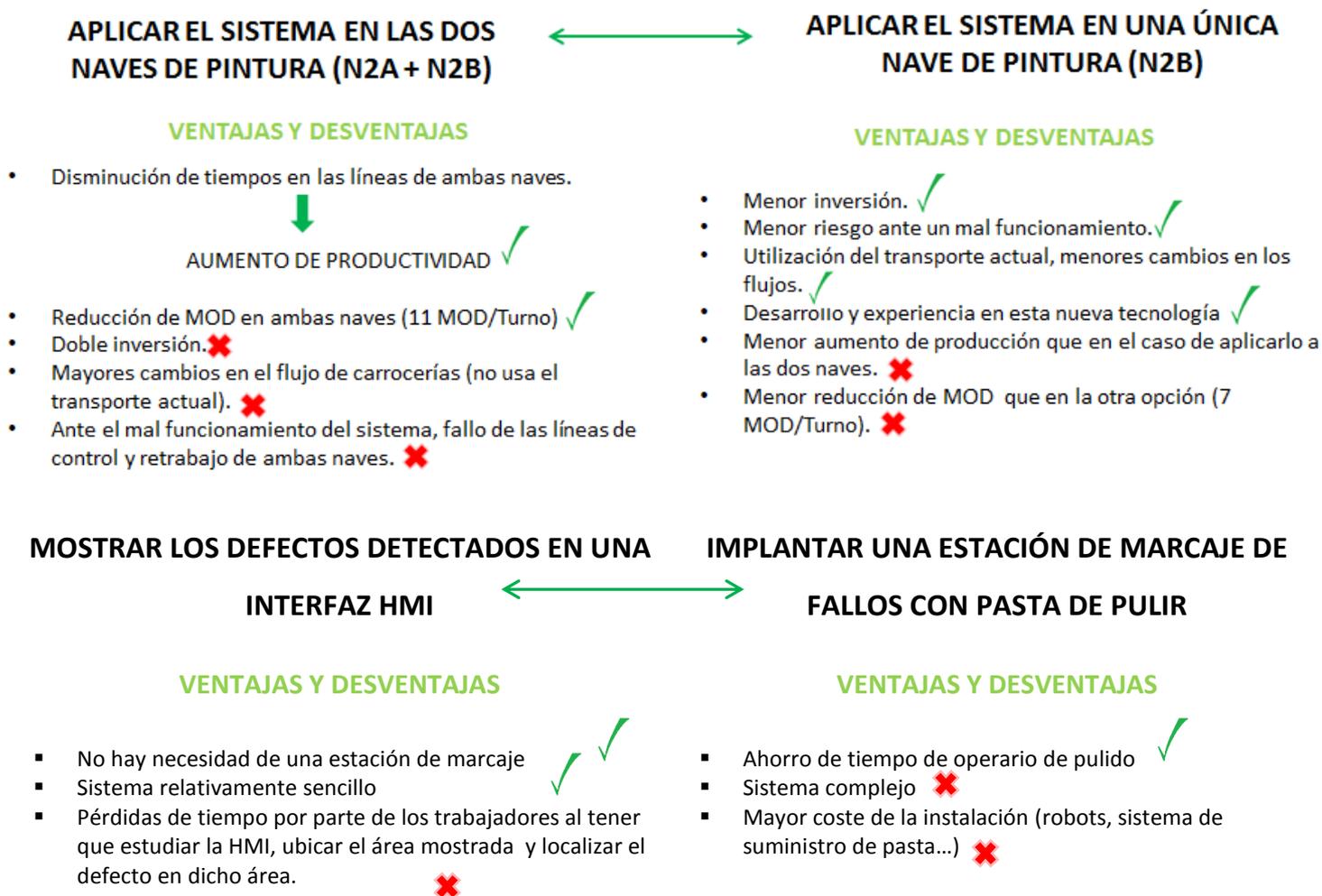
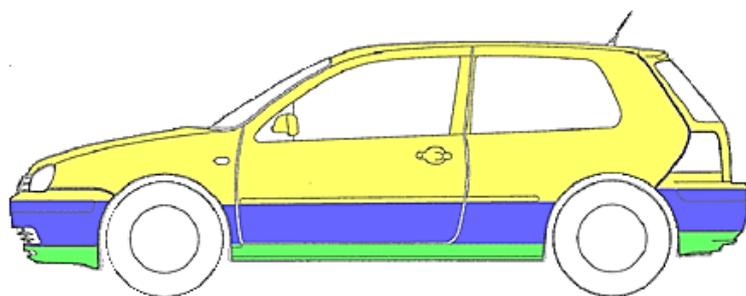


Ilustración 29 - Comparativa de ventajas y desventajas de alternativas

8.3. Selección final

Todos los defectos no se penalizan del mismo modo desde el punto de vista de una auditoria de calidad. Se consideran más graves aquellos situados en las zonas más visibles como son el capó, las aletas, el techo y la zona de la manilla de las puertas mientras que los localizados en los bajos, los interiores y la talonera tienen una importancia menor.

A continuación se muestra mediante imágenes las distintas zonas de penalización de la carrocería:



ZONA 1: Defectos molestos. Penalización alta.

ZONA 2: Las irregularidades no se detectan directamente. Penalización media

ZONA 3: Rara vez se detectan las irregularidades. Penalización baja

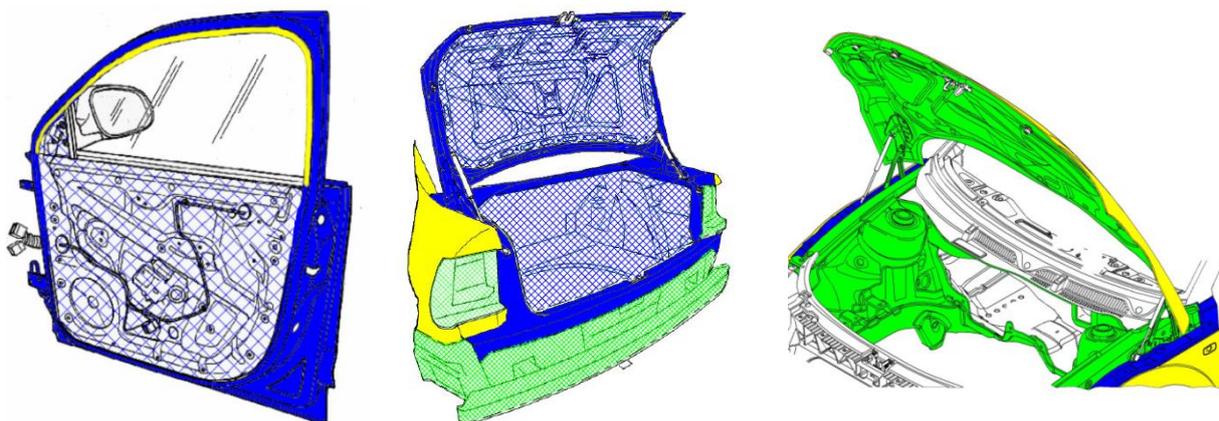


Ilustración 30 - Zonas de penalización de carrocerías en auditoría de calidad

A partir del estudio de frecuencia de aparición de defectos, se ha obtenido una tabla con las zonas de la carrocería que mayor porcentaje de defectos han presentado.

ZONA CARROCERÍA	PORCENTAJE DEFECTOS	ZONA DE PENALIZACIÓN
Estribera DCH (int)	25.1%	Zona 3
Estribera IZQ (int)	17.1%	Zona 3
Talonera DCH	6.6%	Zona 3
Talonera IZQ	5.6%	Zona 3
Portón ext IZQ	3.4%	Zona 1
Puerta del int DCH	2.9%	Zona 2
Mont C int DCH	2.7%	Zona 2
Capó del IZQ	2.6%	Zona 1

Capó del DCH	2.2%	Zona 1
Techo IZQ	2.2%	Zona 1
Puerta del int IZQ	2.1%	Zona 2
Techo DCH	2.0%	Zona 1
Aleta del IZQ	1.9%	Zona 1
Aleta del DCH	1.8%	Zona 1
Resto de zonas	21.8%	-

Tabla 12 - Zonas de la carrocería con mayor porcentaje de defectos

Estos resultados se pueden extrapolar y se puede afirmar que más del 15% de los defectos de una carrocería se encuentran sobre la línea de estilo inferior lo que supone una penalización bastante elevada.

Estableciendo como criterio de selección la reducción de costes de la inversión, elegimos la alternativa de la detección de la parte superior de la carrocería (sobre línea de estilo inferior) ya que esta estación con dos robots sería suficiente para localizar la gran mayoría de los defectos de la zona 1 y su coste sería la mitad que la opción de la revisión completa de la carrocería (4 robots).



Ilustración 31 - Imagen de la zona a detectar por la estación (verde)

Puesto que se trata de una tecnología completamente desconocida en Volkswagen Navarra, de la que no se conocen los resultados y que además implica una inversión muy alta, se opta por reducir el gasto instalando la estación de detección parcial únicamente en la nave N2B.

En caso de que el funcionamiento de dicha estación sea satisfactorio, podría planearse una ampliación instalando una segunda cabina que abastezca de carrocerías verificadas automáticamente a la nave N2A.

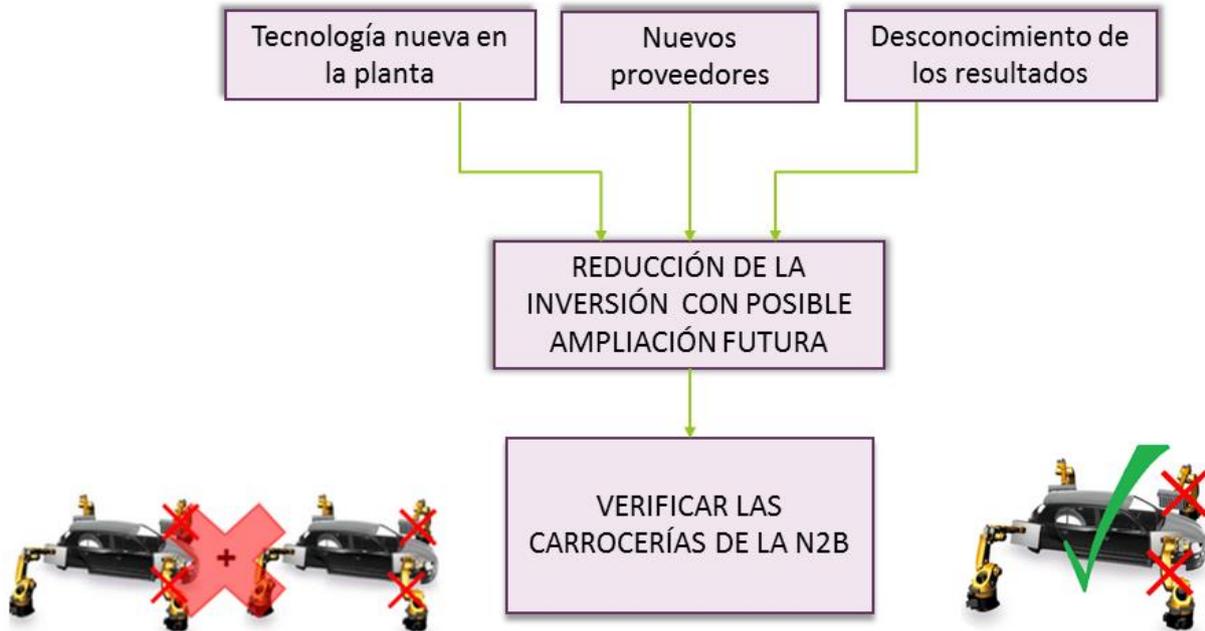


Ilustración 32 – Esquema selección final por reducción de la inversión

Respecto a la forma de mostrar los defectos a los operarios de pulido, si bien son más económicas las pantallas HMI, la opción que nos permite una mayor reducción del tiempo tacto es la que propone una estación de marcaje que señale los defectos de una forma visual para los pulidores de línea. Además, la reducción del tiempo tacto, permite producir más carrocerías por turno y esto se traduce en un mayor ahorro a la larga.



Ilustración 33 - Esquema selección final por reducción de tiempo tacto

Se concluye que la instalación se compondrá de dos estaciones, una de detección de defectos en las áreas del vehículo sobre la línea de estilo inferior y una de marcaje, que realizarán el control de las carrocerías de una única línea (N2B).

8.4. Resultados finales

8.4.1. Sistema de visión artificial

El sistema de visión artificial que se propone instalar es el sistema REFLECTControl desarrollado por la compañía alemana Micro-Epsilon $\mu\epsilon$. Está basado en la deflectometría de medición de fase.

Una carrocería puede aproximarse a una superficie especular, y este tipo de superficies reflejan los rayos luminosos con un ángulo determinado pero cuando existe una imperfección en la superficie, los rayos son enviados en todas las direcciones.

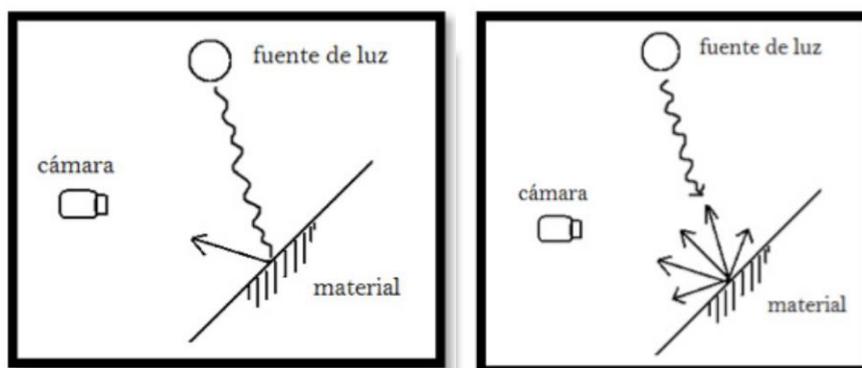


Ilustración 34 - Reflectividad superficie especular y difusa [6]

La deflectometría es una técnica que aprovecha estas variaciones en la reflectividad.

El Sistema REFLECTControl barre la carrocería proyectando patrones de luz generados por una pantalla LCD, captura las imágenes con cuatro cámaras y analiza el cambio de fase en los patrones reflejados por la carrocería.

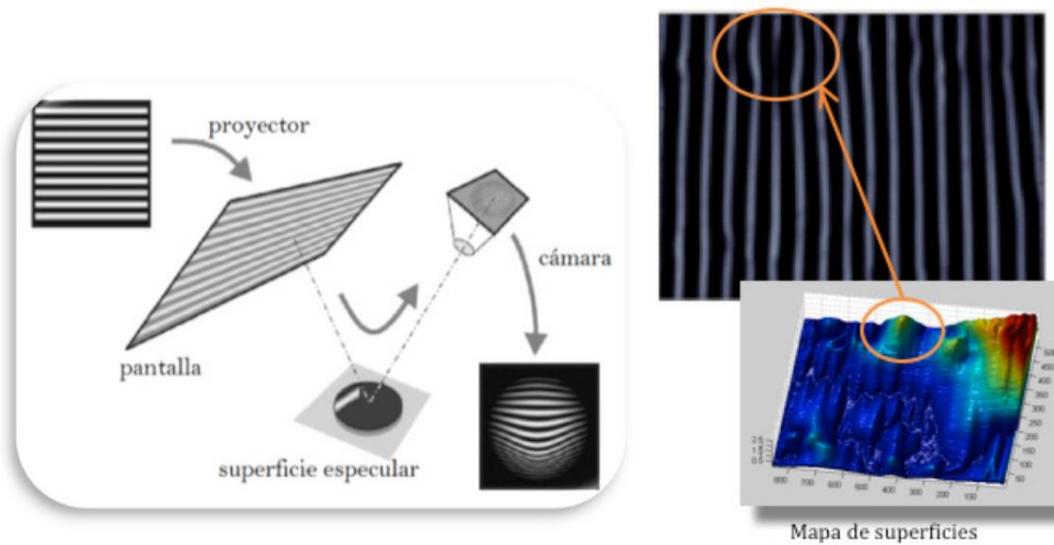


Ilustración 35 - Sistema de visión por deflectometría de medición de fase [6]

De esta manera, el sistema es capaz localizar los defectos a partir del análisis de las imágenes de las cámaras.

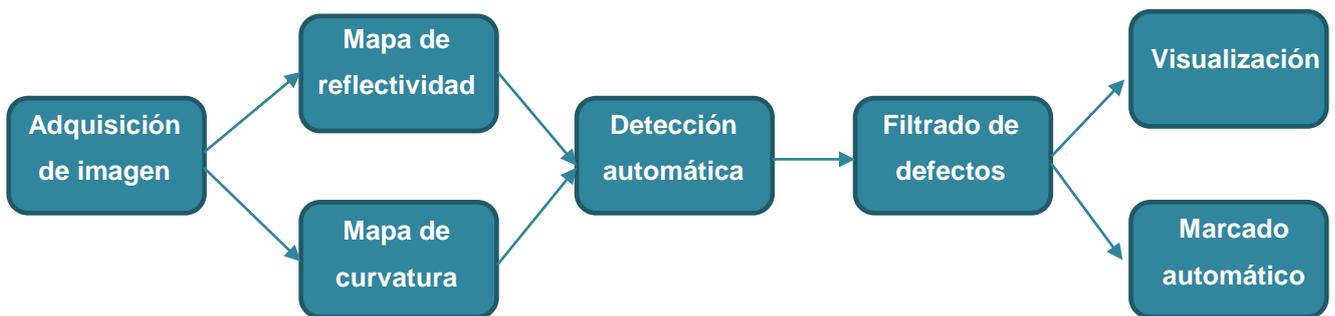


Ilustración 36 - Diagrama de flujo sistema REFLECTControl

Como ya se ha mencionado anteriormente, la pantalla LCD, las cámaras y el soporte, proporcionados por $\mu\mathcal{E}$, irán integrados sobre dos robots que estarán programados para que recorran la carrocería a la velocidad precisa y con tantas paradas como requiera el sistema.

8.4.2. Parte mecánica de la instalación

8.4.2.1. Especificaciones mecánicas de los robots

Los robots de las estaciones de detección y marcaje deben cumplir unas especificaciones mecánicas determinadas asociadas a las medidas de la carrocería y a determinados elementos del sistema.

Las dimensiones de la carrocería del Polo A05 GP son:

- 3791mm de longitud
- 1681mm de anchura
- 1228mm de altura
- 310 kg de peso

Sin embargo, la carrocería que se toma como referencia no es el Polo A05 GP sino el VW 368 Tourán que es la carrocería más grande y más pesada del grupo de furgonetas compactas. Al tomar estos datos para dimensionar las estaciones, éstas serán aptas para el paso de cualquier carrocería en el caso de la producción de un nuevo modelo en la fábrica. Los parámetros de dicha carrocería son:

- 4228mm de longitud.
- 1773mm de anchura.
- 1408mm de altura a lo que hay q añadir la altura del skid y de la mesa de transporte.
- 430kg de peso.

Robots de la estación de detección automática

En el caso de los robots de detección, es preciso que tengan un alcance suficiente para realizar el barrido de toda la carrocería por encima de la línea de estilo portando cuatro cámaras y la gran pantalla LCD que iluminará la superficie a inspeccionar. Se buscan robots con al menos 6 ejes y muñecas esféricas que permitan adoptar cualquier posición y orientación dentro de su volumen de trabajo.

El conjunto formado por la pantalla LCD de 125x72x8 cm³ (50 pulgadas aprox), las cuatro cámaras y la estructura de soporte pesa 47 kg. Calculando este dato con un coeficiente de seguridad de 0'1, necesitamos un robot capaz de soportar una carga útil de 52 kilogramos aproximadamente.

Partiendo de estos datos, se estudia el catálogo de modelos de la empresa FANUC que es uno de los proveedores de robots más habituales en Volkswagen Navarra S.A. debido a su amplia gama de productos y el buen resultado de los mismos.

Se acota la búsqueda a los robots destinados a cargas medias (entre 50 y 100 kg máximo). Se trata de robots relativamente grandes y robustos, sin problemas para elevarse por encima de la carrocería ni para elevar pesos o elementos voluminosos.

	Modelo de Robot	Controlador	Ejes	Máx. capacidad de carga en muñeca [kg]	Repetibilidad [mm]	Peso mecánico [kg]	Alcance Máximo [mm]
M-710iC	50	R-30iA	6	50	±0.07	560	2050
	50E		6	50	±0.07	560	2050
	50S		6	50	±0.07	545	1360
	70		6	70	±0.07	560	2050
	20L		6	20	±0.15	540	3110
R-1000iA	80F	R-30iA	6	80	±0.2	620	2230
	100F		6	100	±0.2	665	2230

Ilustración 37 - Catálogo robots FANUC

Se selecciona el modelo de robot M-710iC 70 puesto que es el que más se acerca a las especificaciones de carga reales.

Las características de la unidad mecánica de dicho modelo de robots son:

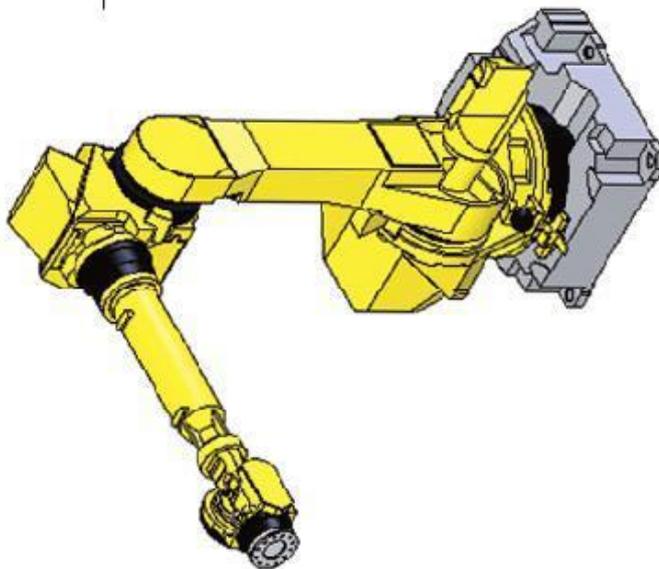
- Controlador R-30iA
- 6 ejes
- 70 kg máx. de capacidad de carga en la muñeca
- Repetibilidad de movimientos con una tolerancia de ± 0.07 mm
- Peso mecánico de 560 kg
- Alcance máximo de 2050mm (brazo completamente estirado)



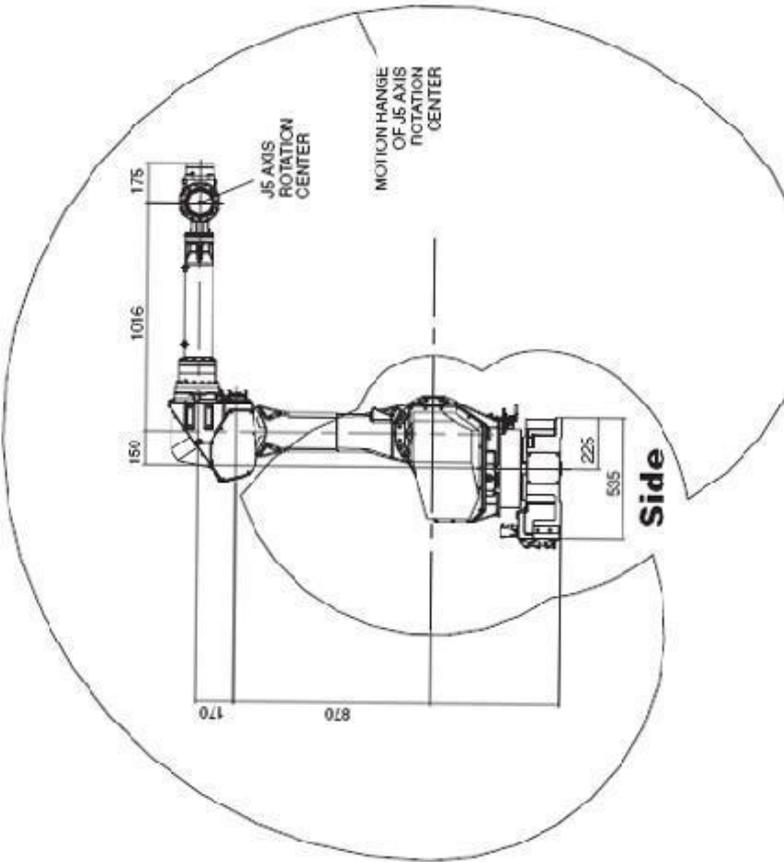
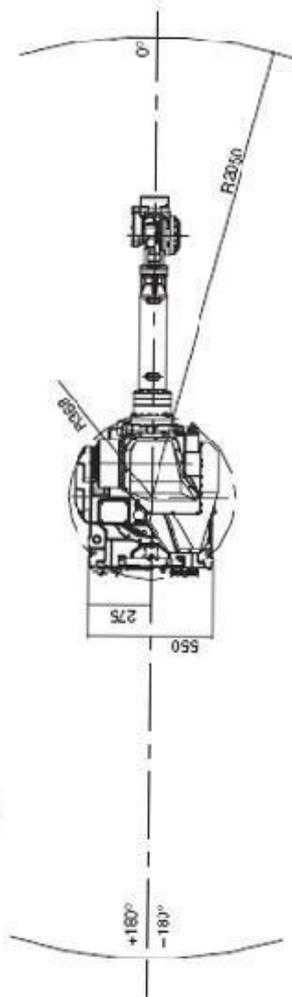
Ilustración 38 - Fotografía robot M-710iC 70

M-710iC/70 Dimensions

Isometric



Top



Side

Front

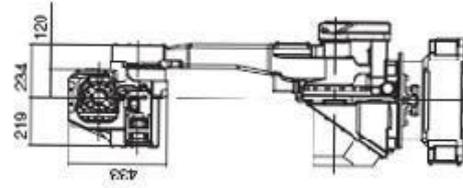


Ilustración 39 - Plano dimensiones y volumen de trabajo M710iC 70

A partir de las medidas de los planos se calcula mediante dos sencillos esquemas si los robots tendrán un alcance suficiente para barrer la parte superior de la carrocería al completo. Se muestran los alcances máximos de los brazos manteniendo el ángulo de 90° entre el eje 1 (vertical) y el eje 2 y considerando la pantalla LCD de dimensiones $1250 \times 720 \times 80 \text{ mm}^3$.

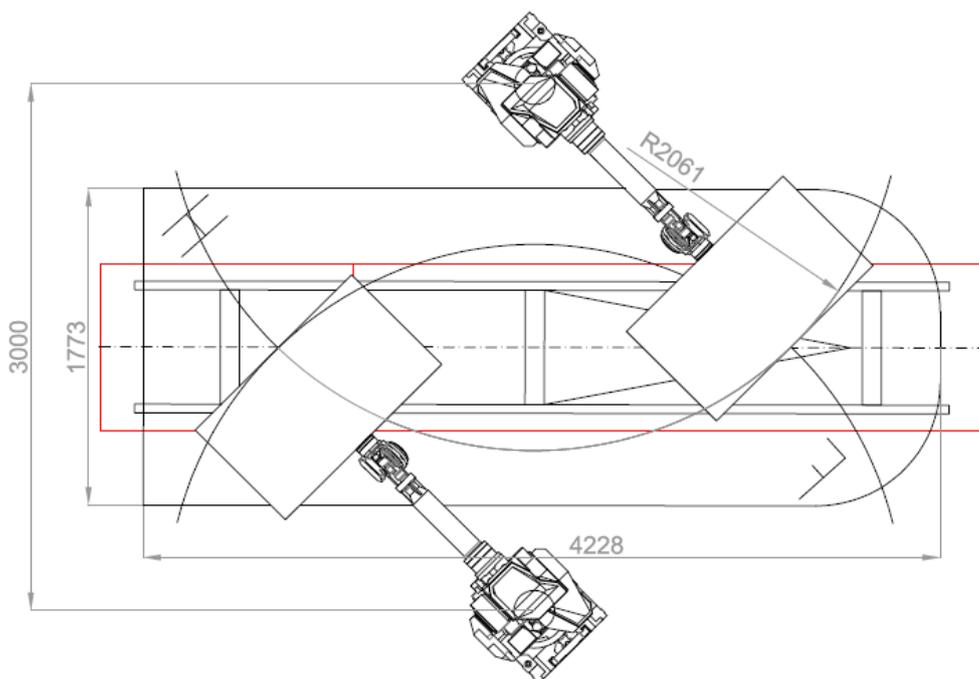


Ilustración 40 - Plano alcance de los robots de detección I

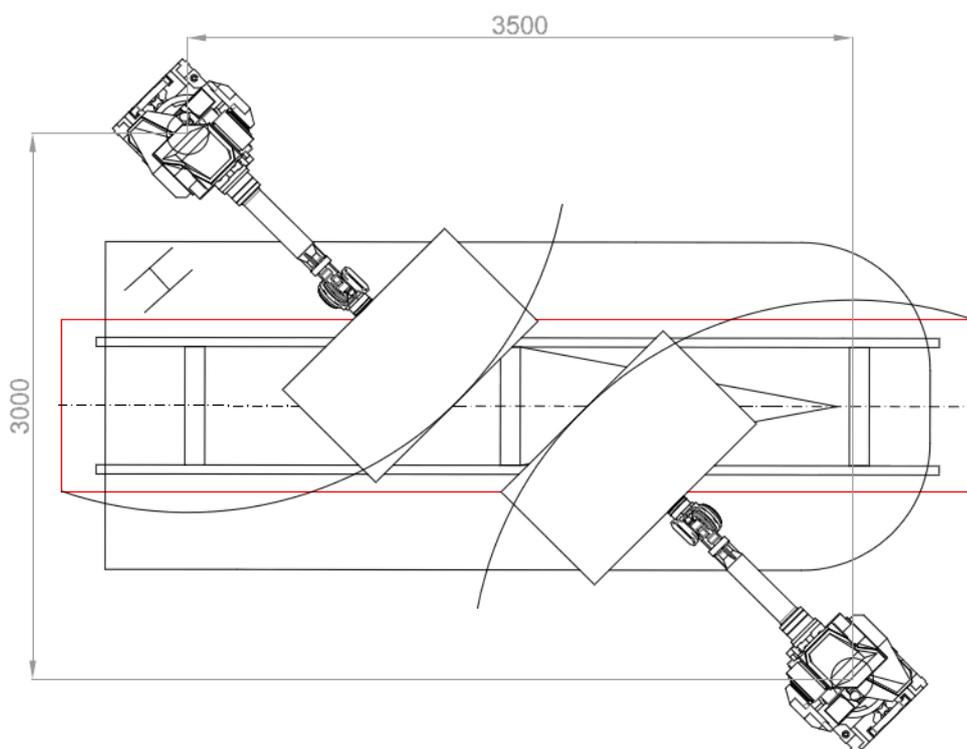


Ilustración 41 - Plano alcance de los robots de detección II

Queda demostrado que dos robots de detección por sí solos no son capaces de abarcar la carrocería al completo. Es precisa la instalación de séptimos ejes en el suelo de la instalación que permitan a los robots desplazarse en paralelo al eje longitudinal de la carrocería.

Robots de la estación de marcaje automático

Los robots de la estación de marcaje, deben ser capaces de abarcar el mismo campo de trabajo que los de inspección pero a diferencia de estos, los robots de esta estación no precisan requerimientos de carga útil puesto que solo portarán una boquilla de aplicación de pasta de pulir. Se buscan, como en el caso anterior, robots de 6 ejes con adaptabilidad a un séptimo en caso de no tener un alcance suficiente para barrer el área requerida.

Estudiando de nuevo el catálogo de robots de FANUC, se selecciona el modelo M-710iC 20L que es de la misma familia que el anterior y además ya se utiliza actualmente en las instalaciones de cera fría. El hecho de utilizar robots ya presentes en la fábrica facilita la disponibilidad de recambios.

	Modelo de Robot	Controlador	Ejes	Máx. capacidad de carga en muñeca [kg]	Repetibilidad [mm]	Peso mecánico [kg]	Alcance Máximo [mm]
M-710iC	50	R-30iA	6	50	± 0.07	560	2050
	50E		6	50	± 0.07	560	2050
	50S		6	50	± 0.07	545	1360
	70		6	70	± 0.07	560	2050
	20L		6	20	± 0.15	540	3110

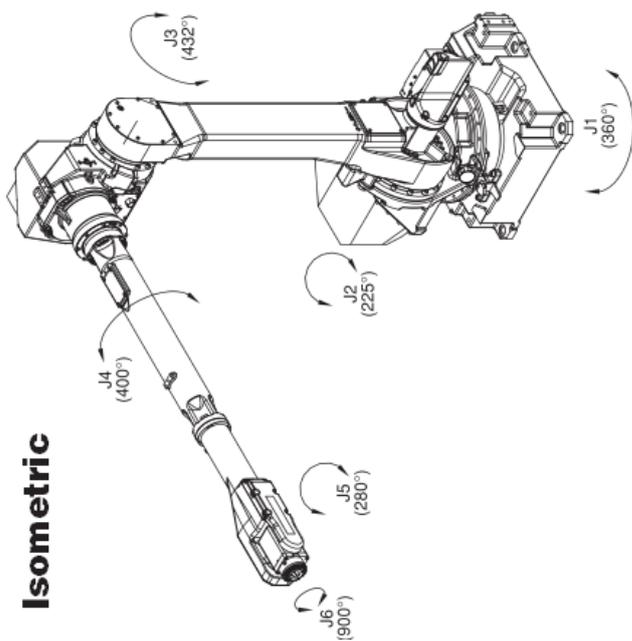
Ilustración 42 - Catálogo robots FANUC

Las especificaciones del robot seleccionado son:

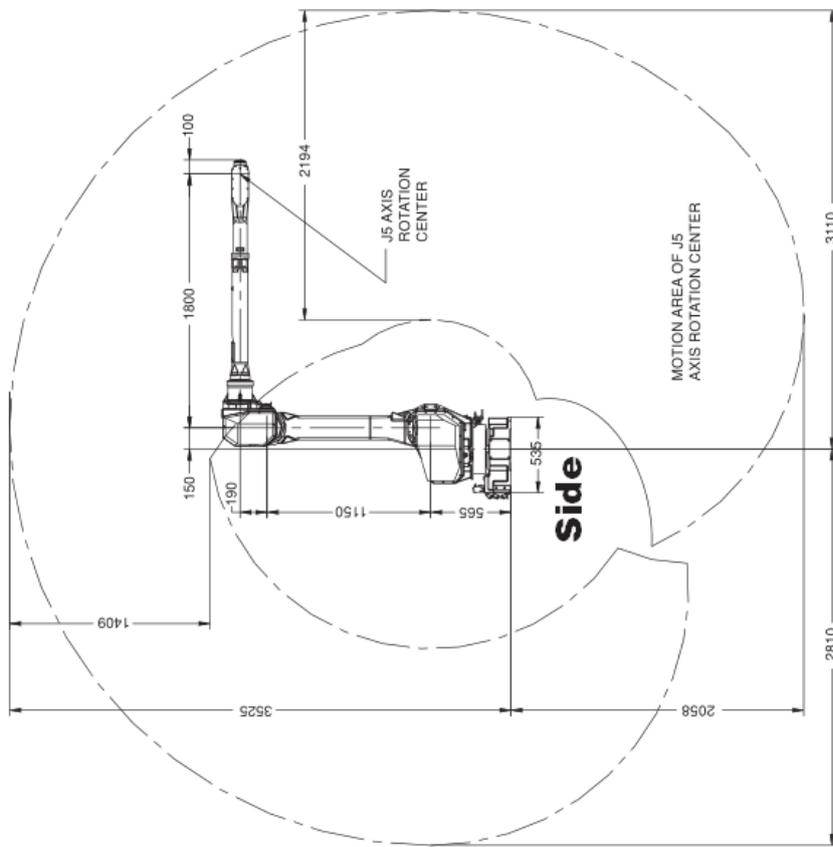
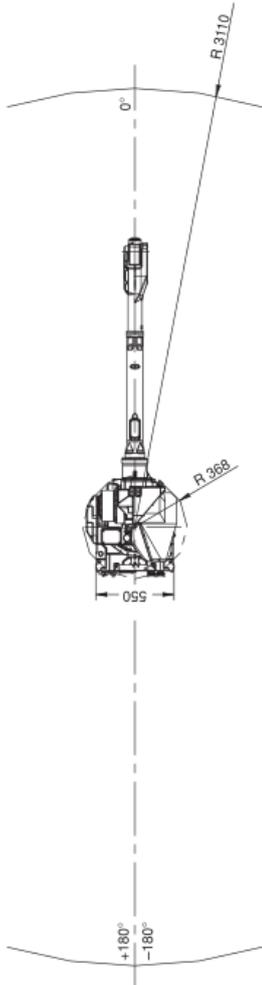
- Controlador R-30iA
- 6 ejes
- 20 kg máx. de capacidad de carga en la muñeca
- Repetibilidad de movimientos con una tolerancia de ± 0.15 mm
- Peso mecánico de 540 kg
- Alcance máximo de 3110mm (brazo totalmente extendido)

M710iC/20L Dimensions

Isometric

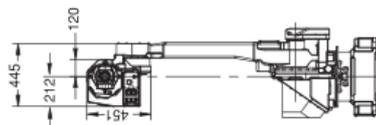


Top



Side

Front



Footprint

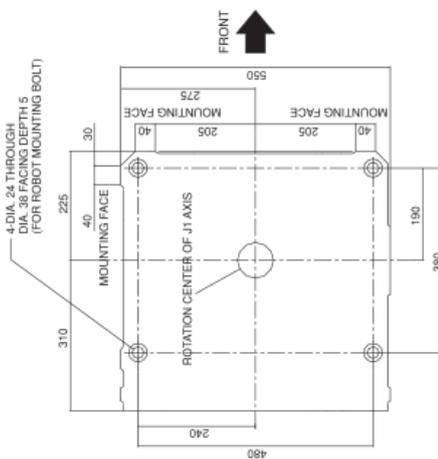


Ilustración 43 - Plano dimensiones y volumen de trabajo M710iC 20L

Al igual que en el caso de la estación de detección, se estudia el alcance de los robots de marcaje para determinar si es o no necesario la instalación de séptimos ejes.

Se muestra el alcance del robot manteniendo el ángulo de 90° entre el eje 1 y el eje 2 y considerando la longitud de la boquilla de 194mm.

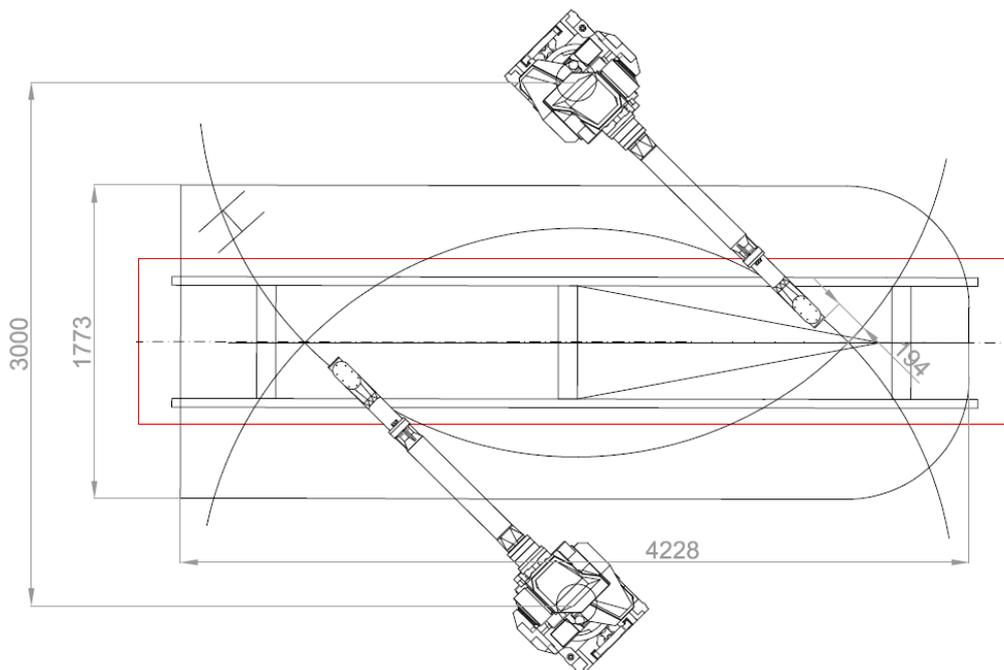


Ilustración 44 - Plano alcance de los robots de marcaje I

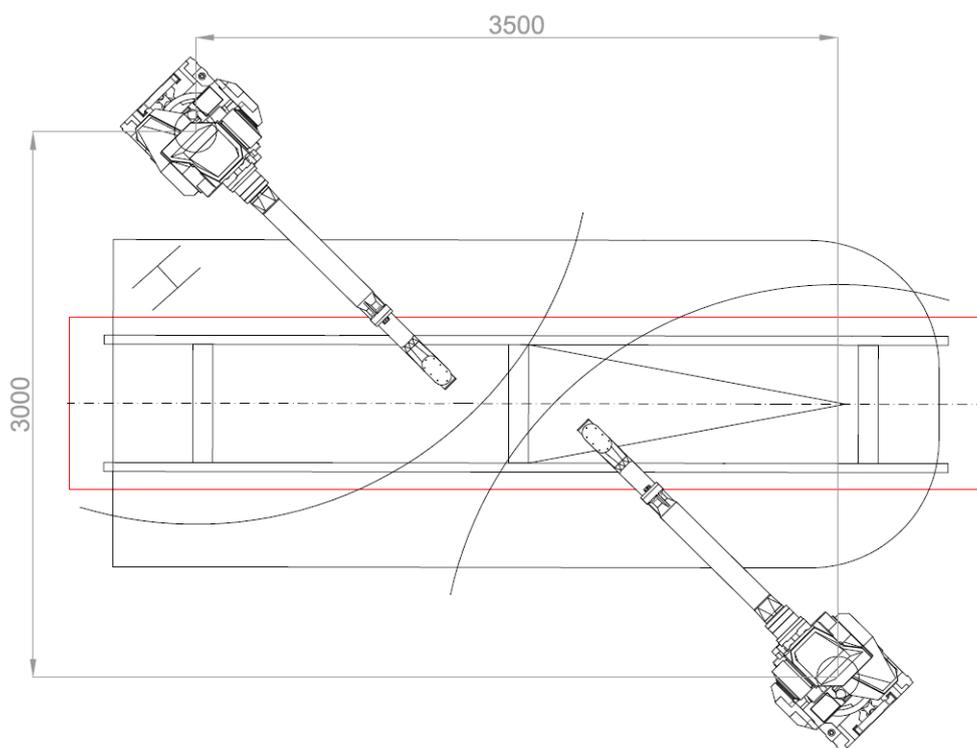


Ilustración 45 - Plano alcance de los robots de marcaje II

El resultado es el mismo que en el caso anterior, los robots por sí solos no son capaces de abarcar la carrocería completa.

8.4.2.2. Séptimos ejes

Como ya se ha demostrado en el apartado anterior, es precisa la instalación de séptimos ejes longitudinales. Se estima que estos deben tener una carrera de 4'5m aproximadamente.

Los carenados de los séptimos ejes cubrirán totalmente la parte de deslizamiento de los carros de los robots y serán transitables, por lo que serán de chapa lagrimada de acero inoxidable, estarán dotados de aperturas adecuadas para la manipulación de la instalación eléctrica y llegarán hasta los extremos sin dejar ningún tipo de holgura.

Los séptimos ejes a suministrar no necesitarán engrase.

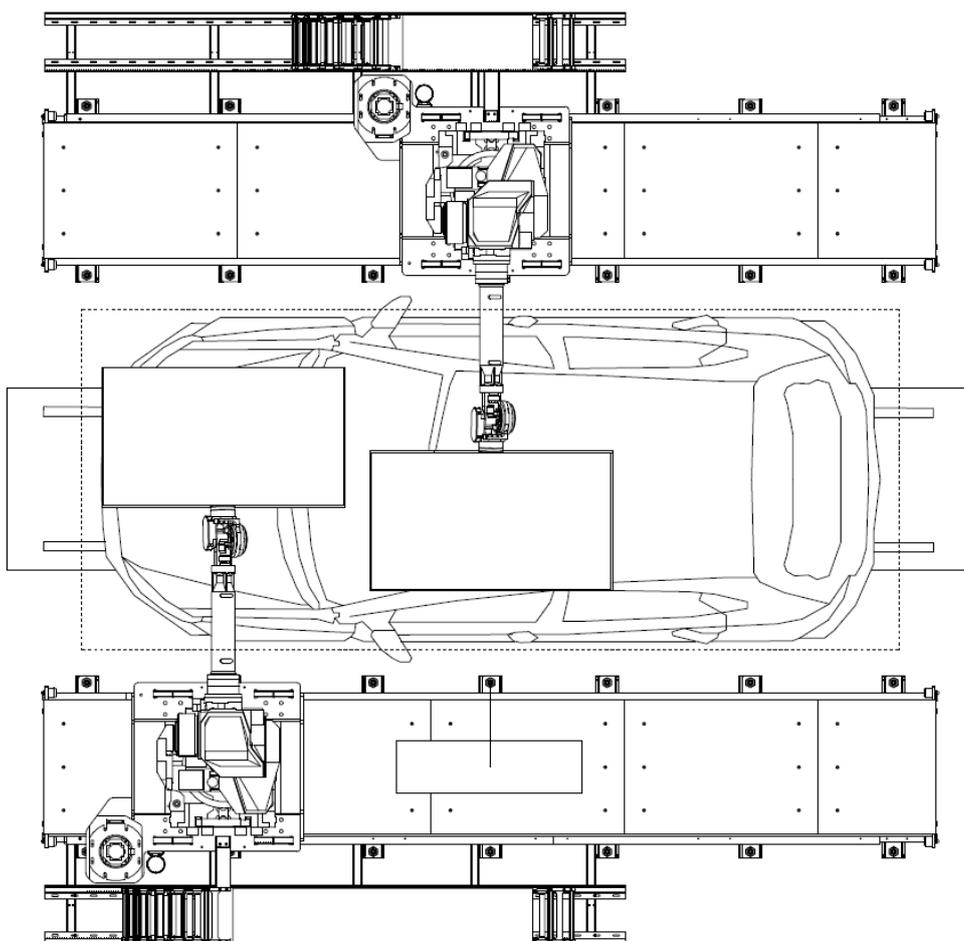


Ilustración 46 - Plano robots de detección con séptimos ejes

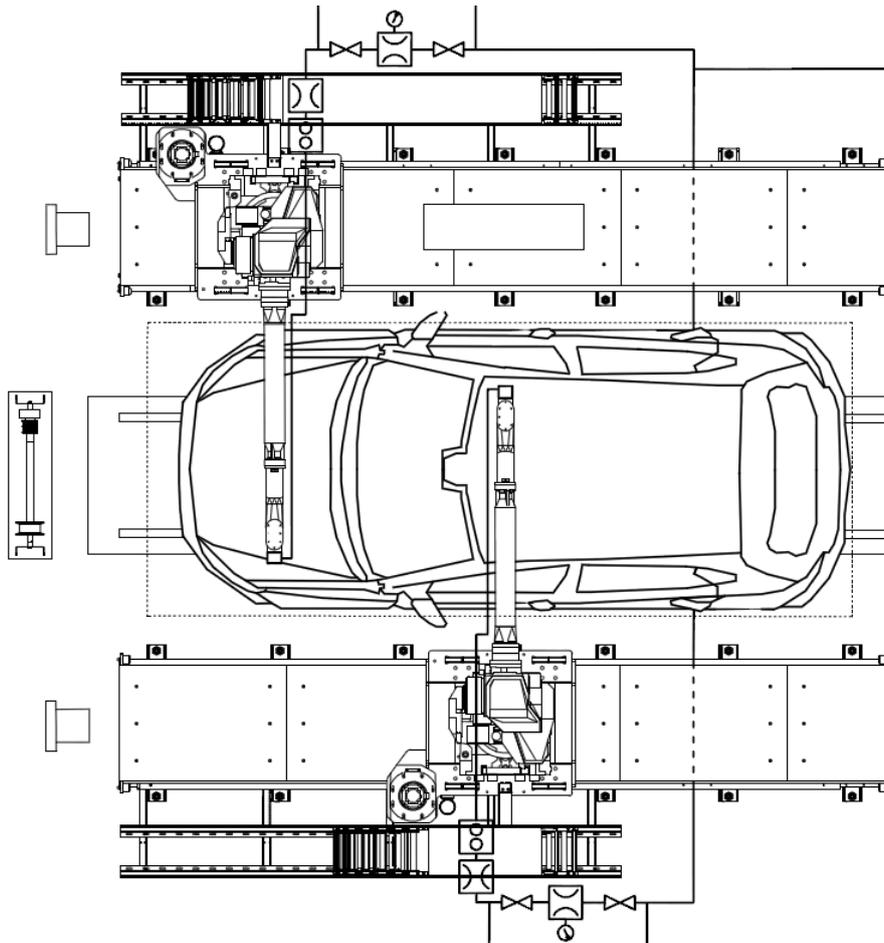


Ilustración 47 - Plano robots de marcaje con séptimos ejes

Junto a estas líneas se muestra, a modo ilustrativo, una fotografía de la instalación de aplicación de FAD (masilla fina) en la que se halla un robot M710iC 70 sobre un séptimo eje.



Ilustración 48 - Fotografía robot M710iC 70 sobre séptimo eje

8.4.2.3. Modificaciones transporte. Conexiones. Mesas

Una parte importante del presente proyecto son las modificaciones necesarias en el lay-out actual para dirigir las carrocerías hacia la ubicación seleccionada para la nueva instalación.

Dicha ubicación se encuentra entre las columnas D-E 14 y D-E 9 de cota +11'4m de la nave N2AB. A continuación se muestra la localización en el plano de la nave:

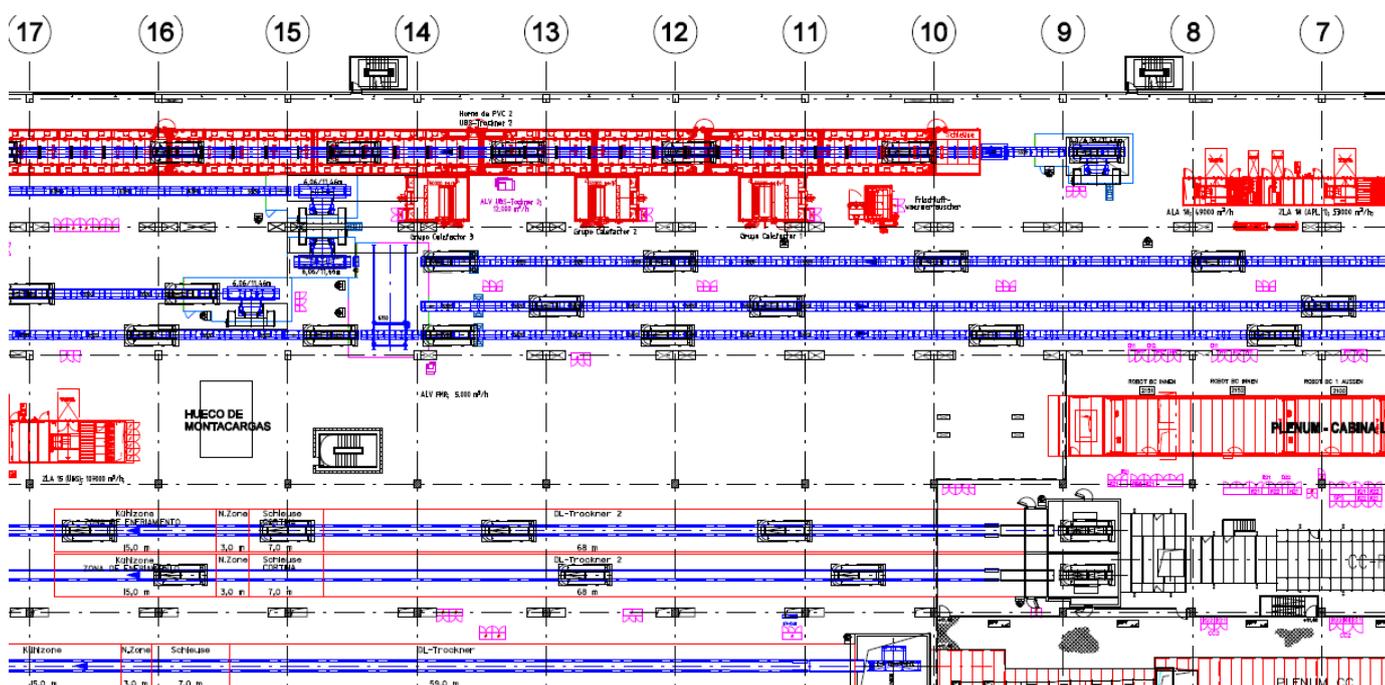


Ilustración 49 - Plano de ubicación de la nueva instalación

En primer lugar se hace un reconocimiento de la zona para detectar elementos que imposibiliten o dificulten la instalación de las estaciones o el diseño del nuevo lay-out y se realizan mediciones de los mismos. Actualmente el área seleccionada para la instalación se destina al almacenaje de recambios de mantenimiento como puede observarse en la fotografía:



Ilustración 50 - Fotografía emplazamiento instalación

También deben realizarse mediciones de las mesas del transporte actual para conocer sus medidas y situar los puntos de principio y fin de cada una de ellas. Esto es importante a la hora de sustituir una mesa por otro sistema de transporte o añadir elementos con el fin de desviar las carrocerías hacia la nueva instalación.

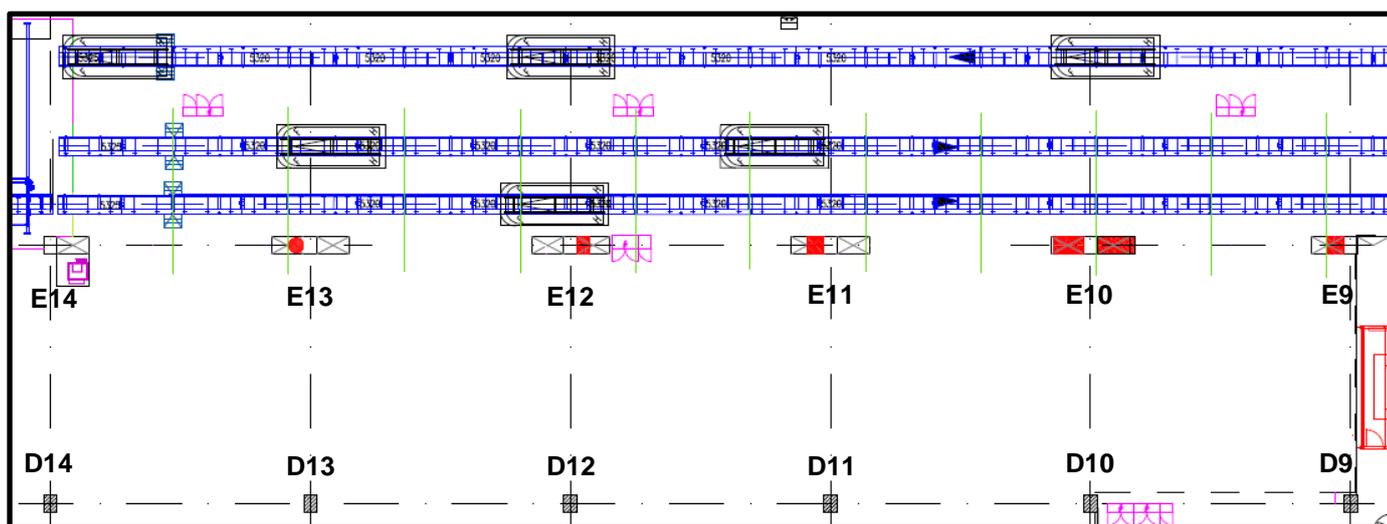


Ilustración 51 - Plano emplazamiento instalación: conductos de ventilación y límite de mesas

En el plano anterior se muestran en verde las líneas de separación entre mesas y en rojo los conductos de ventilación anexados a las columnas.

Una vez asumido el espacio libre disponible para la instalación se empieza a concretar el nuevo transporte.

Puesto que debe preverse una futura ampliación de la instalación para satisfacer a ambas naves, debe dejarse espacio para una segunda estación de detección y su transporte en los cuadrantes reservados. Cada una de las estaciones ocupará 8x6m aproximadamente incluyendo cerramientos de seguridad.

Tal y como se ha explicado anteriormente en la sección de alternativas, el layout de la instalación utilizará buena parte del transporte actual de las carrocerías. En la situación presente los coches avanzan en sentido decreciente de número de columna por el rail situado junto a los pilares E con la parte trasera de la carrocería por delante. No obstante, en un punto del recorrido entre las columnas E14 y E13 se deben desviar las carrocerías hacia la cabina de detección.

Entre dichas columnas, es preciso conectar el rail del transporte actual con uno paralelo situado a 4'9m (distancia entre ejes) que atravesará las cabinas de detección y marcaje.

Es posible salvar esta distancia transversal mediante dos elementos:

- Carro transportador: Se trata de un sistema de transporte de skids en el que un carro porta-patines se desplaza transversalmente al eje del propio skid trasladando la carrocería desde una posición inicial hasta colocarla en la posición final.

El carro dispone de rodillos motorizados para facilitar la recepción de la carrocería desde la mesa de transporte anterior y la entrega a la mesa posterior.

En la foto se observa un carro transportador de la nave de pintura en cota +6'00m.



Ilustración 52 - Fotografía carro transportador

- Mesa transferidora: Al igual que el carro transportador, también es un sistema de transporte transversal de skids. La principal diferencia radica en que con este sistema se traslada únicamente la carrocería y no las mesas.

Para recibir la carrocería, la mesa se eleva y activa los rodillos motorizados. Esto permite que el skid se desplace sobre ella sin interferir con la cadena. Una vez situado correctamente sobre la mesa, la mesa desciende y el patín queda apoyado sobre la cadena, que al desplazarse arrastra la carrocería hasta la siguiente mesa sobre la que se detiene. Por último, la mesa se eleva para despegar el skid de la cadena y situarse a la altura de la mesa de siguiente, y activa los rodillos motorizados para entregar la carrocería.

En la fotografía se puede observar una mesa transferidora elevada de la nave de pintura N2A en cota +0'00m en proceso de recepción de una carrocería.



Ilustración 53 - Fotografía mesa transferidora

Se selecciona esta última opción puesto que el transporte es más dinámico. Esto se debe a que para transportar cada carrocería con el carro transportador se debe esperar a que el carro llegue a la estación de recepción, se monte el skid sobre él, se desplace hasta la estación final, entregue el conjunto patín-carrocería y retorne a la posición inicial. En cambio, gracias a que las mesas de la transferidora no se desplazan transversalmente, a la vez que se entrega una carrocería desde la segunda mesa puede recibirse una en la primera.

También se considera que una mesa transferidora es más segura que un carro transportador y que es menos probable que ocurra un accidente por atrapamiento de los miembros inferiores de un operario.

La solución más sencilla se basa en sustituir una de las mesas de 5320mm del rail actual de transporte por una mesa transferidora de 5000mm de anchura dejando 160mm de holgura a cada lado. Dicha holgura permite que no existan interferencias entre la mesa móvil y las fijas al desplazar transversalmente la carrocería.

Se sustituye la mesa central ente las columnas E14 y E13 por la mesa transferidora:

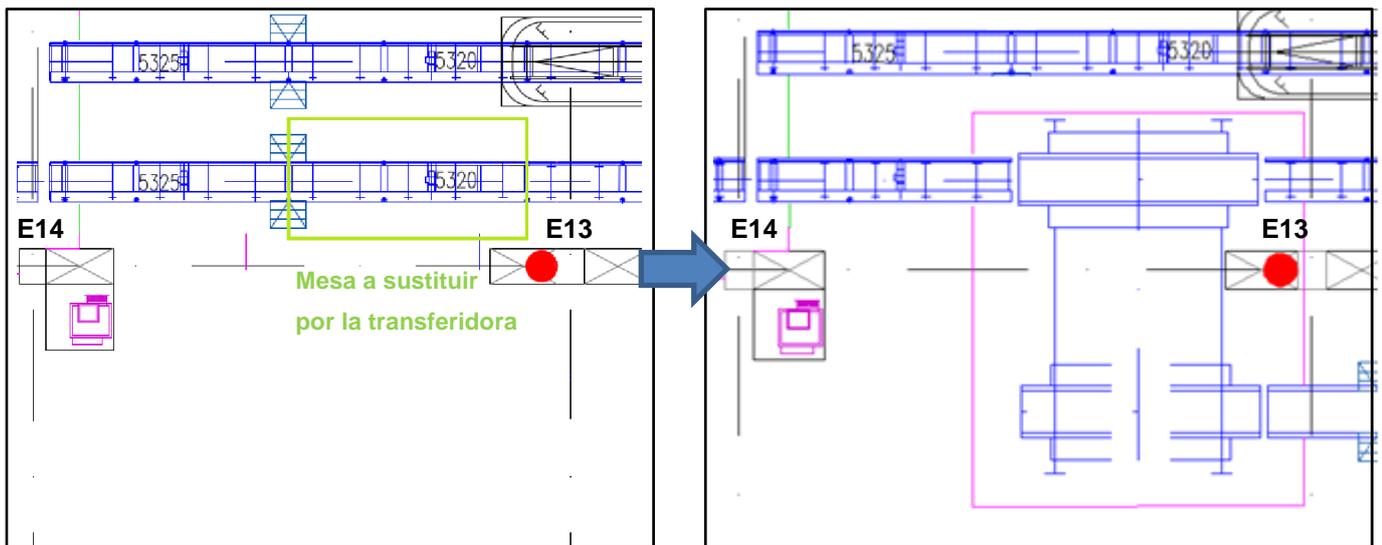


Ilustración 54 - Plano sustitución mesa transferidora

Hay que tener especial cuidado con el conducto de ventilación de la columna E13 (señalado en rojo en la imagen anterior). El espacio entre el fin de la mesa transferidora y el conducto es muy ajustado, 200mm, por lo que se decide redirigir el conducto de ventilación para que descienda por el lado contrario de la columna.

La distancia entre los ejes de la mesa transferidora será de 4900mm, al igual que entre el antiguo recorrido y el nuevo rail que llevará hasta las instalaciones.

Se propone el siguiente layout:

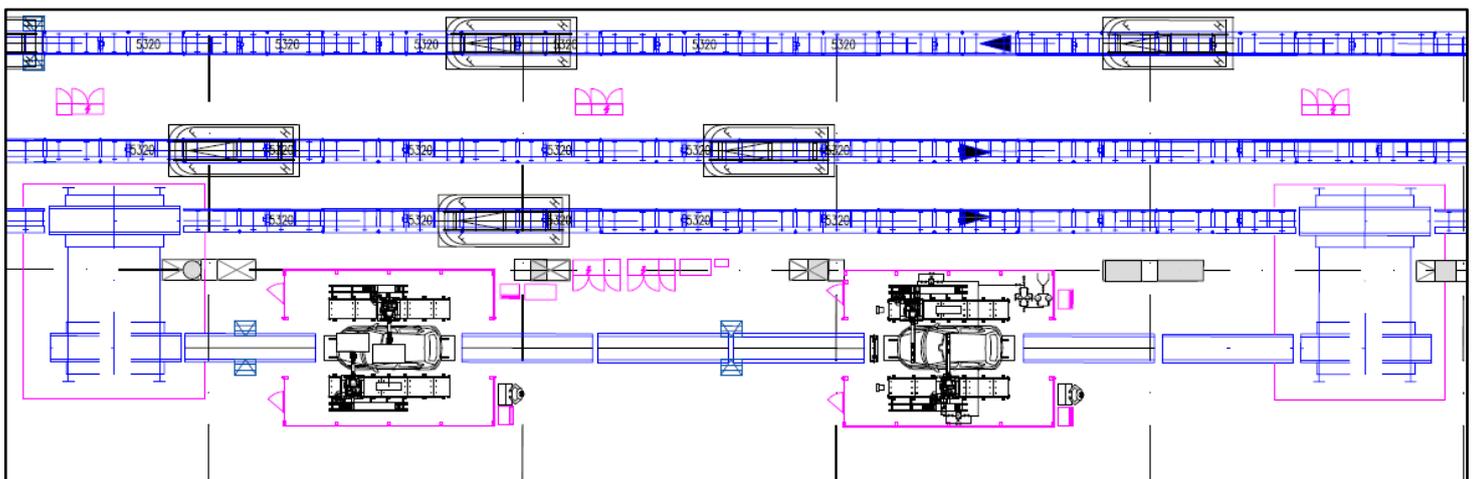


Ilustración 55 - Transporte nueva instalación

Se puede observar que las carrocerías entran a las estaciones con la parte trasera por delante, es decir, de culo. Este hecho es indiferente para el proceso ya que

tanto la detección como el marcaje se realizarán con la carrocería detenida y se puede programar el sistema para funcionar con cualquier orientación del vehículo.

Es importante dejar tres mesas de separación entre las estaciones de detección y marcaje para poder sustituir la central por una mesa transferidora en la que converjan los flujos de carrocerías de la N2A y N2B cuando se instale la segunda estación de detección.

Para retomar el camino actual tras el paso por las estaciones, se recurre a una segunda mesa transferidora entre las columnas E10 y E9.

Se sustituye de nuevo la mesa central entre dichas columnas de 5320mm y se sitúa en su lugar la transferidora de 5000mm de longitud. Se encuentran problemas de nuevo con un conducto de ventilación en la columna E9 que habrá que redirigir hacia el lado contrario de dicha columna.

El tramo de rail actual paralelo al nuevo recorrido por las instalaciones no se eliminará sino que se utilizará como pequeño pulmón para almacenar carrocerías en el caso de que haya que vaciar las estaciones.

Es necesaria la colocación de células de detección en las diferentes mesas de transporte que enviarán datos de la posición del skid al PLC del armario de transporte.

En cada punto en el que esté prevista la parada del skid, se situarán dos fotocélulas separadas unos centímetros. La primera se comunicará con el armario de transporte activando el frenado de los motores de la mesa, y la segunda detendrá completamente el transporte.

8.4.2.4. Sistema de anclaje y posicionamiento de carrocerías

El sistema de anclaje y posicionamiento de la carrocería entra en juego cuando el skid se detiene en las estaciones. El método de posicionamiento depende directamente de la desviación de la carrocería con respecto a una posición de referencia que acepten los sistemas de detección y marcaje para funcionar correctamente.

Si la desviación admitida es relativamente grande, alrededor de los 10mm de tolerancia, el anclaje es puramente mecánico y se basa en un tope delantero abatible, para dejar pasar la carrocería una vez finalizada la operación, y en dos cilindros

neumáticos que se elevan cuando el skid para frente al tope y se introducen en dos orificios del mismo.

Para menores tolerancias aceptadas, es preciso introducir cámaras que localicen la carrocería y aporten los datos necesarios para recalcular los algoritmos de los robots para la posición real. En caso de necesitar una mayor exactitud se utilizan scanners.

Tanto en el caso de la estación de inspección como en la de marcaje, bastará con un anclaje mecánico del tipo descrito anteriormente que puede encargarse a cualquier empresa mecánica.



Ilustración 56 – Fotografía del sistema de anclaje y posicionamiento de carrocerías

8.4.2.5. Sistema de suministro de pasta de pulir.

Una vez que el sistema de visión artificial ha detectado y localizado un defecto, envía las coordenadas a la estación de marcaje donde dos robots deben señalar el defecto con unas pocas gotas de pasta de pulir. Se requiere por tanto un circuito que suministre pasta de pulir POLITUR P10 hasta la muñeca dichos robots donde se hallará el dispositivo de aplicación.

Parte de los elementos de dicho circuito, como las bombas, el depósito y los filtros, se situarán de forma estática en una esquina del cerramiento de la instalación de marcaje, y los demás se integrarán en el robot y se desplazarán con él. Es importante disminuir la distancia entre los elementos estáticos y los móviles para reducir las pérdidas en los conductos. Además, puesto que se requiere muy poco caudal, los conductos deberán ser muy estrechos ya que a mayor diámetro, menor velocidad media del fluido y en las paredes el fluido puede volverse casi estático.

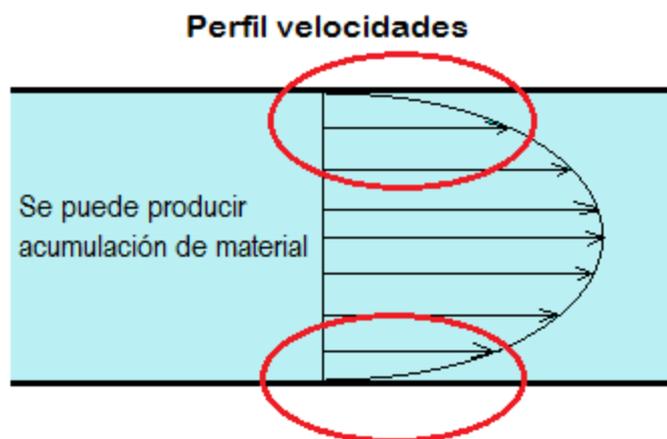


Ilustración 57 - Perfil de velocidades flujo laminar

A continuación se muestra un esquema del sistema de suministro que se propone y seguidamente se describe cada componente:

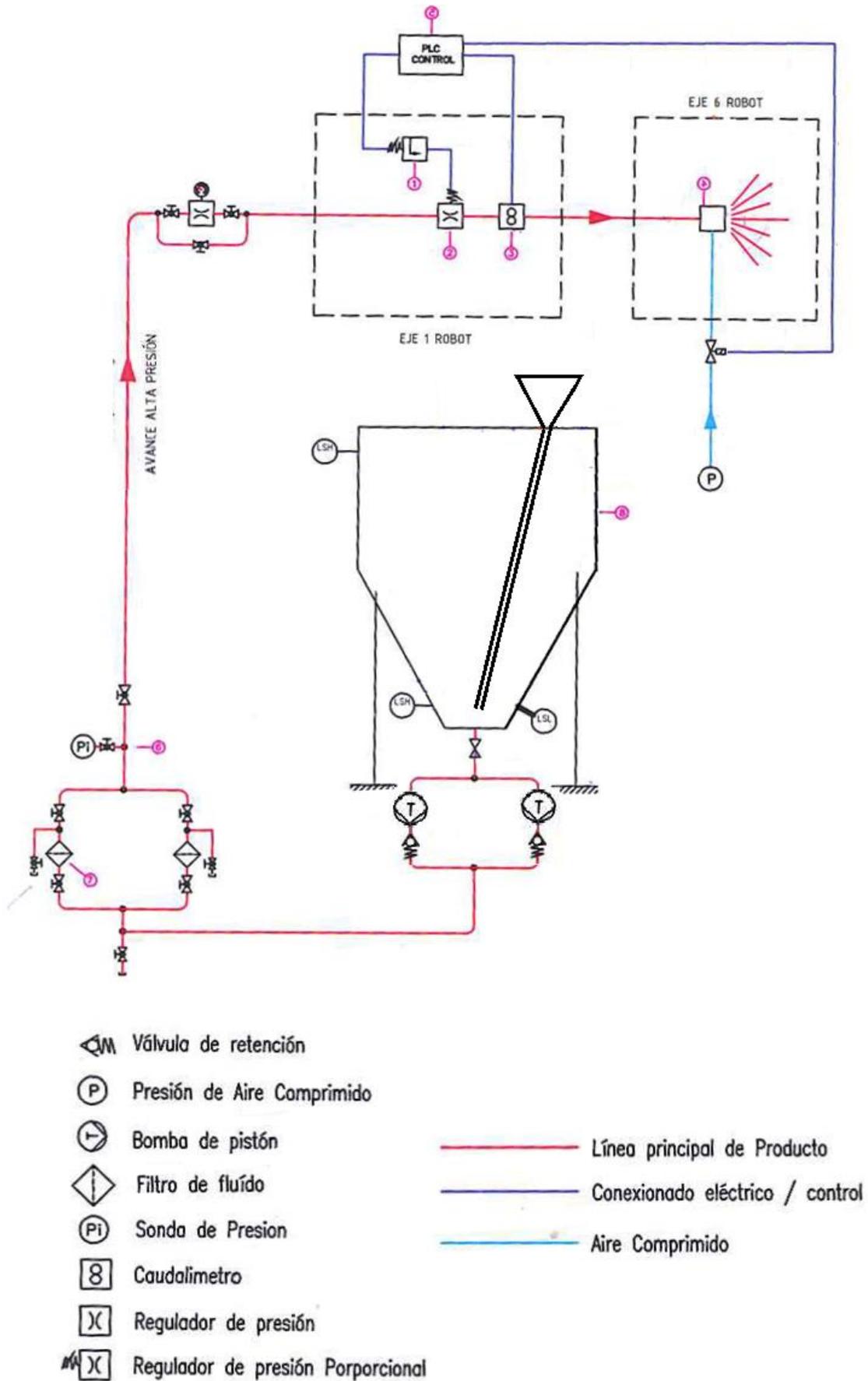


Ilustración 58 - Circuito de suministro de pasta de pulir

Depósito

Es el primer elemento del sistema. Se ha pensado en un depósito troncocónico con capacidad suficiente para contener el material necesario para más de 8h de aplicación (un turno). El depósito será de acero y su superficie interior tendrá un acabado especular para reducir al mínimo la adherencia de la pasta de pulir.

Se suspenderá en el aire sujetado por dos patas bajo las cuales se situarán sensores que medirán el peso del depósito con el material y junto con el preostato se podrá estimar el nivel de fluido en su interior. Se elige este tipo de sensores en vez de detectores de nivel ya que al ser un fluido viscoso, el material que se quede en las paredes puede dar falsas señales. Los sensores colocados se comunicarán con el autómatas y éste enviará señales de alerta a ZLT ante la recepción de datos de nivel bajo y nivel crítico.

Si al llegar al nivel crítico no se ha repuesto el material, el PLC detendrá la instalación de marcaje automático.

Hay que evitar que, al rellenar el depósito de forma manual, el fluido caiga de forma turbulenta y cree burbujas de aire que puedan colarse en el circuito de suministro y provocar un pulverizado en la aplicación. Para ello, se colocará un embudo en la parte superior del depósito y se conectará con un tubo que se prolongará hasta fondo del depósito. De esta forma, el material que se vierta por el embudo será dirigido al fondo del depósito de forma no turbulenta y las pocas burbujas de aire que se produzcan subirán a la superficie del fluido.

A la salida del depósito se colocará una llave de paso para cortar el flujo de material en caso de que sea necesario.

Bombas

Tras el depósito se colocarán dos bombas de pistón, que bien pueden ser neumáticas (aprovechando la red de aire comprimido de la nave) o eléctricas en paralelo. Son los elementos impulsores del circuito y nos elevarán el fluido a alta presión.

Ambas dispondrán de una válvula de no retorno para evitar el flujo de material hacia el depósito.

Una de las bombas se mantendrá en Stand-by mientras la otra funciona y en caso de avería, la bomba en reposo se pondría en marcha evitando así la parada de la estación de marcaje.

Filtros

Tras las bombas, se instalarán dos filtros en paralelo, con llaves de paso antes y después de los mismos y grifos de purga. Esta configuración permitirá dirigir el fluido a uno u otro filtro y proceder a la limpieza del filtro aislado sin parar la instalación.

Tras los filtros en paralelo se colocará un manómetro para controlar la presión del fluido en el conducto que se extenderá hasta el robot.

Regulador de presión

El siguiente elemento del sistema es un regulador de presión que nos reducirá la presión del circuito hasta la presión de trabajo. Se va a colocar en la base de los robots y contará con un manómetro y las correspondientes llaves de paso.

Sistema de dosificación

Nos interesa enviar a la pistola de aplicación una cantidad muy pequeña de material para marcar los defectos. Esta cantidad se estima en 1g por disparo. Para dosificar la pasta de pulir se proponen dos alternativas:

ALTERNATIVA 1: Dosificador.

ALTERNATIVA 2: Regulador de caudal + caudalímetro.

En esta configuración, el PLC lleva acabo el control de la dosificación mediante una realimentación. En función de los datos que el autómatas obtiene del caudalímetro, éste ajusta el regulador. Es la opción más económica.

Ambas alternativas se instalarán en el eje 1 del robot.

Sensor de paso de fluido

Puede darse el caso de que la boquilla de la pistola del robot esté obstruida y el robot no esté marcando realmente los defectos que el sistema de visión artificial ha detectado. Esto sería un verdadero problema ya que los operarios de la línea posterior

de pulido ya no verificarían los exteriores de la carrocería sobre la línea de estilo inferior y no tendrían forma de saber si existen defectos sin marcar. Los defectos no marcados podrían llegar al cliente final.

Para asegurar la aplicación de pasta sobre los defectos localizados se ha pensado en situar junto a la boquilla de aplicación un detector de paso de fluido. Este tipo de sensores se abrazan al conducto y mediante ultrasonidos detectan si hay flujo enviando una señal booleana al autómeta.

Electroválvula

En la pistola del robot (sexto eje del robot) se situará una electroválvula que estará controlada por el PLC. Se requerirá una toma de aire comprimido para abrir la válvula y dejar pasar la pasta de pulir (aplicación airless).

Todos los elementos del circuito de suministro de material serán de la marca GRACO puesto que es el estándar de mantenimiento pintura y facilita la disponibilidad de piezas y recambios.

No se requiere un puesto de marcaje manual ya que si la estación de marcaje automático dejara de funcionar, la de detección tampoco sería útil ya que únicamente se podrían mostrar los datos de detección en la pantalla del pupitre de control. La detección se haría puntualmente de forma visual como en las actuales líneas de pulido

8.4.2.6. Columnas de limpieza

Para cada robot instalado se deberá de suministrar e instalar una columna mantenimiento de boquillas en la que se realizará la limpieza, comprobación y corrección de las mismas. Ésta deberá de estar instalada dentro de la cabina en un lugar accesible para los robots y para el personal de mantenimiento. En la programación de cada ciclo de cada robot, se deberá de incluir, tras la aplicación, la limpieza, comprobación y corrección de boquillas.

Sistema de limpieza de boquillas.

Se instalará un sistema neumático de limpieza de boquillas. Al final de cada ciclo de aplicación el Robot llevará a esta zona la boquilla, realizándose ahí un

soplado con aire comprimido que elimine posibles restos de pasta de pulir en la boquilla. El material arrastrado caerá en un depósito para su posterior recogida.

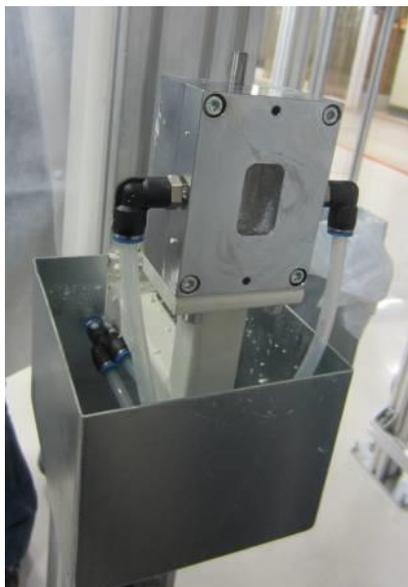


Ilustración 59 - Fotografía sistema limpieza de boquillas

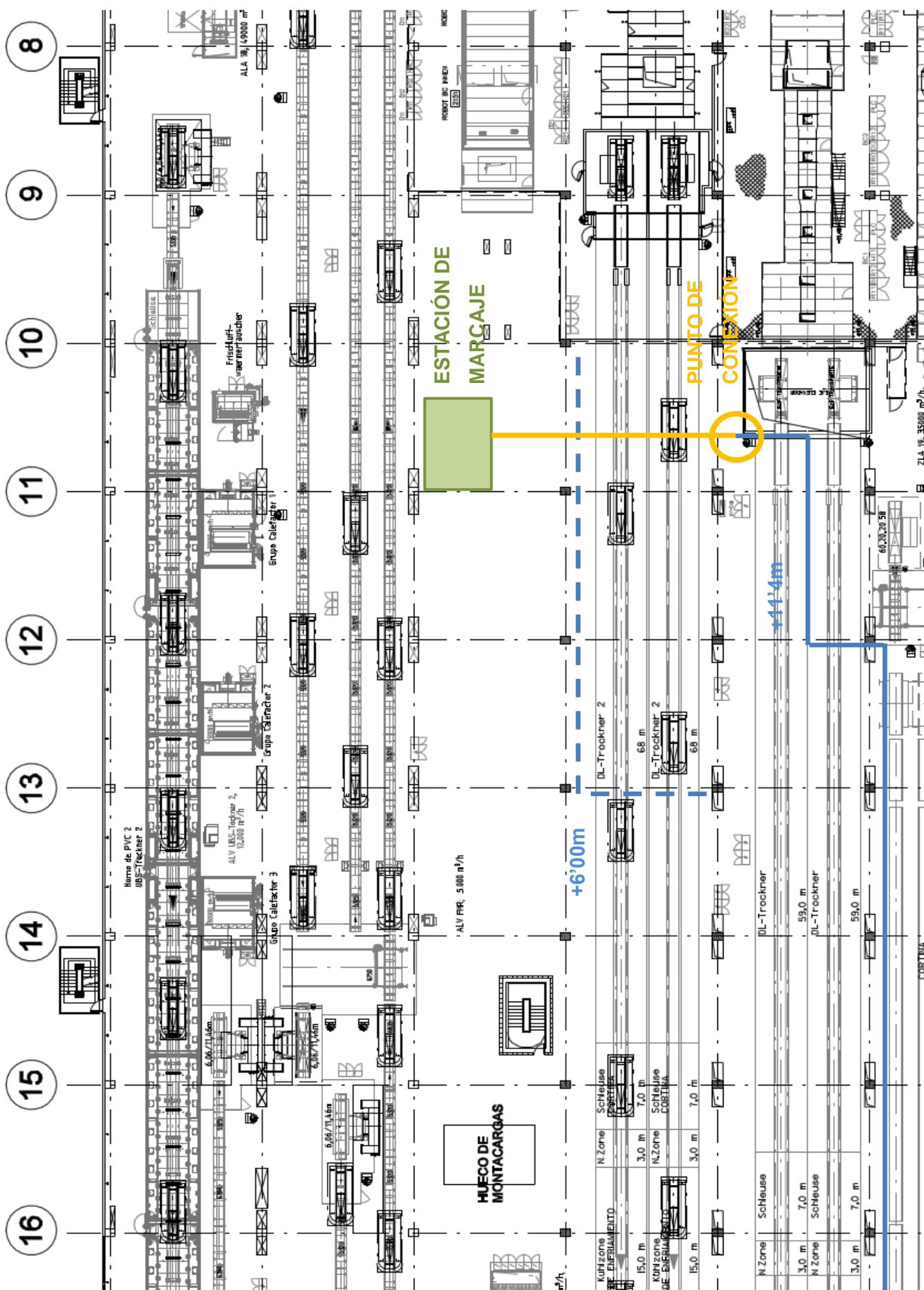
Sistema de comprobación de boquillas.

Se instalará en la columna de mantenimiento una placa de metacrilato con un agujero central de las dimensiones de la boquilla donde el robot deberá introducirla al final de cada ciclo. Bajo esta placa se situará un contactor. De esta forma, si la boquilla se ha deformado y no entra en el orificio, empujará la placa que hará contacto con el sensor y se enviará una señal al PLC el cual alertará al área correspondiente de la necesidad de corrección de la boquilla.

8.4.2.7. Acometidas generales aire

Se requieren varias tomas de aire comprimido en la estación de marcaje: una para las columnas de limpieza donde se realiza el soplado de las boquillas, otra para abrir las electroválvulas de las pistolas y puede que una tercera en caso de instalarse bombas neumáticas.

En la nave N2B existe una red de aire comprimido aérea que pasa cerca de la nueva instalación. Desde el punto señalado en el siguiente plano se prolongará el conducto hasta la estación de marcaje y allí se extraerán ramales para alimentar los diversos dispositivos.



Detección y marcaje automáticos de defectos exteriores de carrocería pintada en líneas de pulido de VW Navarra

Al conducto general se soldará una ramificación por la parte superior de la tubería y formará un ángulo de 180° para descender. Esto se dispone así para evitar que el agua condensada que circula por defecto por el conducto general pueda ser recogida y llevada a los distintos equipos neumáticos conectados a la red. También se colocará un grifo de purga al final.

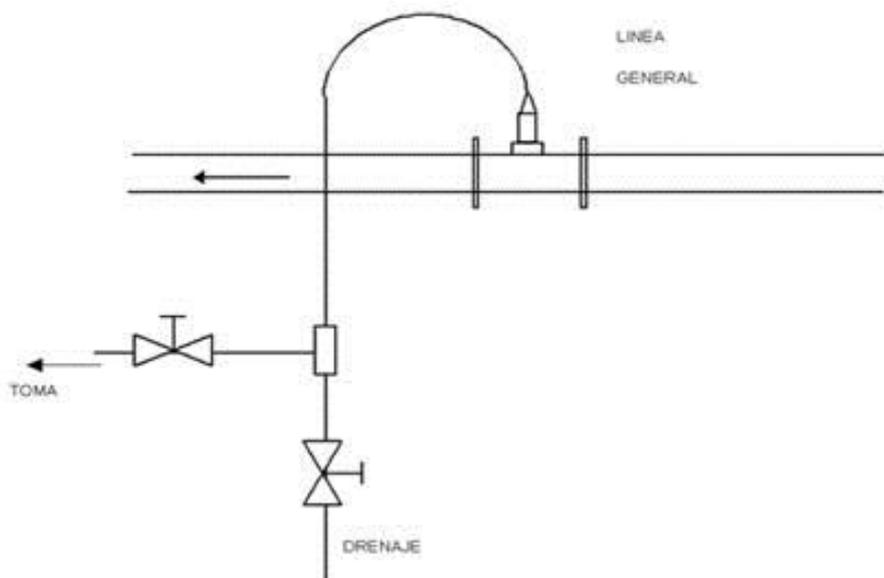


Ilustración 60 - Esquema acometida de aire comprimido

El nuevo ramal dispondrá de una llave de paso, un filtro, los elementos de regulación pertinentes y un lubricador, todo ello de la marca FESTO. Tras el lubricador se colocará enganche de conexión rápida.

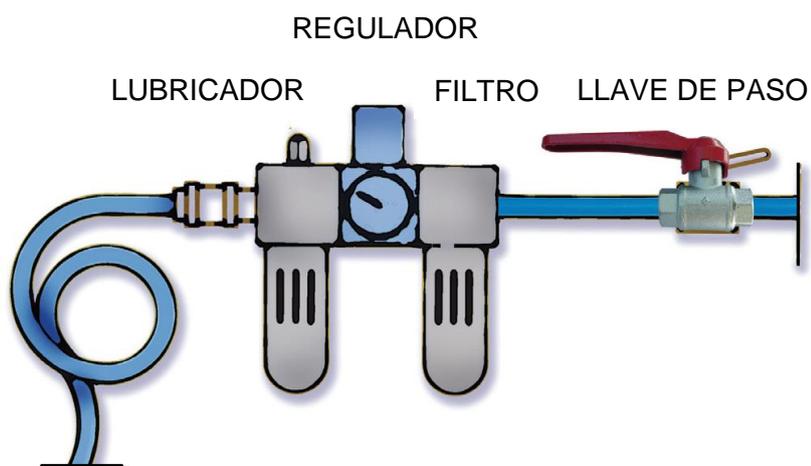


Ilustración 61 - Esquema componentes nuevo ramal de aire comprimido

8.4.3. Parte eléctrica y red de comunicaciones de la instalación

8.4.3.1. Acometida eléctrica

Se alimentará el armario principal de la instalación mediante una toma de corriente que parta de un KAV (cuadro de distribución) tal y como marca la normativa interna de VW Navarra para instalaciones de menos de 100KVA. Si fuera precisa una mayor potencia se realizaría la acometida directamente del blidos-barra.

Desde este armario se alimentarán todos los elementos de la instalación excepto los elementos de transporte, como por ejemplo los motores de las mesas, que se alimentarán a partir del armario de transporte.

Los cables irán protegidos mediante bandeja ranurada de acero galvanizado y tubo del mismo material. Al nivel de suelo la bandeja será cerrada en toda su extensión y protegida. Siempre que una conducción deba atravesar una zona de paso o que moleste, esta será conducida a las alturas de la planta.

8.4.3.2. Iluminación

La instalación de detección y marcaje son completamente automáticas y no precisan de iluminación para su funcionamiento en condiciones normales. De hecho, la estación de detección, en la que se ilumina la carrocería con la luz proporcionada por la pantalla LCD, funciona mejor sin luz externa que pueda crear sombras sobre la carrocería.

Solo se precisa iluminación de los puestos de mando de la instalación y una luz de trabajo para operaciones de reparación y mantenimiento.

Luz trabajo

La iluminación de las instalaciones deberá ser suficiente para que los trabajadores dispongan de condiciones de visibilidad adecuadas para poder circular por los mismos y desarrollar en ellos sus actividades sin riesgo para su seguridad y salud.

Puesto que las necesidades visuales tanto para el puesto de mando como para los trabajos de reparación y mantenimiento son moderadas, el nivel de iluminación mínima en la zona de trabajo será de 200 luxes (RD 486/1997 sobre seguridad y salud en los lugares de trabajo). Dicha intensidad lumínica debe medirse a la altura en la que se realice la tarea.

Para garantizar las condiciones mínimas de visibilidad e iluminación se ha previsto la instalación de lámparas fluorescentes tipoT5 de alta eficiencia en cada instalación así como sobre cada puesto de mando.

8.4.3.3. Red de comunicaciones

Pueden plantearse muchos esquemas y topologías con elementos distintos que garantizarían la correcta comunicación y el control de la instalación, a nivel interno y entre las estaciones y la sala de control. No obstante, se busca una estandarización de la red de comunicación por diversas razones:

- La homogeneidad en la red ayuda a los operarios de mantenimiento en sus tareas de reparación ya que no precisan conocer cada estación en concreto al seguir todas ellas un esquema similar.
- La estandarización del esquema facilita su conocimiento y comprensión.
- La utilización de mismos componentes facilita la disponibilidad de recambios y garantiza compatibilidad.
- Se simplifica la gestión con los proveedores y los fideliza.

Se propone el siguiente esquema de comunicaciones para integrar la instalación del presente proyecto en la red de comunicaciones general de la nave 2B:

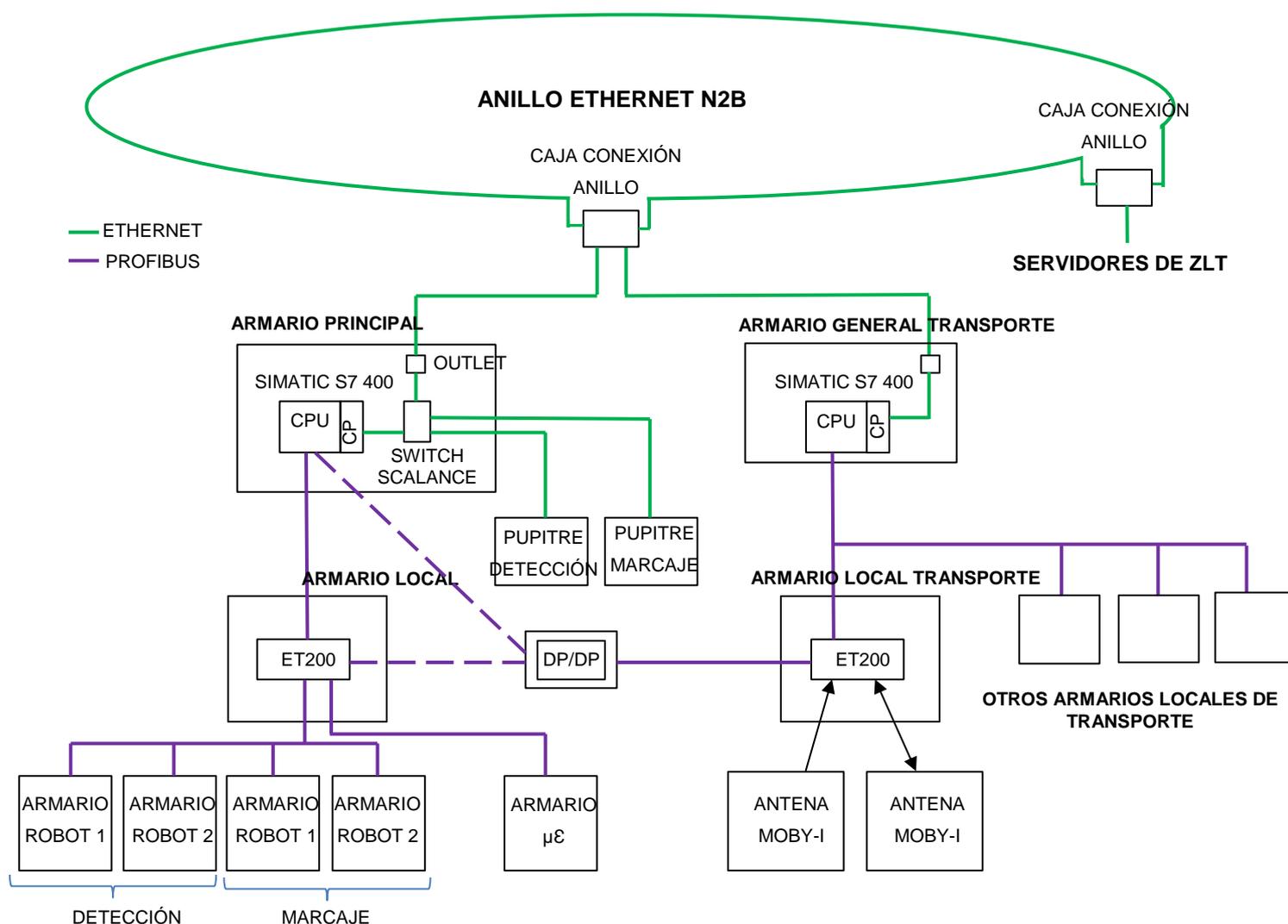


Ilustración 62 - Esquema red de comunicaciones industriales nave N2B

A continuación se describirá cada elemento de la red con mayor detalle especificando los requisitos que se deben cumplir y los componentes a utilizar:

Armario principal

Se alimentará dicho armario mediante una toma de corriente que parta de un KAV (cuadro de distribución) tal y como marca la normativa interna de VW Navarra para instalaciones de menos de 100KVA.

Se debe conectar la base **OUTLET** de Siemens del armario a una caja de conexión del anillo de Ethernet de la nave 2B.

La conexión entre el armario y el anillo deberá ser de una longitud menor de 100m mediante una manguera apantallada de 4 hilos.

El armario contendrá un switch SCALANCE de Ethernet al que llegará dicha red, y del que saldrán las conexiones a los pupitres de control de las estaciones. Del switch también partirá la conexión con el PLC a través de una tarjeta de comunicaciones CP 443-1.

La CPU del PLC SIMATIC S7 400 del armario principal será, según la normativa interna de VW Navarra, el modelo 416F-2 que posee puertos Profibus DP e implementa funciones de seguridad.

SIMATIC S7-400, CPU	416-3 PN/DP	417-4	412-3H	414-4H	417-4H	416F-2	416F-3 PN/DP
Memoria de trabajo	11,2 Mbytes	30 Mbytes	768 Kbytes	2,8 Mbytes	30 Mbytes	5,6 Mbytes	11,2 Mbytes
Instrucciones	1840 K	5 M	128 K	460 K	5 M	560 K (instruc.F)	1120 K (instruc.F)
Tiempos de ejecución (µs) Bit/pal./coma fija/coma flot.	30/30/30/90	18/18/18/54	75/75/75/225	45/45/45/135	18/18/18/54	30/30/30/90	30/30/30/90
Temporizadores/contadores	2048/2048	2048/2048	2048/2048	2048/2048	2048/2048	2048/2048	2048/2048
Áreas de direccionamiento							
Canales digitales	131072/131072	131072/131072	65536/65536	65536/65536	131072/131072	131072/131072	131072/131072
Canales analógicos	8192/8192	8192/8192	4096/4096	4096/4096	8192/8192	8192/8192	8192/8192
Interfaces DP							
Cantidad de interfaces DP	1	3	1 (MPI/DP)	1	1	1	1
Cantidad de esclavos DP	125 resp.	125 resp.	—	—	—	125	125 resp.
Interfaces enchufables	1 x DP	2 x DP	2 x Sync1)	2 x Sync1)	2 x Sync1)	—	1 x DP
Interfaces PN							
Cantidad de interfaces PN	1 (2 puertos)	—	—	—	—	—	1 (2 puertos)
PROFINET IO	●	—	—	—	—	—	●
PROFINET con IRT	●	—	—	—	—	—	●
PROFINET CBA	●	—	—	—	—	—	●
TCP/IP	●	—	—	—	—	—	●
UDP	●	—	—	—	—	—	●
Servidor web	●	—	—	—	—	—	●
ISO-on-TCP (RFC 1006)	●	—	—	—	—	—	●
Pasarela de juegos de datos	●	—	—	—	—	—	●
Dimensiones A x A x P (mm)	50x290x219	50x290x219	50x290x219	50x290x219	50x290x219	25x290x219	50x290x219

— = no aplicable/no disponible
● = aplicable/disponible

1) Módulo Sync

Ilustración 63 - Catálogo de SIEMENS

El armario seguirá el estándar eléctrico de VW Navarra, siendo éste de la marca RITTAL compuesto de un módulo 2.000 mm de altura más zócalo de 200 mm, 600 mm de profundidad y 1.200 mm de longitud y otro módulo de 600mm de longitud.

En el exterior de la puerta del armario se encontrará el interruptor general, un control analógico de tensión, otro de intensidad y uno digital con los mismos parámetros.

Todos los componentes a instalar se encuentran citados en la normativa.

Armario local del autómeta

Puede encontrarse dentro o fuera del armario principal, en función de la distancia a la que se hallen otros armarios con los que deba comunicarse. En caso de situarse fuera, el armario tendrá unas dimensiones de 1200x600x1200mm³.

El elemento principal será un esclavo pasivo ET200M que colgará de la CPU del armario principal mediante una red Profibus.

El cable a utilizar será par trenzado apantallado.

Este esclavo controlará los armarios de los robots y el armario de la visión artificial de $\mu\mathcal{E}$, y podrá conectarse mediante una caja de interconexión que contenga una tarjeta de comunicaciones DP/DP con el esclavo del armario de transporte de la zona.

Armarios de los robots de detección y marcaje

Serán suministrados por FANUC para cada uno de los robots de la instalación (4 en total) e incluirán:

- Computador/es
- Memoria EPROM
- Memoria RAM
- Memoria RWM
- Servo controladores de los motores y (amplificadores)
- Unidad de E/S digitales (24VDC) y analógicas
- Dispositivos de entrada: maleta de programación (terminal), unidad de disco y sistema de programación off-line

Además de los elementos lógicos citados anteriormente, el armario de control tiene otros elementos como: fuente de alimentación, pilas, transformador y sistemas de ventilación.

En la fotografía se muestra el aspecto exterior del armario de un robot M710iC con consola de FANUC.



Ilustración 64 - Fotografía armario y consola del robot de FANUC

Armario de visión artificial de microépsilon

Será proporcionado por el proveedor de la visión artificial, contendrá todo el equipo necesario para realizar la adquisición y procesado de datos de detección y se conectará al esclavo del armario local del autómatas mediante Profibus. Puesto que el proveedor mantiene la confidencialidad acerca del contenido de dicho armario, será el instalador el que determine los elementos necesarios para realizar de forma correcta la conexión.

Pupitres de control (pc) con pantalla “in touch”

Se instalarán dos pupitres independientes, uno para cada estación, de forma que se creen dos celdas de seguridad: en cada pupitre habrá un botón que permita el rearme de la estación en cuestión sin alterar el funcionamiento de la otra.

Los PCs de estos pupitres tienen un tratamiento especial puesto que todo equipo con sistema operativo Windows deberá tener instalado el programa de antivirus corporativo, último Service Pack disponible y las últimas actualizaciones de seguridad.

Tal y como se ha mencionado en el apartado 1, estos PCs se comunican con el armario principal a través de una red Ethernet. Se instalará en ellos un programa de visualización desde el que se pueda controlar el estado de funcionamiento y operar en todos los sistemas de las instalaciones (...)

Se proporcionará un estándar de programa y de pantallas al proveedor para que éste adapte su producto y facilite su uso a los operarios de mantenimiento y producción de forma que les resulte familiar. El idioma que se utilizará será el castellano.



Ilustración 65 - Fotografía pupitre de visualización y control

Se muestran a continuación diversas pantallas estándar de la estación de aplicación de cera fría:



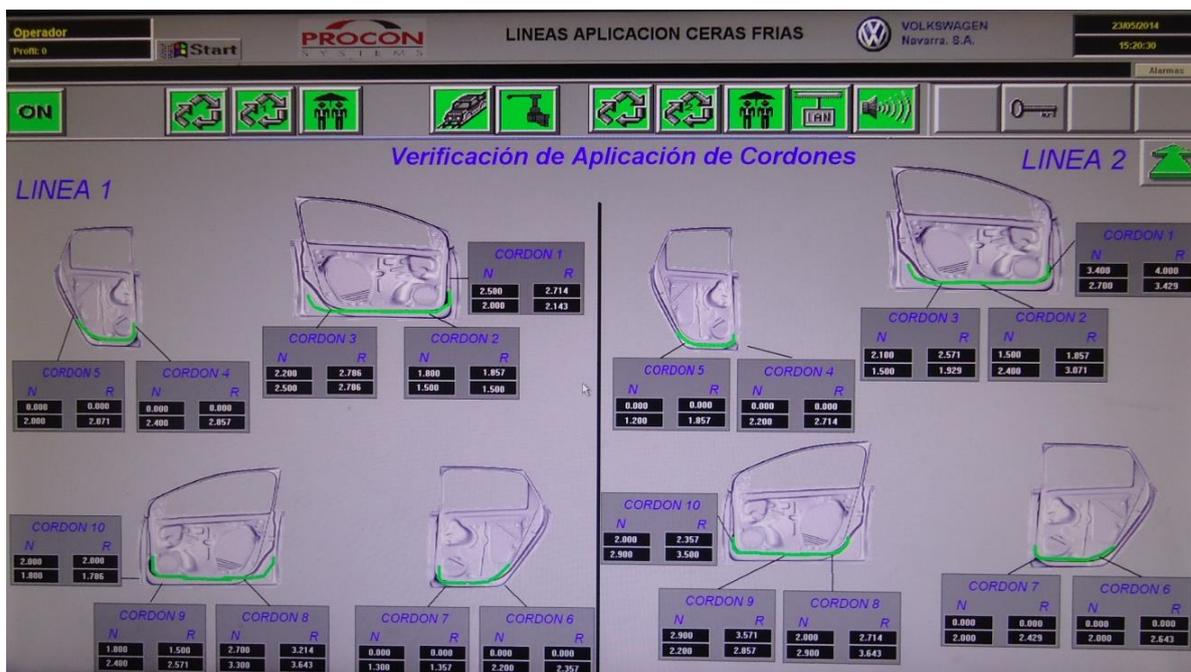


Ilustración 66 - Fotografías de pantallas de la estación de aplicación de cera fría

El intouch del PC a instalar tendrá un Runtime de 64K, se instalará en pupitre adecuado según estándar de Mantenimiento, y tendrá integrado el cuadro de manejo o botonera de control también según estándar Mantenimiento.

Los modos de funcionamiento se seleccionarán desde el PC de visualización en función de las necesidades de seguridad y de la manera estándar (botón, combinación de botones o botón y llave).

a) MODO AUTOMÁTICO

La instalación funciona de manera totalmente automática sin tener que introducirse ningún tipo de datos. Anteriormente a la entrada de carrocería, el PLC reconoce el modelo y asigna el programa a aplicar sobre esa carrocería.

En este modo la visualización permitirá la anulación de la aplicación del robot. La desactivación del robot solo se hará efectiva en la posición "Home", por lo que si se desactiva un robot cuando está aplicando, éste finalizará su ciclo.

En este modo las seguridades estarán todas activadas.

b) MODO AUTOMÁTICO CON INTRODUCCIÓN DE DATOS MANUAL

Las carrocerías se detienen en la estación anterior a la aplicación y solo avanzan una vez se ha introducido manualmente los datos de modelo de carrocería y programa de aplicación a realizar. En ese momento el avance de carrocería y la aplicación es totalmente automático.

En este modo las seguridades estarán activadas.

c) MODO SIMULACIÓN

En este modo se pueden revisar y controlar los movimientos del robot.

Se puede elegir ejecutar todo el programa sin presencia de carrocería, con o sin aplicación de material, y se puede pasar la carrocería sin que los robots hagan nada (la carrocería en este caso no para en su posición de aplicación).

En este modo las seguridades estarán todas activadas.

d) MODO LIMPIEZA/MANTENIMIENTO

En este modo se puede conducir al robot a posiciones definidas (de limpieza, de ajuste, de mantenimiento, de limpieza automática, home, etc,...).

La velocidad de los elementos en movimiento dentro de la estación en este modo es reducida, para que no haya peligro para el personal que pueda estar trabajando dentro de la misma. La vuelta de los distintos elementos a su posición home se podrá hacer uno a uno o de forma simultánea.

Desde la visualización se podrá igualmente realizar purgados de circuito, limpieza automática de boquilla en el sistema preparado para ello, y control del estado de una boquilla

En este modo será posible la desactivación de un robot, el paso a modo emergencia, y la utilización de los liberadores de freno.

En este modo las seguridades están puenteadas.

e) MODO TEACH

En este modo los robots se mueven a velocidad muy reducida. El programador puede estar muy cerca para observar los pasos críticos. Los movimientos se pueden realizar con la visualización o con la PHG (consola manual portátil).

Las seguridades en este modo están puenteadas.

Armario local de transporte

Cada uno de estos armarios controla el transporte de un área mediante una ET200M. Se deberán introducir modificaciones en aquel armario local que regule el transporte de la zona donde se hallarán las instalaciones.

Se precisará la instalación de variadores de frecuencia que reduzcan gradualmente la velocidad de giro de los rodillos de las mesas para frenar las carrocerías al entrar en las instalaciones con el fin de evitar golpes con los topes de posicionamiento de skid/carrocería. Los variadores no deben sobrepasar los límites permitidos de armónicos.

El esclavo deberá ser capaz de captar los datos de la carrocería que va a entrar a la estación (2/4 puertas, techo, color...) a partir de la lectura del portador datos de SIEMENS modelo Moby-I realizada en la antena de lectura que se instalará en la mesa anterior a la estación. Se instalará también una antena de lectura/escritura de datos a la salida de la estación de marcaje (grabación de fallos de carrocería). Esta lectura y envío de datos se realizará de acuerdo a normativa eléctrica de Mantenimiento Pintura.

Armario general de transporte

Se trata del armario del que cuelgan todos los armarios locales de transporte. Está conectado por un lado a una caja de conexión del anillo de la nave 2B mediante

Ethernet y una tarjeta CP, y por otro lado, el PLC del armario se comunica con los armarios locales a través de redes Profibus DP.

Conexión ZLT

ZLT o Zentral Leiter Technik es la sala de control con la que comunican los autómatas de todas las instalaciones de la nave. Los servidores de esta sala se comunican con el anillo de Ethernet a través de una de las cajas de conexión del anillo.

A ZLT debería llegar toda la información de averías de la instalación, consumos, alarmas y estado de la instalación.

Para la elección de los componentes a instalar se seguirán las normativas mecánica y eléctrica de Mantenimiento Pintura VW-Navarra. Igualmente el montaje y conexión de los mismos al PLC se realizará también según estas normativas.

Al final de la obra deberá de quedar un 20% libre como reserva en todos los armarios/pupitres eléctricos nuevos que sea necesario instalar.

8.4.4. Protecciones y medidas de seguridad

8.4.4.1. Protecciones de las estaciones

Los robots son capaces de movimientos altamente energéticos dentro de un espacio operacional grande y a veces, la iniciación del movimiento y el camino del brazo del robot son difíciles de prever. Por ello, es importante ser conscientes de los riesgos que conlleva una instalación robotizada y diseñar las correspondientes medidas de seguridad para reducir adecuadamente dichos riesgos.

De por sí, los robots, proporcionados por FANUC deben implementar todas las medidas y controles de seguridad hardware/software especificadas en la norma UNE-EN ISO 10218-2:2011, pero es preciso establecer un perímetro o zona de seguridad.

Partiendo de la premisa de que la instalación es completamente automática y no existen espacios compartidos hombre-máquina durante su funcionamiento normal, se restringirá el acceso a las cabinas mediante protecciones fijas que impidan a cualquier persona entrar en una zona de riesgo de forma accidental (UNE-EN ISO

12100:2012 6.3.2.2 Caso en el que no es necesario el acceso a la zona peligrosa durante el funcionamiento normal). Las operaciones de programación, corrección del proceso, localización de averías, limpieza y mantenimiento deberán realizarse desde fuera de la zona peligrosa o desde dentro con los robots en modo limpieza/reparación.

Para dimensionar el cerramiento de las instalaciones hay que tomar en consideración el espacio operacional de los robots, es decir, el espacio que necesitan para realizar su tarea productiva. Este espacio operacional es menor que el volumen de trabajo del propio robot.

Se debe solicitar al integrador que implemente en el modelo dispositivos de limitación de movimiento mecánicos (restricciones físicas del movimiento) o no mecánicos (restricciones mediante el sistema de control). El nuevo espacio de trabajo se denomina espacio restringido y debe ser tan ajustado como sea posible al espacio operacional.

Espacio restringido de los robots de detección

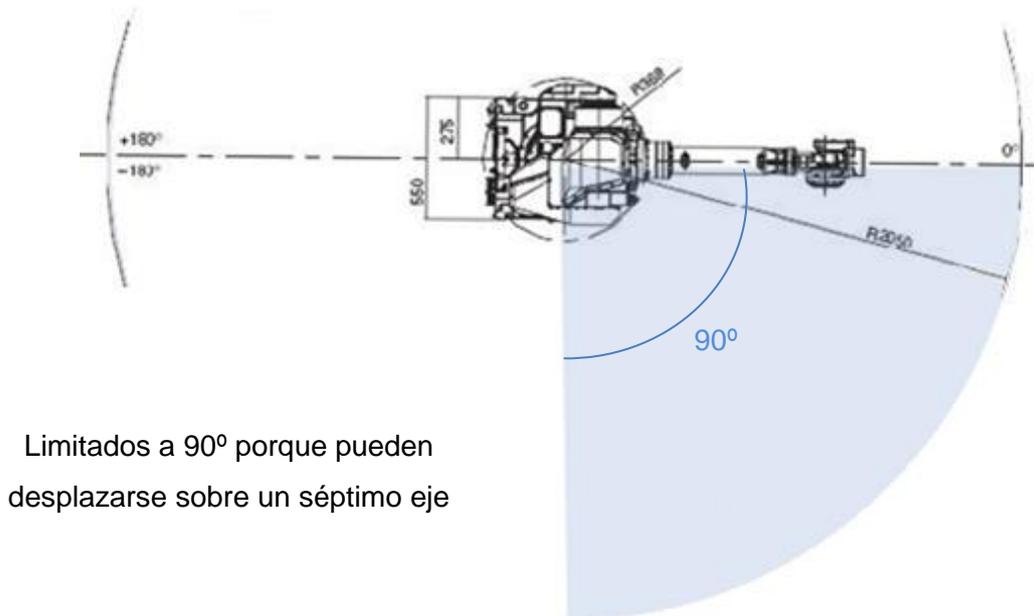


Ilustración 67 - Esquema limitación de eje 1 del robot a 90°

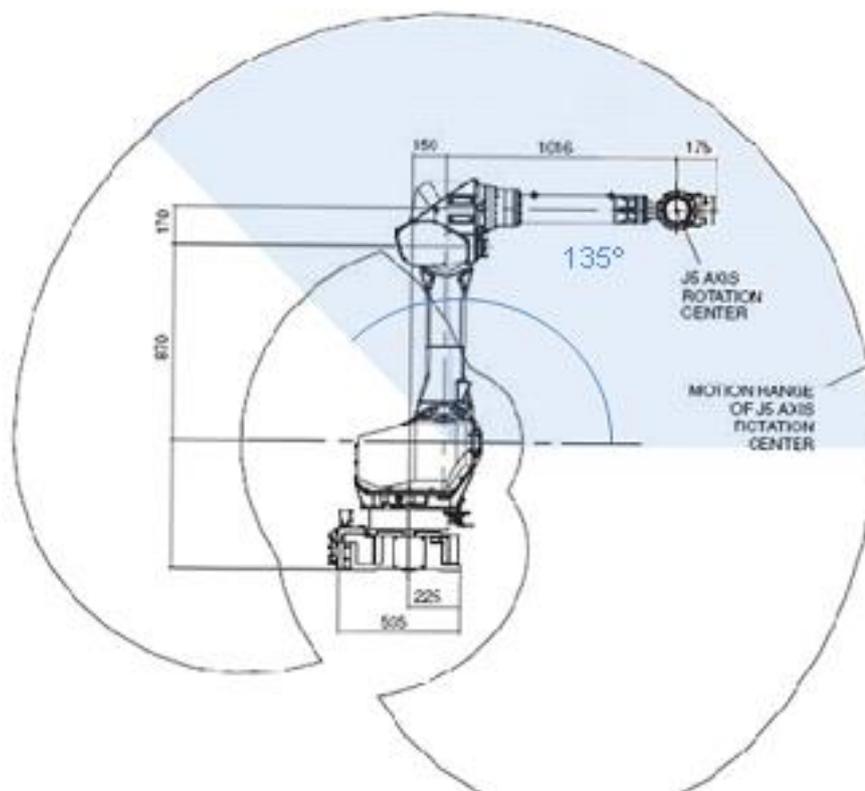


Ilustración 68 - Esquema limitación de eje 2 del robot a 135°

Espacio restringido de los robots de marcaje

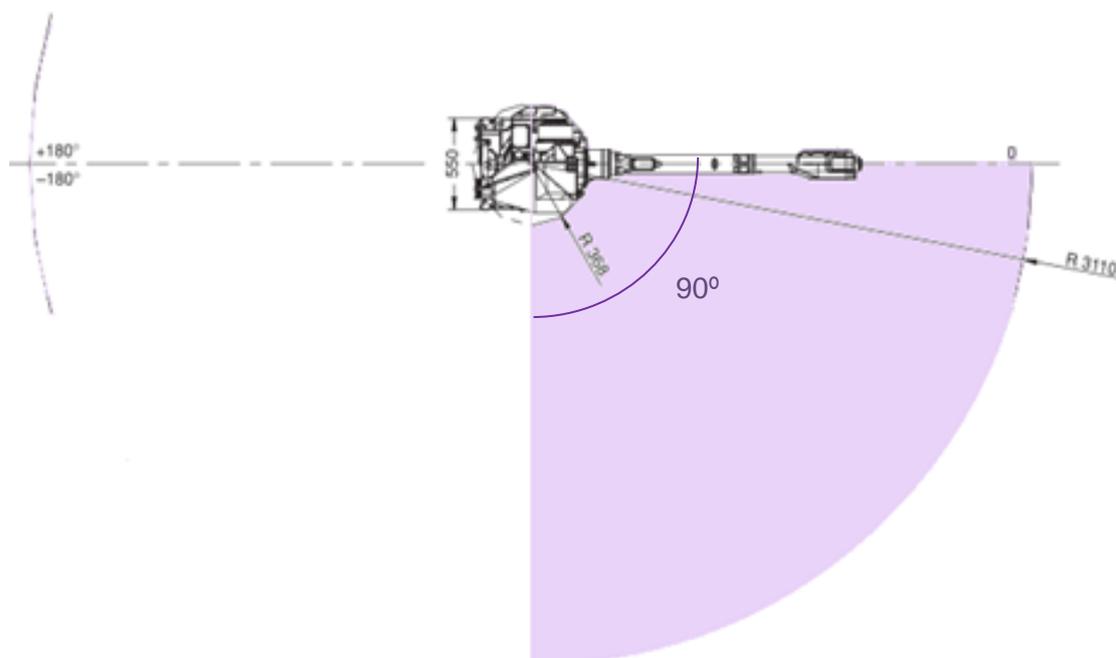


Ilustración 69 - Esquema limitación de eje 1 de robot a 180°

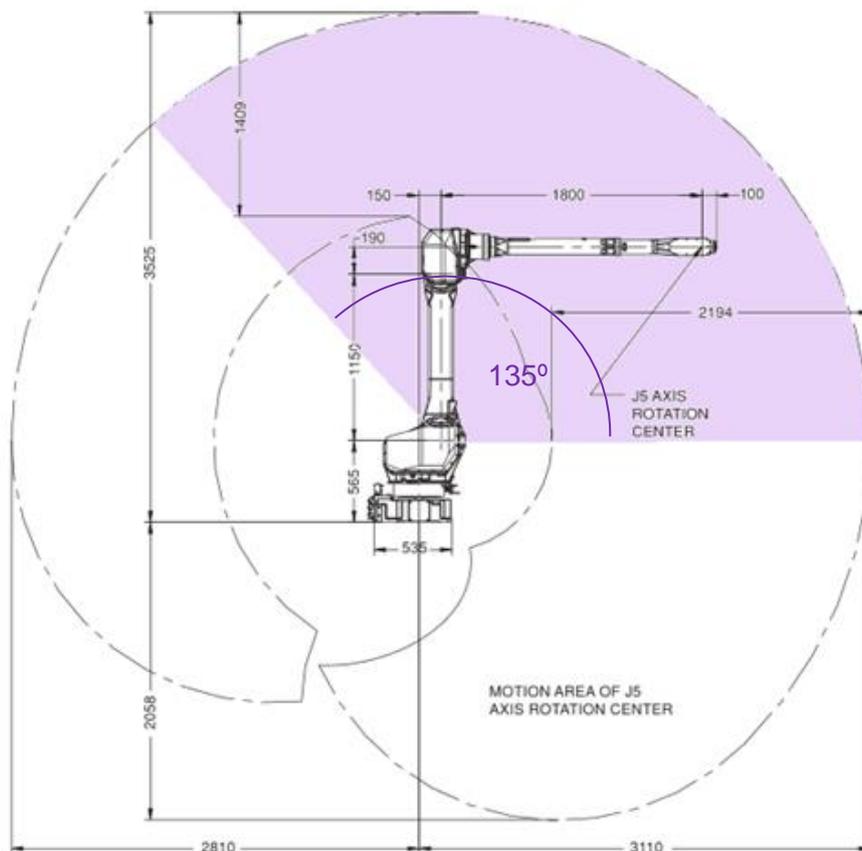


Ilustración 70 - Esquema limitación de eje 2 a 135°

Dicho espacio restringido será considerado como la zona de riesgo a cercar.

Todas las protecciones serán instaladas de forma segura y ubicadas a una distancia tal que no se puedan alcanzar peligros, esto es, que el personal no pueda alcanzarlos por encima, por debajo, alrededor o a través de las protecciones.

Las protecciones a instalar serán cerramientos fijos que solo deben retirarse por revisiones de maquinaria, reparaciones importantes o cuando se desmantele la instalación para el traslado a otra ubicación. Se tratará de una estructura de perfil de aluminio y policarbonato según el estándar interno de VW Navarra.

Las dimensiones y distancias mínimas de seguridad deben satisfacer los requisitos de la Norma ISO 13857.

Altura de las protecciones perimetrales

Las celdas industriales robotizadas miden $8 \times 6 \text{m}^2$ siendo 6m la anchura máxima que la instalación de detección puede tomar para que entren en un cuadrante de $12 \times 12 \text{m}^2$ la cabina del presente proyecto y su futura ampliación.

Se entiende por celda industrial robotizada, uno o más sistemas robóticos incluyendo la maquinaria correspondiente y el equipo, y el espacio de seguridad y las medidas de protección correspondientes.

La celda, tanto en lo referente a la detección como al marcaje, se distribuye de la siguiente manera:

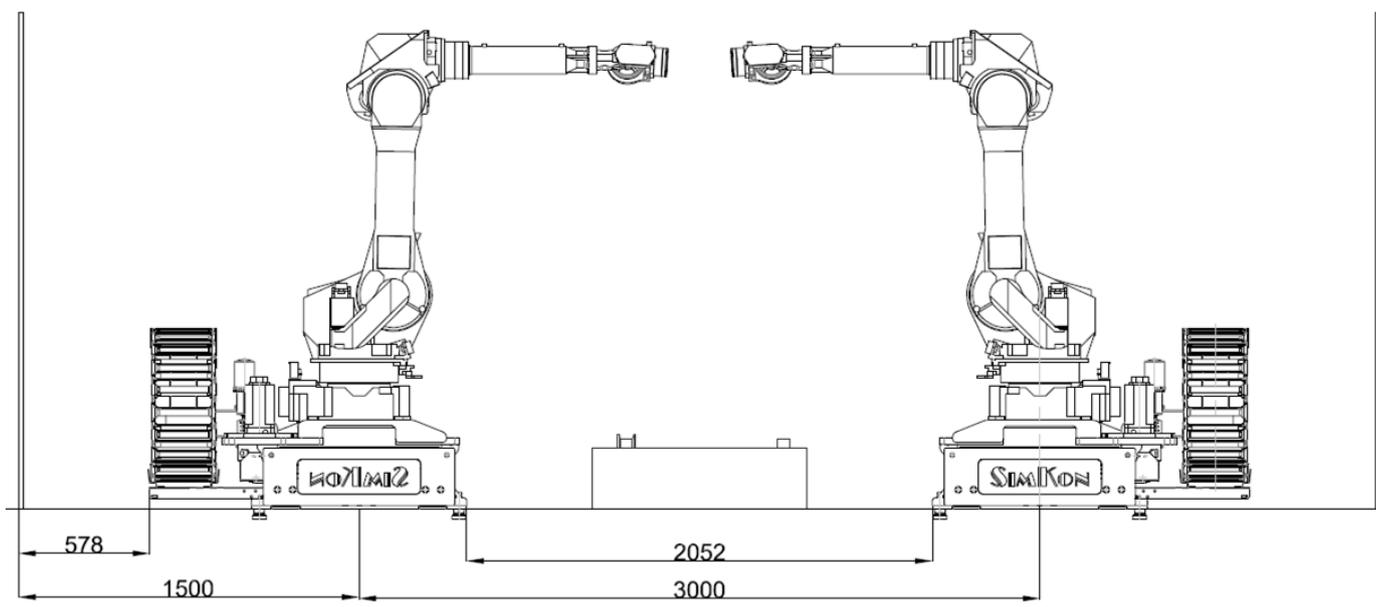


Ilustración 71 - Plano alzado instalación: distribución de la celda

Esta distribución cumple el RD 486/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo puesto que se han planificado los pasos para mantenimiento con una anchura mayor de 500mm. También permite el paso de la carrocería con una anchura planificada mayor de 1773mm (anchura del Tourán).

Para calcular la altura del cerramiento hay que considerar la altura de las zonas peligrosas más cercanas al mismo. Tanto para la estación de detección como para la de marcaje, se calculará mediante dos factores, el punto del séptimo eje más cercano a la valla y el punto más saliente del robot (codo) en su posición límite de 45° y se tomará la solución más restrictiva.

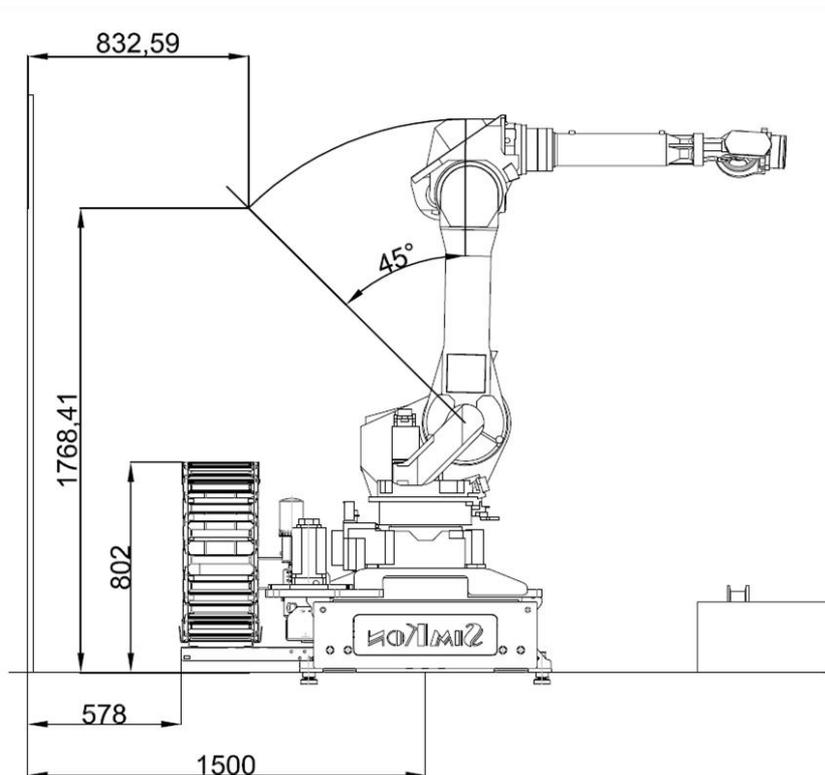


Ilustración 72 - Plano alzado estación detección: distancia a cerramiento

ZONA PELIGROSA	ALTURA ZONA PELIGROSA (a)	DISTANCIA DE SEGURIDAD HORIZONTAL (c)
Séptimo eje	800mm	578mm
Robot formando 45° respecto a la vertical	1769mm	833mm

Tabla 13 - Cálculo de distancias hasta cerramientos de seguridad para instalación de detección

ZONA PELIGROSA	ALTURA ZONA PELIGROSA (a)	DISTANCIA DE SEGURIDAD HORIZONTAL (c)
Séptimo eje	800mm	578mm
Robot formando 45° respecto a la vertical	1513mm	1050mm

Tabla 14 - Cálculo de distancias hasta cerramientos de seguridad para instalación de marcaje

MEMORIA DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA

La normativa específica que no deben hacerse interpolaciones a partir de los valores de la siguiente tabla. Cuando los valores a y c estén situados entre dos del cuadro, se tomará el mayor de ambos.

Medidas en milímetros

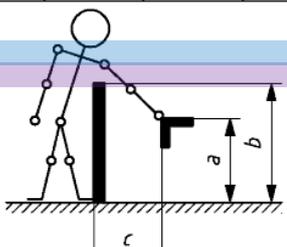
Altura de la zona peligrosa ^c <i>a</i>	Altura de la estructura de protección ^{a, b} <i>b</i>									
	1 000	1 200	1 400	1 600	1 800 ③	2 000	2 200	2 400	2 500	2 700
Distancia de seguridad horizontal con respecto a la zona peligrosa, <i>c</i>										
2 700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 600	900	800	700	600	600	500	400	300	100	0
2 400	1 100	1 000	900	800	700	600	400	300	100	0
2 200	1 300	1 200	1 000	900	800	600	400	300	0	0
2 000	1 400	1 300	1 100	900	800	600	400	0	0	0
1 800	1 500	1 400	1 100	900	800	600	0	0	0	0
1 600 ①	1 500	1 400	1 100	900	800 ②	500	0	0	0	0
1 400	1 500	1 400	1 100	900	800	0	0	0	0	0
1 200	1 500	1 400	1 100	900	700	0	0	0	0	0
1 000	1 500	1 400	1 000	800	0	0				
800	1 500	1 300	900	600	0	0				
600	1 400	1 300	800	0	0	0				
400	1 400	1 200	400	0	0	0				
200	1 200	900	0	0	0	0				
0	1 100	500	0	0	0	0				

Tabla 15 - Cálculo de cerramientos UNE- EN ISO 13857

Para la estación de detección y mediante las dos formas de cálculo, la normativa UNE-EN ISO 13857 nos impordría un cerramiento de 1600mm de altura.

En el caso de la estación de marcaje, se obtienen dos resultados, 1400mm y 1600mm. La opción escogida sería la segunda por ser más limitante.

La normativa interna de Volkswagen Navarra es más restrictiva que la norma mencionada y la altura estándar de los cerramientos de las naves se sitúa en 2200mm pudiendo llegar a los 2300mm en caso de dejar una abertura de 10cm en la parte inferior.

Tras este breve análisis se determina que cada estación contará con un cerramiento de 8000-6000mm² de 2200mm de altura.

Seguridad de los elementos móviles de las protecciones perimetrales

Las puertas de acceso al interior del cerramiento se situarán en los extremos de la instalación abriéndose fuera del alcance de los propios robots. Dichas puertas dispondrán de cierres de seguridad que activarán un protocolo de parada de la celda industrial robotizada al abrirse.

Fuera de la instalación, junto al propio cierre de seguridad se encontrará un botón de “rearme” o activación del sistema robotizado que deberá pulsarse al salir del cerramiento.

Seguridad de las aperturas destinadas al flujo de material

El cerramiento que rodea las instalaciones, debe disponer de una apertura de entrada y otra de salida de las carrocerías. Dichas aperturas deberán ajustarse a las dimensiones de la carrocería sobre el skid.

Las aperturas en el cerramiento son suficientemente grandes como para permitir el paso de una persona, por ello, se debe instalar un sistema de seguridad que detecte si un operario atraviesa la abertura y lleve al sistema robótico a un modo seguro antes de que pueda ser alcanzado.

Se seleccionan los ESPE (equipos de protección electro sensibles) para proteger las entradas y salidas de las carrocerías. Dichos ESPE consistirán en unas fotocélulas en barrera que se colocarán a los laterales de la apertura creando una cortina de seguridad.

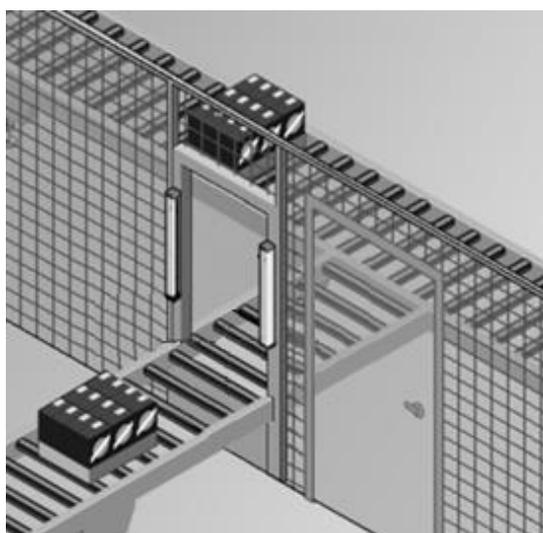


Ilustración 73 - Dibujo ESPE

En la mesa de transporte anterior a la instalación se situarán unas fotocélulas de detección de skid, y cuando dicho soporte con la carrocería, se coloque sobre los sensores, enviarán una señal al PLC que responderá con una función de inhibición que desactive momentáneamente el ESPE (Norma UNE-EN ISO 10218-2:2011). La carrocería atravesará la apertura y se volverá a activar la cortina de seguridad automáticamente.

Por el contrario, si algo/alguien distinto a un coche atravesara la barrera, se enviaría una señal al PLC que activará un protocolo especial que pondría a la celda industrial robotizada (incluyendo sistema de suministro de pasta en la estación de marcaje) en modo parada de seguridad.

El proveedor del equipo de protección electro sensible será la empresa Sick según las normas de materiales eléctricos de mantenimiento pintura de VW Navarra.

Todos los elementos de seguridad deberán tener “rearme” con el fin de reanudar el funcionamiento normal de la celda.

8.4.4.2. Protecciones del transporte

Seguridad de las mesas transferidoras

Se instalará un cerramiento de estructura metálica rodeando a las mesas transferidoras de 1400mm de altura (mínimo exigido por la norma UNE-EN ISO 13857 sin medidas de seguridad adicionales).

En la imagen se puede observar un cerramiento de estructura metálica de una mesa transferidora de la nave de pintura N2B en cota +6'00mm.



Ilustración 74 - Fotografía cerramiento mesa transferidora

Se dejará el espacio mínimo necesario entre la mesa y el cerramiento para las tareas de mantenimiento y reparación.

Se deben situar puertas en ambos lados de los cerramientos para permitir el acceso de operarios de mantenimiento y limpieza. Las puertas serán de hoja simple, con la misma altura que el propio cerramiento, sin marco y de estructura metálica.

Respecto a la seguridad de los accesos al interior de los cerramientos, se presentan varias opciones:

En primer lugar, y dado que las instalaciones no se hallan en una zona de tránsito habitual, se puede colocar un cartel que prohíba el paso a personal no autorizado. El estándar, según el anexo III del RD 485/1997 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, es el siguiente:



Ilustración 75 - Imagen cartel seguridad

En segundo lugar, se puede colocar en la puerta un cerrojo que pueda ser abierto únicamente con una llave de mantenimiento.

Por último, se pueden instalar botones en cada puerta de forma que al entrar por una de ellas y pulsar el botón, se envíe una señal al PLC y pare el funcionamiento de la mesa, y una vez que se ha cruzado al otro lado, se pulse el otro botón reanudando el funcionamiento normal.

La colocación del vallado de protección de las mesas transferidoras conlleva a su vez un problema de seguridad. Existe la posibilidad de atropello entre el cerramiento y las carrocerías que circulan por el rail contiguo. Por dicha razón, se pintará el suelo de la zona peligrosa con franjas diagonales negras y amarillas a modo de advertencia.

Se muestra el área peligrosa a continuación:

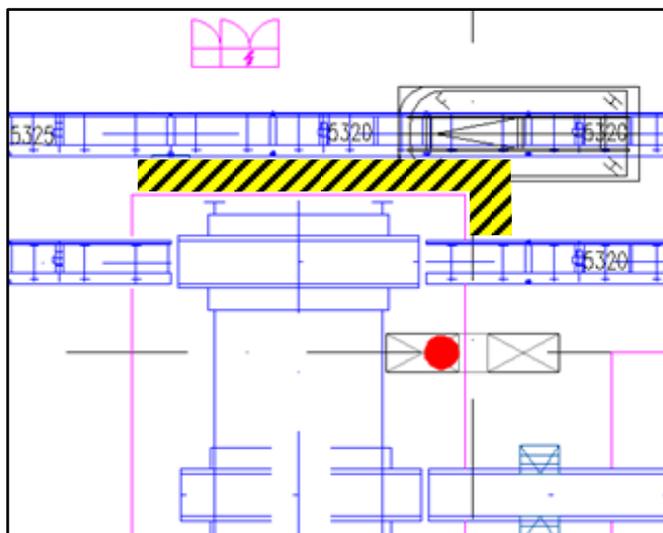


Ilustración 76 - Área con riesgo de atropello

Seguridad de los pasos

Siempre que los pasos se sitúen en zonas con amplia visibilidad del estado del transporte y lejos de la salida/entrada de estaciones, transferidoras, elevadoras... no requieren medidas especiales de seguridad.

Se ha situado un paso entre la mesa transferidora y la estación de detección junto a la columna E13 ya que se ha previsto la necesidad de cruzar el rail para realizar las tareas de control y mantenimiento en ambos lados de dicha estación. Al encontrarse en la salida inmediata de la transferidora se requiere la instalación de un pulsador de petición de paso a cada lado del rail con los que se pueda detener y reanudar el transporte.

8.4.5. **Nuevas líneas de pulido**

Tal y como se ha mencionado en las premisas del proyecto, la producción de las líneas de pulido con la nueva configuración debe ser de 1790 carrocerías al día aproximadamente (sin relevos).

Puesto que las líneas de la N2A se van a mantener igual, la producción necesaria en las nuevas líneas (rápida y de apoyo) será:

$$\begin{aligned} \text{Producción N2A} &= 165 \text{car/turno} \cdot 0.9(\text{disponibilidad}) \cdot 2 \text{líneas} \cdot 3 \text{turnos} \\ &= 891 \text{carrocería/día} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Producción necesaria} - \text{Producción actual N2A} &= 1790 - 891 \\ &\approx 900 \text{ carrocería/día} \end{aligned}$$

$$\text{Producción línea rápida} = \frac{900 \text{ carr/día}}{3 \text{turnos}} = 300 \text{ carr/turno}$$

Las 900 carrocerías (300 carr/turno) serán procesadas por la línea rápida, y aquellas que requieran un tiempo de trabajo mayor pasarán a continuación a la línea de apoyo donde dos operarios dispondrán del tiempo necesario para terminar el retrabajo. Estas últimas están estimadas en 180 carrocerías (60 carr/turno).

El tiempo tacto de pulido, que debe ser igual al tiempo tacto de detección y el de marcaje, se calcula como la relación entre las carrocerías/día que pasan por la línea rápida y los minutos trabajados/día:

$$\frac{\text{minutos trabajados/día}}{\text{carrocerías/día}} = \frac{1310}{900} = 1'46 \text{min/carr}$$

Este tiempo tacto es adecuado puesto que, según el proveedor, la instalación de detección precisa un minuto para realizar el barrido de las zonas de la carrocería a revisar.

A continuación se describen brevemente la línea rápida y la línea de apoyo.

8.4.5.1. Línea rápida

A diferencia de las líneas actuales, la línea rápida no se detiene nunca por falta de tiempo para reparar un defecto y por esta razón su disponibilidad es del 100%

A modo de descripción de dicha línea se muestra a continuación la redistribución de las zonas y tareas de la misma a partir de las líneas actuales:

LÍNEA ACTUAL N2B				LÍNEA RÁPIDA N2B			
Zona	Tarea	Puesto	Nº	Zona	Tarea	Puesto	Nº
Techo/capó	V+R	Pulidor	2	Techo/capó	R	Pulidor	2
Laterales	V+R	Pulidor	2	Laterales interiores	V+R	Pulidor	2
				Laterales exteriores	Bajo línea de estilo: V+R Sobre línea de estilo: R	Pulidor	2
Portón/Interior capó	V+R	Pulidor	2	Portón/Interior capó	Portón: R Interior capó: V+R	Pulidor	2
Completación	V+R	Pulidor	0	Completación	V+R	Pulidor	1
Carrocería completa	Revisión	Calidad (Q-Serie)	2	Carrocería completa	Revisión	Calidad (Q-Serie)	0
Carrocería completa	Comprobación	Coordinador	1	Carrocería completa	Comprobación	Coordinador	1
Carrocería completa	Desabollado	Varillero	1	Carrocería completa	Desabollado	Varillero	1

Tabla 16 - Redistribución zonas y tareas de la línea rápida respecto a la actual

V: Verificación

R: Retrabajo

En los siguientes esquemas, se puede observar que se ha aumentado un tacto en la línea rápida respecto a la línea actual. Esto significa que el coche permanecerá 1'46 minutos más en la nueva línea.

LÍNEA ACTUAL

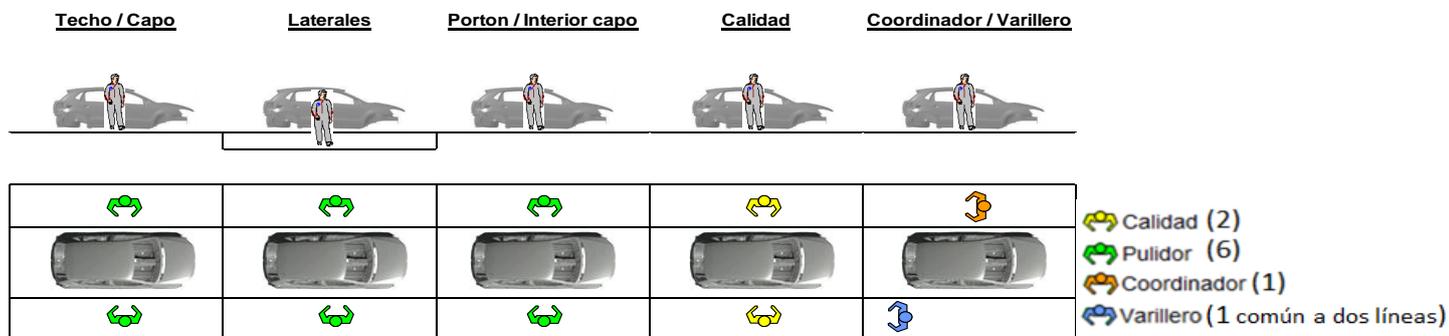


Ilustración 77 - Esquema situación operarios en línea de pulido actual

LINEA RÁPIDA

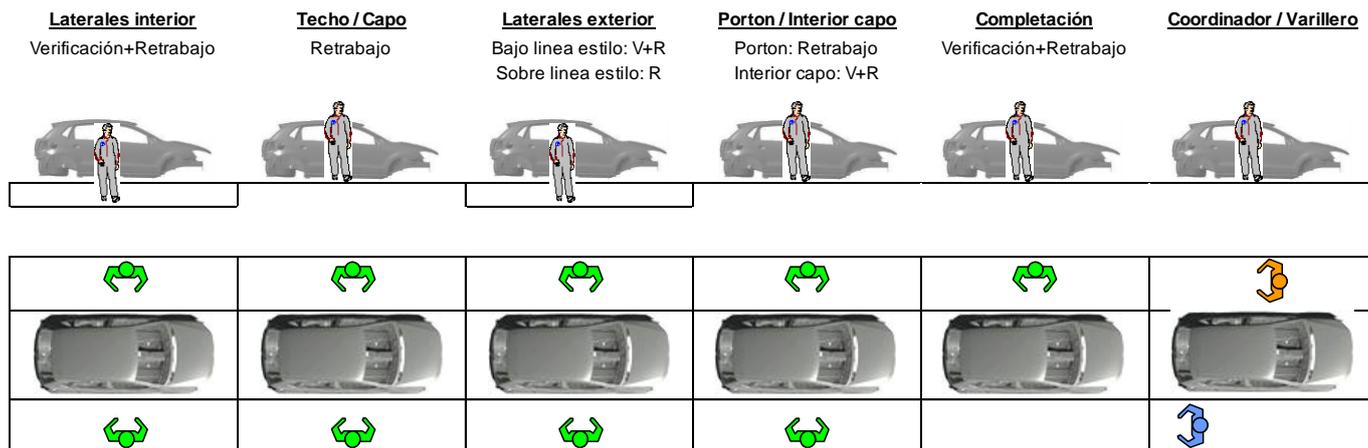


Ilustración 78 - Esquema situación operarios en línea de pulido rápida

8.4.5.2. Línea de apoyo

La línea de apoyo cuenta únicamente con dos operarios que finalizarán los retrabajos de la carrocería y verificarán los bajos e interiores si es necesario.

LÍNEA DE APOYO N2B			
Zona	Tarea	Puesto	Nº
Carrocería completa	V+R	Pulidor	2

Tabla 17 - Línea de apoyo N2B

8.4.5.3. Comparativa

A modo de resumen se muestra la siguiente tabla comparativa:

	Capacidad teórica (c/t)	Produc real (c/t)	MOD Prod.	MOD Q	MOD Relev.	Capacidad teórica (c/t)	Produc real (c/t)	MOD Prod	MOD Q	MOD Relev.
Pulido N2A Línea 1	165	165·0,9	7	2	3	165	165·0,9	7	2	2
Pulido N2A Línea 2	165	165·0,9	8	2		165	165·0,9	8	2	
Pulido N2B Línea 1 / Rápida	165	165·0,9	7	2		300	300	11	0	
Pulido N2B Línea 1 / Apoyo	165	165·0,9	8	2		60	60	2	0	
Total	660	594	41			630	597	34		

Tabla 18- Comparativa líneas actuales de pulido frente a nuevas líneas

Reducción MOD/turno (sin relevos): 6 operarios/turno

Reducción MOD/turno (con relevos): 7 operarios/turno

8.4.6. Estrategia de emergencia

En caso de avería de alguna de las estaciones, la instalación completa quedaría inutilizada ya que el marcaje automático no es útil sin la detección y viceversa. En esta situación se volvería al control visual en la propia línea de pulido de cota +6'00m de la nave N2B hasta la reparación de la instalación.

Puesto que en el momento de la avería no se dispondría de los 19 operarios necesarios para completar dos líneas de pulido como las actuales, sino que solo se podría contar con 13 (línea rápida + línea de apoyo), es inevitable que el ritmo de producción disminuya.

8.4.7. Proveedores de la instalación

A continuación se presenta una lista de los principales proveedores de la instalación del presente proyecto:

- Proveedor de los robots de detección y marcaje: FANUC Robotics.
- Proveedor del sistema de visión artificial ReflectCONTROL y marcaje automático: Micro-Épsilon Eltrotec GmbH.
- Proveedor integrador de la instalación: PROCON Systems S.A.
- Proveedor de los elementos de transporte de la instalación: EISENMANN/DÜRR.
- Proveedor de los elementos de suministro de pasta de pulir a la estación de marcaje: GRACO.
- Proveedor de los elementos de regulación de las tomas de aire comprimido: FESTO.
- Proveedor de la sonda medidora de nivel: VEGA.
- Proveedor de los elementos de la red de comunicaciones: SIEMENS.
- Proveedor de los armarios eléctricos estándar: RITTAL.
- Proveedor de la pasta de pulir POLITUR P10: Würth S.A.

Hay que tener en cuenta que muchos de estos proveedores contratan a su vez a otros proveedores para que les suministren todos los materiales y productos que necesitan para realizar sus entregas.

8.4.8. Amortización de la inversión

Todo nuevo proyecto e inversión en una empresa debe ser aprobado por el área de finanzas para su posterior realización. Por ello, es de vital importancia realizar un informe de los ahorros que se producen gracias al proyecto y en el que conste el plazo de recuperación de la inversión o amortización.

8.4.8.1. Coste total de la instalación

Se realiza una estimación del coste total del proyecto en base a ofertas recibidas y gastos de la realización de proyectos previos.

Hay que aclarar que los mostrados a continuación no serán los precios finales ya que a partir de estas ofertas el departamento de compras negocia con los proveedores intentando rebajar más los precios.

MEMORIA DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA

POS	CONCEPTO	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
1	INSTALACIÓN VISIÓN ARTIFICIAL μE:			
	Unidad de control + software	98.550,00	1,00	98.550,00
	Sensor + unidad de evaluación + cableado + software	320.400,00	2,00	640.800,00
	Integración sistema	61.000,00	1,00	61.000,00
	Simulación por tipo de carrocería	19.620,00	1,00	19.620,00
	Programación del robot por tipo de carrocería	7.470,00	1,00	7.470,00
	Dispositivo de detección de defectos por tipo de carrocería y determinación de los parámetros de detección	93.000,00	1,00	93.000,00
	Gestión de proyecto	75.000,00	1,00	75.000,00
	Documentación, formación	78.000,00	1,00	78.000,00
	Parametrización, prueba de rendimiento, asistencia durante la instalación, recopilación de datos de base	175.000,00	1,00	175.000,00
	TOTAL			1.248.440,00
2	INSTALACIÓN MARCAJE AUTOMÁTICO μE:			
	Unidad de control de marcaje + software	163.500,00	1,00	163.500,00
	Sistema de marcaje + sistema de suministro + cableado + software	49.800,00	2,00	99.600,00
	TOTAL			263.100,00
3	ROBOTS			
	Robot de detección FANUC modelo 710iC 70	35.000,00	2,00	70.000,00
	Robot de marcaje FANUC modelo 710iC 20L	35.000,00	2,00	70.000,00
	Séptimo eje	30.000,00	4,00	120.000,00
	TOTAL			260.000,00
4	INTEGRACIÓN			
	TOTAL			137.000,00
5	TRANSPORTE			
	TOTAL			172.500,00
6	RECAMBIOS (10%)			
	TOTAL			208.104,00
7	P&Q (5%)			
	TOTAL			104.052,00
	TOTAL			2.393.196,00

Tabla 19 - Presupuesto instalación

8.4.8.2. Ahorros de personal

Con la conversión de las antiguas líneas de pulido de la nave N2B en una línea rápida y otra de apoyo, y manteniendo igual las líneas de la N2A, se ahorran 6 trabajadores por turno (trabajando sin relevos), lo que eleva la cifra a un total de 18 trabajadores.

8.4.8.3. Costes de MOD por hora y anuales

Una hora de trabajo cuesta 27'05€/hora.

El coste de personal anual es 45658€/año.

Los valores del coste por hora de mano de obra y el gasto anual por personal han sido proporcionados por el departamento de control y planificación financiera.

8.4.8.4. Producción anual

La producción anual actual de VW Navarra es de 297500 coches/año (Previsiones del año 2014).

8.4.8.5. Cálculos

Reducción de costes anuales por los ahorros de personal:

Ahorro de personal·coste de MOD anual:

$$18 \text{ operarios} \cdot 45658\text{€/año} = 821844\text{€/año}$$

Amortización o retorno de la inversión (cálculo de ingeniería):

Coste del proyecto/ahorros anuales:

$$2393196\text{€} / 821844\text{€/año} = 2'91 \text{ años}$$

Puesto que se planea mantener la instalación en funcionamiento durante un tiempo mayor que 2'91 años, se considera que la recuperación de la inversión está dentro de la vida útil.

Amortización o retorno de la inversión (cálculo financiero):

Realmente, ninguna empresa acepta proyectos con una amortización mayor de 2 años, y es preferible que se amorticen antes del año.

Esto se debe a que cualquier inversión con un periodo de amortización mayor de 1 año conlleva costes financieros derivados de los intereses de los préstamos bancarios.

Si hallamos la amortización del presente proyecto teniendo en cuenta dichos intereses, la cifra aumenta respecto a la calculada anteriormente.

A modo de ejemplo se plantean las siguientes hipótesis y se realiza el cálculo:

Se supone un interés fijo del 6%

Se iguala la cuota al ahorro anual de la instalación

Se aplican las siguientes fórmulas:

$$\text{Amortización} = \text{Cuota} - \text{Inicial} \cdot I$$

$$\text{Final} = \text{Inicial} - \text{Amortización}$$

Tasa de interés anual	
I =	0,06

Tiempo	inicial	Interés	Amortización	Cuota	Final
Año 0					2.393.169,00 €
Año 1	2.393.169,00 €	143.590,14 €	678.253,86 €	821.844,00 €	1.714.915,14 €
Año 2	1.714.915,14 €	102.894,91 €	718.949,09 €	821.844,00 €	995.966,05 €
Año 3	995.966,05 €	59.757,96 €	762.086,04 €	821.844,00 €	233.880,01 €
Año 4	233.880,01 €	14.032,80 €	233.880,01 €	247.912,81 €	0,00 €

Tabla 20 – Amortización anual (cálculo financiero)

Se puede observar que el periodo de amortización es menor de 4 años. Podemos calcular exactamente cuantos meses costaría amortizar la instalación con un interés y una cuota fija.

Para ello se transforma el interés anual en interés efectivo mensual:

$$1 + TAE = (1 + i_{\text{efectivo mensual}})^{12}$$

$$i_{\text{efectivo mensual}} = (1 + TAE)^{\frac{1}{12}} - 1 = (1 + 0'06)^{\frac{1}{12}} - 1 = 0'00486755 = 0'486755\%$$

MEMORIA DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA

Tasa de interés mensual
 $I = 0,004867551$

Tiempo	Inicial	Interés	Amortización	Cuota	Final
Mes 0					2.393.196,00 €
Mes 1	2.393.196,00 €	11.649,00 €	56.838,00 €	68.487,00 €	2.336.358,00 €
Mes 2	2.336.358,00 €	11.372,34 €	57.114,66 €	68.487,00 €	2.279.243,34 €
Mes 3	2.279.243,34 €	11.094,33 €	57.392,67 €	68.487,00 €	2.221.850,68 €
Mes 4	2.221.850,68 €	10.814,97 €	57.672,03 €	68.487,00 €	2.164.178,65 €
Mes 5	2.164.178,65 €	10.534,25 €	57.952,75 €	68.487,00 €	2.106.225,89 €
Mes 6	2.106.225,89 €	10.252,16 €	58.234,84 €	68.487,00 €	2.047.991,06 €
Mes 7	2.047.991,06 €	9.968,70 €	58.518,30 €	68.487,00 €	1.989.472,76 €
Mes 8	1.989.472,76 €	9.683,86 €	58.803,14 €	68.487,00 €	1.930.669,62 €
Mes 9	1.930.669,62 €	9.397,63 €	59.089,37 €	68.487,00 €	1.871.580,25 €
Mes 10	1.871.580,25 €	9.110,01 €	59.376,99 €	68.487,00 €	1.812.203,26 €
Mes 11	1.812.203,26 €	8.820,99 €	59.666,01 €	68.487,00 €	1.752.537,25 €
Mes 12	1.752.537,25 €	8.530,56 €	59.956,44 €	68.487,00 €	1.692.580,81 €
Mes 13	1.692.580,81 €	8.238,72 €	60.248,28 €	68.487,00 €	1.632.332,54 €
Mes 14	1.632.332,54 €	7.945,46 €	60.541,54 €	68.487,00 €	1.571.791,00 €
Mes 15	1.571.791,00 €	7.650,77 €	60.836,23 €	68.487,00 €	1.510.954,77 €
Mes 16	1.510.954,77 €	7.354,65 €	61.132,35 €	68.487,00 €	1.449.822,42 €
Mes 17	1.449.822,42 €	7.057,08 €	61.429,92 €	68.487,00 €	1.388.392,50 €
Mes 18	1.388.392,50 €	6.758,07 €	61.728,93 €	68.487,00 €	1.326.663,57 €
Mes 19	1.326.663,57 €	6.457,60 €	62.029,40 €	68.487,00 €	1.264.634,17 €
Mes 20	1.264.634,17 €	6.155,67 €	62.331,33 €	68.487,00 €	1.202.302,85 €
Mes 21	1.202.302,85 €	5.852,27 €	62.634,73 €	68.487,00 €	1.139.668,12 €
Mes 22	1.139.668,12 €	5.547,39 €	62.939,61 €	68.487,00 €	1.076.728,51 €
Mes 23	1.076.728,51 €	5.241,03 €	63.245,97 €	68.487,00 €	1.013.482,54 €
Mes 24	1.013.482,54 €	4.933,18 €	63.553,82 €	68.487,00 €	949.928,72 €
Mes 25	949.928,72 €	4.623,83 €	63.863,17 €	68.487,00 €	886.065,54 €
Mes 26	886.065,54 €	4.312,97 €	64.174,03 €	68.487,00 €	821.891,51 €
Mes 27	821.891,51 €	4.000,60 €	64.486,40 €	68.487,00 €	757.405,11 €
Mes 28	757.405,11 €	3.686,71 €	64.800,29 €	68.487,00 €	692.604,82 €
Mes 29	692.604,82 €	3.371,29 €	65.115,71 €	68.487,00 €	627.489,11 €
Mes 30	627.489,11 €	3.054,33 €	65.432,67 €	68.487,00 €	562.056,44 €
Mes 31	562.056,44 €	2.735,84 €	65.751,16 €	68.487,00 €	496.305,28 €
Mes 32	496.305,28 €	2.415,79 €	66.071,21 €	68.487,00 €	430.234,07 €
Mes 33	430.234,07 €	2.094,19 €	66.392,81 €	68.487,00 €	363.841,26 €
Mes 34	363.841,26 €	1.771,02 €	66.715,98 €	68.487,00 €	297.125,27 €
Mes 35	297.125,27 €	1.446,27 €	67.040,73 €	68.487,00 €	230.084,54 €
Mes 36	230.084,54 €	1.119,95 €	67.367,05 €	68.487,00 €	162.717,49 €
Mes 37	162.717,49 €	792,04 €	67.694,96 €	68.487,00 €	95.022,53 €
Mes 38	95.022,53 €	462,53 €	68.024,47 €	68.487,00 €	26.998,05 €
Mes 39	26.998,05 €	131,41 €	26.998,05 €	27.129,47 €	0,00 €

Tabla 21 - Amortización mensual (cálculo financiero)

La instalación se amortiza en 39 meses, es decir, 3'25 años.

A pesar de este largo periodo de amortización, este proyecto tiene un tratamiento especial ya que se trata de una innovación con ahorro de personal cuya tecnología tarde o temprano se implantará en la fábrica.

8.4.9. Límites del sistema de detección de la instalación (datos de proveedor)

8.4.9.1. Nivel de detección por tipo de defecto

En el catálogo del sistema REFLECTcontrol de visión artificial, el proveedor (Micro-épsilon) proporciona una tabla de todos los defectos que pueden existir en una carrocería clasificados en función de la tasa de detección de los mismos por el sistema:

Clase	Ejemplo	Detectabilidad	Comentarios
Inclusiones	Partículas, pelusas, salpicaduras, pelos, abrasiones, restos de PVC, restos de sellado, residuos adhesivos, proyecciones soldadura, burbujas, fibras, aglomerados, virutas		Defecto en el esmalte
Desconchados	Desconchados de pintura, picadas		
Suciedades	Polvo, partículas, pulverizados, pulverizados de PVC, manchas de agua		Defecto de la pintura, se pueden limpiar con un trapo
Cráteres	Cráteres, hervidos, poros		Se pueden reducir con el tratamiento térmico
Gotas	Gotas de pintura, descolgados		Aplicable a los depósitos de pintura de base. En la capa de

MEMORIA DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA

			barniz por lo general no es detectable
Bollos hacia adentro	Golpes, abolladuras de la chapa hacia dentro, depresiones		
Bollos hacia afuera	Abolladuras hacia el exterior		
Rozaduras	Roces, estrías, arañazos		
Rebordes	Acumulación de laca en los bordes de la chapa		
Escasez	Escasez de pintura, escasez de barniz		
Defecto de lijado	Zonas lijadas y posteriormente no pulidas		
Bordes pegajosos			
Defectos de pintura	Piel de naranja, defectos en la reflectividad, desalineaciones de las partículas metálicas en pinturas de efecto nacarado/metálico		
Ondulaciones	Ondulaciones, pliegues		
Velo			
Agua	Gotas de agua		
Defectos por medios auxiliares	Restos de detergente, restos de disolvente, suciedad de horno, restos de espuma, restos de lubricante/aceite		
Desviación de	Mezcla de colores, desviación de		

MEMORIA DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA

color	color		
Desconocido	Grietas, ciertas manchas		
Otros	Imperfecciones de PVC, sellado, falta de pintura en cantos por golpes		Fuera de la zona de inspección

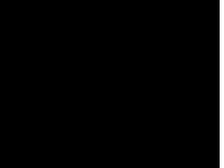
Leyenda	Detectable		Tasa de detección > 95%
	Detectable según condiciones		El ratio de reconocimiento depende del aspecto concreto del defecto
	No detectable		
	No conocido		
	No relevante		Puede que el defecto sea demasiado pequeño para ser detectado

Tabla 22 - Nivel de detección de cada tipo de defecto proporcionado por el sistema REFLECTControl

A continuación se muestran imágenes con ejemplos de defectos en carrocerías detectados por el sistema:

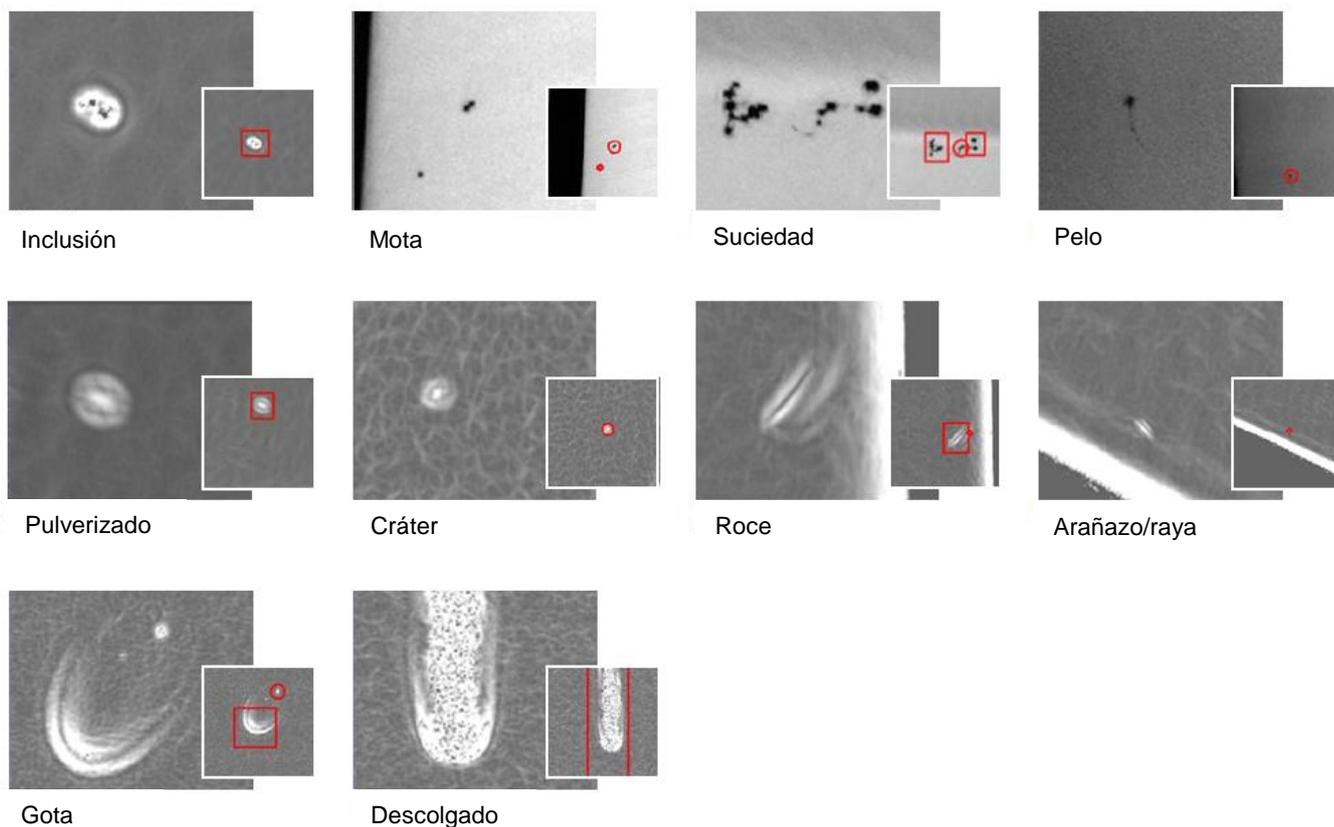


Ilustración 79 - Fotografías de defectos en carrocerías detectados por el sistema REFLECTControl

Se puede concluir que el sistema detecta sin problema aquellos defectos puntuales que rompen bruscamente la homogeneidad de la superficie mientras que aquellos que son graduales, como las ondulaciones, desviaciones del color o efectos de velo, no es capaz de reconocerlos.

La imposibilidad de la detección automática de este último tipo de defectos citados hace que se plantee la necesidad de revisar las carrocerías en las posteriores líneas de pulido y que se dude acerca de la decisión de suprimir los operarios de calidad.

8.4.9.2. Clasificación de los defectos según tamaño y zona

El sistema clasifica los fallos en cuatro tipos: defectos grandes (C), medios (B), pequeños (A) y sin relevancia (n.r.). En función del lugar de la carrocería donde se encuentre el defecto y su tamaño, este englobado en una categoría u otra:

Zona	Diámetro (mm)			
	N (n.r.)	A (pequeño)	B (medio)	C (grande)
1	0.3	0.5	1.0	2.0
2	0.3	0.7	1.4	2.8
3	0.3	1.0	2.0	4.0

Tabla 23 - Clasificación de los defectos según diámetro y zona



Ilustración 80 - Situación de las zonas definidas por proveedor en la carrocería

La estación de detección del presente proyecto únicamente inspeccionará la zona sobre la línea de estilo inferior de la carrocería que corresponde a las Zonas 1 y 2 de la tabla mostrada anteriormente.

NOTA: Las zonas 1, 2 y 3 mostradas en la tabla 23 y la imagen han sido definidas por el proveedor y no coinciden con las zonas 1, 2, y 3 de auditorías de calidad del apartado 8.3. "Selección final".

8.4.9.3. Valores característicos de la instalación

Sensibilidad

Para que el sistema pueda detectar el defecto, el tamaño mínimo del diámetro debe de ser 0.3mm.

Reproducibilidad de las coordenadas

Las coordenadas de los defectos se reproducen con un error menor de 10mm.

Ratio de detección

La tasa de reconocimiento del sistema de los defectos clasificados como detectables (verde) es mayor del 95%.

8.4.10. AMFE del nuevo proceso

A partir de la clasificación del apartado anterior proporcionada por el proveedor se puede rehacer la Tabla de Evaluación de probabilidad de Detección de fallo "D" y evaluar el nuevo proceso de detección, marcaje y pulido con un nuevo AMFE de proceso.

Se identifican aquellos fallos marcados en verde en la tabla (detectables) con un índice D de 1, los marcados en amarillo (detectables según condiciones) con un índice D de 7, y los marcados en rojo, gris y negro (no detectables, desconocidos o irrelevantes) con un índice D de 10.

Tabla de Evaluación de la Probabilidad de Detección de fallo "D"		
Método de detección	Índice de detección "D"	Criterio de Detección
Inspección Automática	1	Muy alta (95% de defectos detectados)
	7	Según condiciones
	10	Nula

Tabla 24 - Evaluación de la Probabilidad de detección de fallo para AMFE del nuevo proceso

Se muestra a continuación una lista de los tipos de defectos detectados en el estudio de pulido del apartado 6.3 y sus correspondientes índices de detección futuros con la nueva estación de verificación:

DEFECTO	ÍNDICE DE DETECCIÓN		
		Gotas de agua	10
Picadas	1	Pulverizado PVC	1
Bollos/hendiduras	7	Masilla (restos, pegotes)	1
Ondulaciones	10	Cráteres	1

Proyecciones de chapa	1	Hervidos	1
Masilla de chapa	1	Poros en cordón laser techo	10
Gotas KTL	1	Descolgados base	1
Burbujas KTL	1	Descolgados barniz	1
Recrecidos	1	Gotas disolvente	10
Suciedad de base	1	Gotas pintura	1
Suciedad de barniz	1	Gotas barniz	1
Suciedad de útil	1	Escasez	7
Suciedad de bisagra	1	Roces en húmedo	7
Fibras	1	Falta de incorporación	10
Polvo de lijado	1	Velo	10
Carbonilla	10	Defecto de fondo	10
Gotas de aceite	10	Repulsiones	10

Tabla 25 - Asignación de nuevo índice de detección a cada tipo de defecto

Por suerte, los defectos que mayor índice de ocurrencia presentan (gotas de pintura, hervidos, restos y pegotes de masilla, pulverizados de PVC, suciedades, proyecciones de chapa y picadas) son los que mejor detecta el sistema REFLECTcontrol.

No hace falta redefinir las Tablas de Evaluación de la Probabilidad de Ocurrencia de fallo "O" ni la de Evaluación de la Gravedad de fallo "G" ya que la nueva instalación no afecta a dichos parámetros.

A continuación presentamos los resultados del nuevo AMFE:

MEMORIA DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA

PROCESO	FUNCIÓN DEL PROCESO	DEFECTO	CAUSAS POTENCIALES DE FALLO	CONDICIONES EXISTENTES				Medidas tomadas	RESULTADOS						
				CONTROLER ACTUALES	Ocurrencia	Gravedad	Detección		Número de Prioridad de Riesgo (NPR)	Acciones recomendadas	Ocurrencia	Gravedad	Detección	Número de Prioridad de Riesgo (NPR)	
Control y pulido de carrocerías	Entrada de la carrocería en la estación de detección	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Picadas	Golpes durante los pasos previos. Sin asociación a un proceso concreto	Verificación automática	10	6	1	60	-	10	6	1	60	-	-
		Bollos/hendiduras	Golpes durante los pasos previos. Sin asociación a un proceso concreto	Verificación automática	9	6	7	378	-	9	6	7	378	-	-
		Ondulaciones (aguas)	Defecto de proveedor o debido al secado en el horno de las masillas de chapa o pintura	Verificación automática	0	6	10	0	-	0	6	10	0	-	-
		Proyecciones de chapa	Proyecciones metálicas de los procesos de soldadura de chapistería que se adhieren a la carrocería.	Verificación automática	10	6	1	60	Aviso a mantenimiento chapa	9	6	1	54	-	-
		Masilla de chapa	Restos de masilla de color verde o negra aplicada entre chapas o en los pliegues de los elementos móviles en chapistería. Mala aplicación y posterior mala limpieza.	Verificación automática	0	6	1	0	-	0	6	1	0	-	-
		Gotas KTL	Fallo de escurrido de carrocerías. Gotas que se cuejan entre chapas y posteriormente escurren en el horno.	Verificación automática	5	6	1	30	Aviso a mantenimiento pintura	5	6	1	30	-	-

MEMORIA DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA

PROCESO	FUNCIÓN DEL PROCESO	DEFECTO	CAUSAS POTENCIALES DE FALLO	CONDICIONES EXISTENTES				RESULTADOS						
				CONTROLER ACTUALES	Ocurrencia	Gravedad	Detección	Número de Prioridad de Riesgo (NPR)	Acciones recomendadas	Medidas tomadas	Ocurrencia	Gravedad	Detección	Número de Prioridad de Riesgo (NPR)
Control y pulido de carrocerías	Inspección automática de la zona asignada mediante el sistema de visión artificial	Burbuja KTL	Procedente del proceso de KTL.	Verificación automática	0	6	1	0	-	-	0	6	1	0
		Recrecidos	Exceso de tensión en la cuba de KTL	Verificación automática	0	6	1	0	-	-	0	6	1	0
		Suciedad de base	Suciedades del ambiente que se posan sobre la laca base. Requiere el paso de la carrocería, al menos por las cabinas de Spot-Repair.	Verificación automática	10	6	1	60	-	Instalación del EMU-Blower	8	6	1	48
		Suciedad de barniz	Suciedades del ambiente que se posan sobre el barniz. Para solucionar este defecto basta con el paso de la carrocería por la línea de pulido.	Verificación automática	10	6	1	60	-	Instalación del EMU-Blower	8	6	1	48
		Suciedad de útil	Suciedades depositadas en la carrocería por los útiles plásticos utilizados para sujetar elementos móviles.	Verificación automática	10	6	1	60	Aviso mantenimiento pintura	Limpieza de útiles	7	6	1	42
		Suciedad de bisagra	Fallo de soplado de la cascarilla formada en la bisagra, deposición de este residuo en otras zonas de la carrocería, formación de cascarilla cada vez que un operario abre/cierra una puerta.	Verificación automática	10	6	1	60	Aviso a operarios de línea	Mejora del soplado de la bisagra	8	6	1	48
		Fibras	Suciedad ambiente	Verificación automática	7	6	1	42	-	Instalación del EMU-Blower	5	6	1	30

MEMORIA DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA

PROCESO	FUNCIÓN DEL PROCESO	DEFECTO	CAUSAS POTENCIALES DE FALLO	CONDICIONES EXISTENTES					RESULTADOS					
				CONTROLES ACTUALES	Ocurrencia	Gravedad	Detección	Número de Prioridad de Riesgo (NPR)	Acciones recomendadas	Medidas tomadas	Ocurrencia	Gravedad	Detección	Número de Prioridad de Riesgo (NPR)
Control y pulido de carrocerías	Inspección automática de la zona asignada mediante el sistema de visión artificial	Polvo de lijado	Mala limpieza de la carrocería tras el lijado	Verificación automática	3	6	1	18	Aviso a operarios de línea de preparación de lacas	Mejora de la limpieza de la carrocería	1	6	1	6
		Carbonilla	Restos de pintura o grasas carbonizados provenientes de los hornos	Verificación automática	0	6	10	0	-	-	0	6	10	0
		Gotas de aceite	Restos de aceites utilizados en las cadenas del transporte	Verificación automática	0	6	10	0	-	-	0	6	10	0
		Gotas de agua	Resultado de los condensados en los hornos.	Verificación automática	1	6	10	60	-	-	1	6	10	60
		Pulverizado PVC	Mala limpieza tras los procesos de aplicación de masillas y talonera	Verificación automática	10	6	1	60	Aviso a operarios de línea	Mejora de la limpieza de la carrocería cuando la masilla aun esta fresca	7	6	1	42
		Masilla (restos, pegotes)	Mala limpieza tras los procesos de aplicación de masillas.	Verificación automática	10	6	1	60	Aviso a operarios de línea	Mejora de la limpieza de la carrocería cuando la masilla aun esta fresca	7	6	1	42
		Cráteres	Burbuja de agua (de la pintura base agua) que sale al exterior cuando el barniz ya ha comenzado a secarse	Verificación automática	7	6	1	42	Aviso a mantenimiento pintura	Revisión de la eficiencia del horno intermedio	5	6	1	30

MEMORIA DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA

PROCESO	FUNCIÓN DEL PROCESO	DEFECTO	CAUSAS POTENCIALES DE FALLO	CONDICIONES EXISTENTES					RESULTADOS						
				CONTROLER ACTUALES	Ocurrencia	Gravedad	Detección	Número de Prioridad de Riesgo (NPR)	Acciones recomendadas	Medidas tomadas	Ocurrencia	Gravedad	Detección	Número de Prioridad de Riesgo (NPR)	
Control y pulido de carrocerías	Inspección automática de la zona asignada mediante el sistema de visión artificial	Hervidos	Burbuja de agua (de la pintura base agua) que sale al exterior cuando el barniz ya ha comenzado a secarse.	Verificación automática	10	6	1	60	Aviso a mantenimiento pintura	Revisión de la eficiencia del horno intermedio	8	6	1	48	
		Poros en cordón láser techo	Mala aplicación del cordón	Verificación automática	5	6	10	300	Aviso a mantenimiento chapa	Revisión robots soldadura	3	6	10	180	
		Descolgados base	Procedentes del proceso de aplicación de lacas. Gotas de pintura que se quedan entre chapas y posteriormente escurren en el horno.	Verificación automática	0	6	1	0	-	-	0	6	1	0	
		Descolgados barniz	Procedentes del proceso de aplicación de barniz. Gotas de barniz que se quedan entre chapas y posteriormente escurren en el horno.	Verificación automática	0	6	1	0	-	-	0	6	1	0	
		Gotas disolvente	Defectos producidos al llevarse a cabo procesos como la limpieza del código de barras o el lavado de los robots.	Verificación automática	0	6	10	0	-	-	0	6	10	0	
		Gotas pintura	Procedentes del proceso de aplicación de lacas. Fallo campana/pistola	Verificación automática	10	6	1	60	Aviso a mantenimiento pintura	Revisión campana/pistolas	8	6	1	48	
		Gotas barniz	Procedentes del proceso de aplicación de barniz. Fallo campana/pistola	Verificación automática	5	6	1	30	Aviso a mantenimiento pintura	Revisión campana/pistolas	3	6	1	18	

PROCESO	FUNCIÓN DEL PROCESO	DEFECTO	CAUSAS POTENCIALES DE FALLO	CONDICIONES EXISTENTES				Medidas tomadas	RESULTADOS					
				CONTROL ACTUALES	Ocurrencia	Gravedad	Detección		Número de Prioridad de Riesgo (NPR)	Acciones recomendadas	Ocurrencia	Gravedad	Detección	Número de Prioridad de Riesgo (NPR)
Control y pulido de carrocerías	Inspección automática de la zona asignada mediante el sistema de visión artificial	Escasez	Obstrucción en las pistolas de lacas, finalización del material en el depósito...	Verificación automática	4	6	7	168	Aviso a mantenimiento pintura	1	6	7	42	
		Roces en húmedo	Roces durante pasos previos. Sin asociación a un proceso concreto	Verificación automática	2	6	7	84	-	2	6	7	84	
		Falta de incorporación	Efecto no uniforme en la pintura debido a que una capa se ha secado demasiado antes de pintar otra zona.	Verificación automática	0	6	10	0	-	0	6	10	0	
		Velo	Diferencias de tonalidad en zonas repintadas con el resto de la carrocería. Efecto difuminado.	Verificación automática	0	6	10	0	-	0	6	10	0	
	Defecto de fondo	Repulsiones	-	Mala aplicación de la pintura de base que produce cambios de tonalidad.	Verificación automática	2	6	10	120	Aviso a mantenimiento pintura	1	6	10	60
	Salida de la carrocería de la estación de detección	Entrada de la carrocería de la estación de marcaje	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PROCESO	FUNCIÓN DEL PROCESO	DEFECTO	CAUSAS POTENCIALES DE FALLO	CONDICIONES EXISTENTES				Acciones recomendadas	Medidas tomadas	RESULTADOS		
				CONTOLES ACTUALES	Ocurrencia	Gravedad	Detección			Número de Prioridad de Riesgo (NPR)	Ocurrencia	Gravedad
Control y pulido de carrocerías	Marcaje	Descolgados pasta de pulir	Exceso de pasta aplicada	SIN DATOS	SIN DATOS	SIN DATOS	Aviso a mantenimiento pintura	Reprogramación parámetros de marcaje	SIN DATOS	SIN DATOS	SIN DATOS	
		Gotas de pasta de pulir	Exceso de pasta aplicada	SIN DATOS	SIN DATOS	SIN DATOS	Aviso a mantenimiento pintura	Reprogramación parámetros de marcaje	SIN DATOS	SIN DATOS	SIN DATOS	
		Defectos sin marcar	Falta de producto en el deposito	SIN DATOS	SIN DATOS	SIN DATOS	Aviso a mantenimiento pintura	Reposición de producto	SIN DATOS	SIN DATOS	SIN DATOS	
		Asignación de la cartilla de sellado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Inspección visual de bajos e interiores	Mismos defectos que en la detección automática	Mismas causas	Verificación visual	MISMOS PARÁMETROS	Mismas acciones	Mismas medidas	MISMOS PARÁMETROS	MISMOS PARÁMETROS	MISMOS PARÁMETROS	
		Para suciedades medianas o grandes lijado con margarita grano 3000	Lijado poco efectivo por selección de margarita de grano 5000	Mala colocación de los útiles	SIN DATOS	SIN DATOS	Aviso a operario de la propia línea	Reordenación herramientas	SIN DATOS	SIN DATOS	SIN DATOS	
		lijado con margarita grano 5000	Lijado demasiado agresivo por selección de margarita de grano 3000	Mala colocación de los útiles	SIN DATOS	SIN DATOS	Aviso a operario de la propia línea	Reordenación herramientas	SIN DATOS	SIN DATOS	SIN DATOS	

PROCESO	FUNCIÓN DEL PROCESO	DEFECTO	CAUSAS POTENCIALES DE FALLO	CONDICIONES EXISTENTES					Medidas tomadas	RESULTADOS							
				CONTROLES ACTUALES	Ocurrencia	Gravedad	Detección	Número de Prioridad de Riesgo (NPR)		Acciones recomendadas	Ocurrencia	Gravedad	Detección	Número de Prioridad de Riesgo (NPR)			
Control y pulido de carrocerías	Aplicar pasta de pulir sobre el disco de espuma y sobre la carrocería	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Pulir en cruz en ciclos de 10 segundos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Limpiar restos	Suciedades y restos de pasta	Mala limpieza	SIN DATOS	SIN DATOS	SIN DATOS	SIN DATOS	Aviso a operario de la propia línea	Mejora de la limpieza de restos de pulido	SIN DATOS	SIN DATOS	SIN DATOS	SIN DATOS	SIN DATOS	SIN DATOS		
	Sellado de la cartilla del vehículo según zona verificada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Desabollado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Introducción de los defectos no reparados en el FISEQS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Salida de la carrocería y direccionamiento según fallos sin reparar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 26 - AMFE del nuevo proceso de control y retrabajo de carrocerías

Con el fin de evaluar los resultados de este nuevo análisis modal de fallos y efectos, se presenta una comparativa de los números de prioridad de riesgo de cada tipo de fallo del AMFE inicial y del nuevo.

Los resultados del AMFE del proceso de control visual se muestran en color lila mientras que los datos del análisis del proceso automático se han coloreado de beis. A su vez, de cada AMFE se muestra el NPR anterior y posterior a la aplicación de medidas correctivas y preventivas (NPR1 y NPR2 respectivamente).

	Picadas	Bollo	Agua (chapa)	Proyecciones de chapa	Masilla de Chapa	Gotas KTL	Burbujas de KTL (espuma)	Recrecidos (mapping)	Suciedad de base	Suciedad de barniz	Suciedad de útil	Suciedad de bisagra	Fibras	Polvo de lijado	Carbonilla	Gotas de aceite	Gotas de agua	Pulverizado PVC	Masilla (restos, pegotes)	Cráteres	Hervidos	Poros en cordón láser techo	Descolgados de base	Descolgados de barniz	Gotas de disolvente	Gotas de Pintura	Gotas de barniz	Escasez	Roces en húmedo	Falta de incorporación	Velo	Defecto de fondo	Repulsiones
NPR 1 Inspec visual	420	378	0	420	0	210	0	0	420	420	420	420	294	126	0	0	42	420	420	294	420	210	0	0	0	420	210	168	84	0	0	84	84
NPR 2 Inspec visual	420	378	0	378	0	210	0	0	336	336	294	336	210	42	0	0	42	294	294	210	336	126	0	0	0	336	126	42	84	0	0	42	42
NPR 1 automat	60	378	0	60	0	30	0	0	60	60	60	60	42	18	0	0	60	60	60	42	60	300	0	0	0	60	30	168	84	0	0	120	120
NPR 2 automat	60	378	0	54	0	30	0	0	48	48	42	48	30	6	0	0	60	42	42	30	48	180	0	0	0	48	18	42	84	0	0	60	60

Tabla 27 - Comparativa del Número de Prioridad de Riesgo

Se puede apreciar una reducción importante de los números de prioridad de riesgo de los defectos excepto en poros cordón laser, defecto de fondo y repulsiones.

Una solución posible sería no despedir a tantos trabajadores, y dejar uno por turno encargado de buscar únicamente poros en el cordón láser del techo, defectos de fondo y repulsiones.

9. PLANIFICACIÓN

9.1. Etapas

En primer lugar, para todo proyecto conviene realizar un Workshop (WS) para tratar a cerca de los ahorros, las inversiones, las ventajas y desventajas del proyecto en temas de productividad, calidad, las posibles alternativas, etc.

Posteriormente, se presenta el proyecto al Director y a los jefes de los departamentos de Procesos en la reunión de Proyectos y ellos deciden si el proyecto sigue o no adelante y aprueban la parte técnica.

A continuación se ha de presentar el proyecto en Finanzas y si se le da el visto bueno, como es el caso del presente proyecto, se prosigue con las siguientes etapas:

1. Elaboración de la NT/ Proyecto de inversión:

Una NT es una solicitud de pedido en SAP para un proyecto. Para elaborar la NT se requiere toda la información necesaria del proyecto que se plasma en forma de pliego de condiciones, planos, normativa aplicable, etc que conforman la presente documentación de proyecto.

Una vez elaborada la NT se envía a Compras que se pone en contacto con diferentes proveedores, les informa del pedido y les envía los pliegos de condiciones y las especificaciones técnicas.

Para un proyecto con una inversión tan grande como el presente, se requieren al menos 3 proveedores.

2. Concurso en compras

El concurso de compras se inicia con una convocatoria de reunión para todos los proveedores por parte del planificador del proyecto. En dicha reunión se presenta el proyecto, se informa de modificaciones en los pliegos de condiciones, se aclaran las dudas sobre el pedido, etc.

Los proveedores envían sus ofertas a compras. A veces, se “hinchan” los precios ya que es habitual que se produzca una negociación que finalice con un descuento por parte del proveedor. Ninguno de los proveedores conoce las ofertas de los otros.

3. Revisión técnica/ Aprobación proyecto de inversión

El planificador/ equipo de planificación del proyecto revisan las ofertas de los distintos proveedores para asegurar que todos ofertan los mismos puntos. En caso de no ser así se puede hablar con el proveedor para que modifique la oferta. El planificador/equipo de planificación también tiene el poder de descartar alguna oferta justificando a Compras la razón por la cual no debe seleccionarla.

Una vez revisadas las ofertas, Compras adjudica el proyecto a un proveedor.

4. Lanzamiento de SC/ Propuesta de adjudicación

Se realiza la solicitud de compra (SC) por parte de VW Navarra a VW Alemania y desde allí deben aprobar dicha solicitud.

5. Negociación/ Autorización/ Pedido

Una vez aprobada la SC VW Alemania negocia con el proveedor al que compras había adjudicado el proyecto y realiza el pedido.

6. Ingeniería/ Acopio de materiales

El planificador debe hablar con el proveedor y determinar el número de semanas que va a necesitar para abastecerse de todo lo que ha ofertado.

7. Montaje en planta

El montaje en planta comienza antes de la llegada de la instalación, con las adecuaciones necesarias en planta para realizar dicho montaje en su ubicación final y finaliza con la puesta a punto. Durante esta etapa se desarrollan todas las actuaciones precisas para la instalación de las estaciones.

8. Puesta a punto

La puesta a punto de la instalación es el ajuste de la misma hasta llegar a su configuración final para el cual la empresa proporcionará al proveedor las piezas y/o conjuntos que se precisan.

El montaje y la puesta a punto se considerarán finalizados cuando la instalación se encuentre en disposición de trabajar con las piezas y los periféricos, protecciones, sistemas de seguridad e información.

9. Entrega

La entrega de la instalación/es se realiza "llave en mano", es decir, lista para su funcionamiento.

9.2. Plan de fechas

Se presenta a continuación el plan de fechas mensual aproximado que comprende todas las etapas mencionadas anteriormente:

		MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10																																							
PROYECTO	KW	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40									
Proyecto	PS																																																	
Planificador	PSM																																																	
Proveedor	PI																																																	
1	ELABORACIÓN NT/PROYECTO DE INVERSIÓN																																																	
2	CONCURSO EN COMPRAS																																																	
3	REVISIÓN TÉCNICA/ APROBACIÓN PROYECTO INVERSIÓN																																																	
4	LANZAR SC/ PROPUESTA DE ADJUDICACIÓN																																																	
5	NEGOCIACIÓN/ AUTORIZACIÓN/ PEDIDO																																																	
6	INGENIERIA/ ACOPIO DE MATERIALES																																																	
7	MONTAJE EN PLANTA																																																	
8	PUESTA A PUNTO																																																	
9	ENTREGA																																																	

Tabla 28 - Plan de fechas

10. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

- **Activado:**

Proceso previo y de preparación al fosfatado. Se produce la humectación uniforme de la superficie de la carrocería con activadores químicos y gracias a la actuación de estas sustancias se garantiza una formación uniforme de la capa de fosfato en el proceso posterior de fosfatación.

La activación se produce por inmersión con componentes como las sales de titanio y pH superiores a 8.

- **Anmutung:**

Filosofía de la empresa Volkswagen basada en el gusto por el detalle. Establece que los detalles son muy importantes e influyen en la compra o no de un producto por un cliente. El cuidado de los pequeños detalles puede fidelizar compradores.

- **Boxes Spot-Repair**

Son cabinas de reparaciones especiales situadas fuera de la línea productiva y sin tiempo tacto. A ellas se derivan las carrocerías con defectos complicados como pueden ser defectos de base que requieren un lijado completo del área.

Se encuentran junto a las líneas de pulido en cota +6'00m de la nave N2AB:

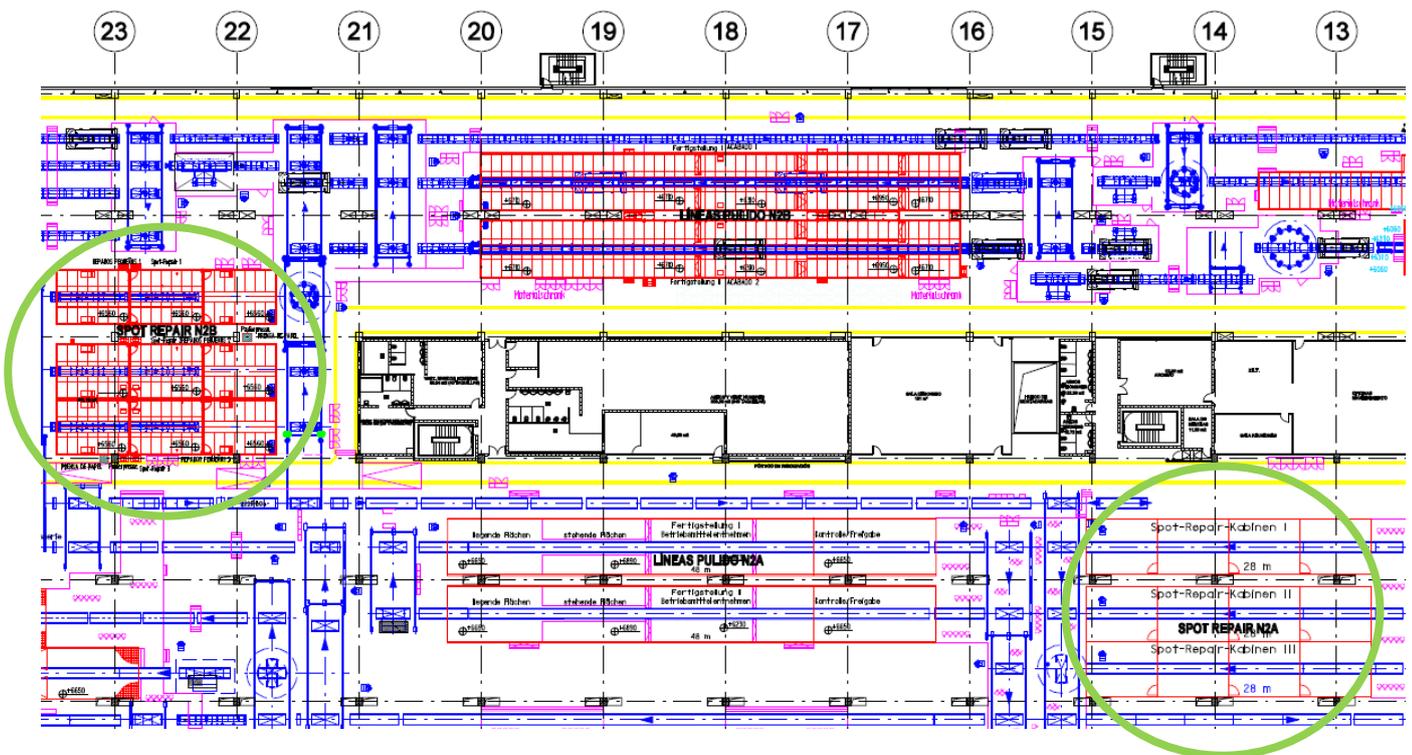


Ilustración 81 - Ubicación cabinas Spot Repair

- **Cataforesis:**

Proceso de recubrimiento en el que se utilizan reacciones químicas para depositar la pintura. Funciona mediante el principio de “mutua acción” que establece que las cargas opuestas se atraen.

Se aplica una tensión DC a la carrocería y se sumerge en un baño de pintura en el que las partículas tienen la carga contraria siendo atraídas por la carrocería y depositándose sobre su superficie de forma uniforme.

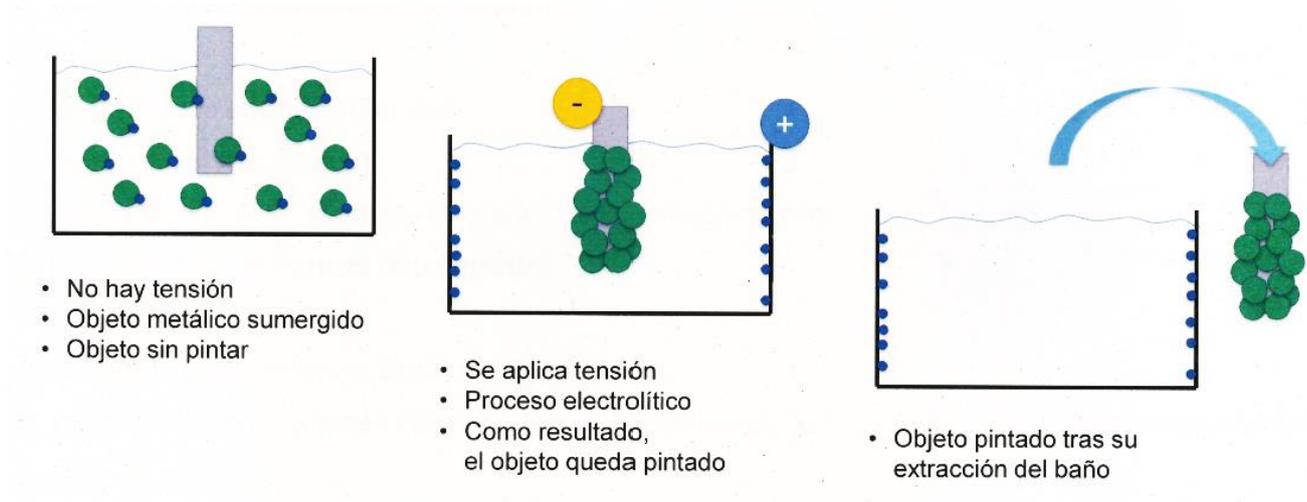


Ilustración 82 - Proceso de cataforesis

Se recubre la carrocería hasta adquirir un grosor determinado a partir del cual la capa funciona como aislante y la atracción eléctrica cesa.

- **Desplazamiento de pausa:**

Medida de flexibilidad aplicada en Volkswagen para elevar la producción sin poner en marcha una segunda línea de montaje que consiste en incorporar refuerzos (trabajadores eventuales) a lo largo de la cadena, permitiendo a los trabajadores disfrutar de sus descansos en pequeños grupos en lugar de todos juntos. De este modo la cadena de montaje no se detiene y el número de coches que salen de ella se eleva.

- **Electroforesis:**

Proceso en el cual las partículas de pintura se mueven al electrodo con la carga contraria (carrocería).

- **Fosfatado:**

Proceso por el que se aumentan las cualidades adhesivas de las capas de pintura y se mejora la protección anticorrosión mediante la creación de una capa de fosfatos cristalina.

- **JIT:**

El método *Just in Time* es un sistema de organización de la producción de fábricas, de origen japonés que permite aumentar la productividad, reducir el costo de la gestión y por pérdidas en almacenes debido a acciones innecesarias.

El objetivo del Just in Time es «*producir los elementos que se necesitan, en las cantidades que se necesitan, en el momento en que se necesitan*».

- **KTL:**

Denominación del proceso completo de cataforesis que incluye la inmersión de la carrocería en las cubas de pintura EC sometida a tensión y diversos enjuagues.

- **Pasivado:**

Proceso mediante el cual los poros situados entre los cristales de fosfato se rellenan con microcristales formando una superficie lisa.

- **Polo A05:**

Último modelo de automóvil producido en la planta de Volkswagen Navarra desde 2009.

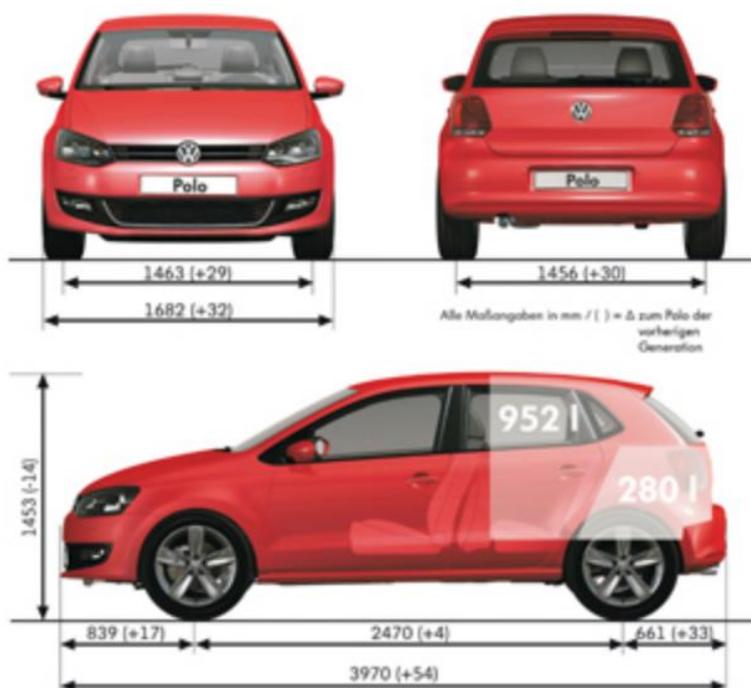


Ilustración 83 - Vistas Polo

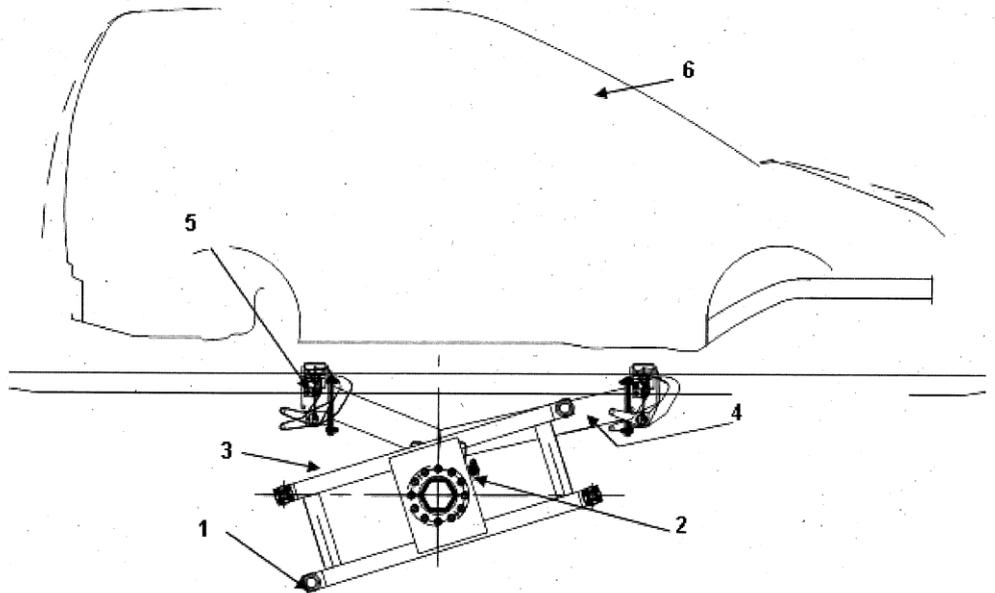
- **Retrabajo:**

Esfuerzos adicionales requeridos para que un producto llegue a cumplir con las especificaciones del cliente cuando presenta algún fallo de calidad o inconformidad.

- **RoDip:**

Sistema de transporte que lleva la carrocería a través de un proceso de inmersión volteándola 360° alrededor de su eje transversal.

1. Rodillo guía
2. Eje del carro giratorio
3. Palanca de rodillos
4. Brazo de soporte
5. Bloqueo de skid
6. Carrocería



Vista delantera del carro

1. Rodillo guía
2. Palanca de rodillo
3. Eje del carro
4. Pasador de accionamiento
5. Bloqueo de skid
6. Carrocería
7. Skid

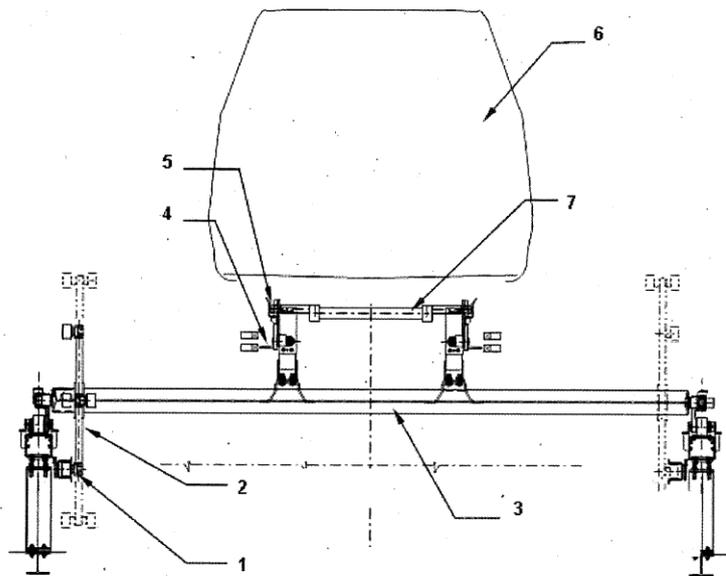


Ilustración 84 - Vistas RoDip

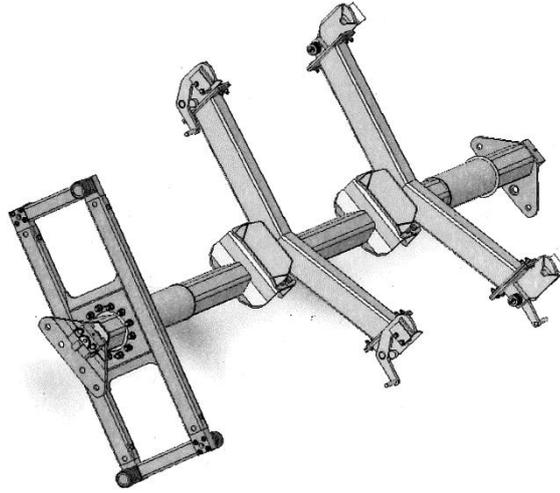


Ilustración 85 – Dibujo eje RoDip

- **SAP:**

Conjunto de programas que permiten a las empresas ejecutar y optimizar distintos aspectos como los sistemas de ventas, finanzas, operaciones bancarias, compras, fabricación, inventarios y relaciones con los clientes.

- **Skid:**

Tipo de pallet. Plataforma, en este caso metálica, que sirve de soporte para la carrocería y ayuda al desplazamiento de la misma por la línea de producción.

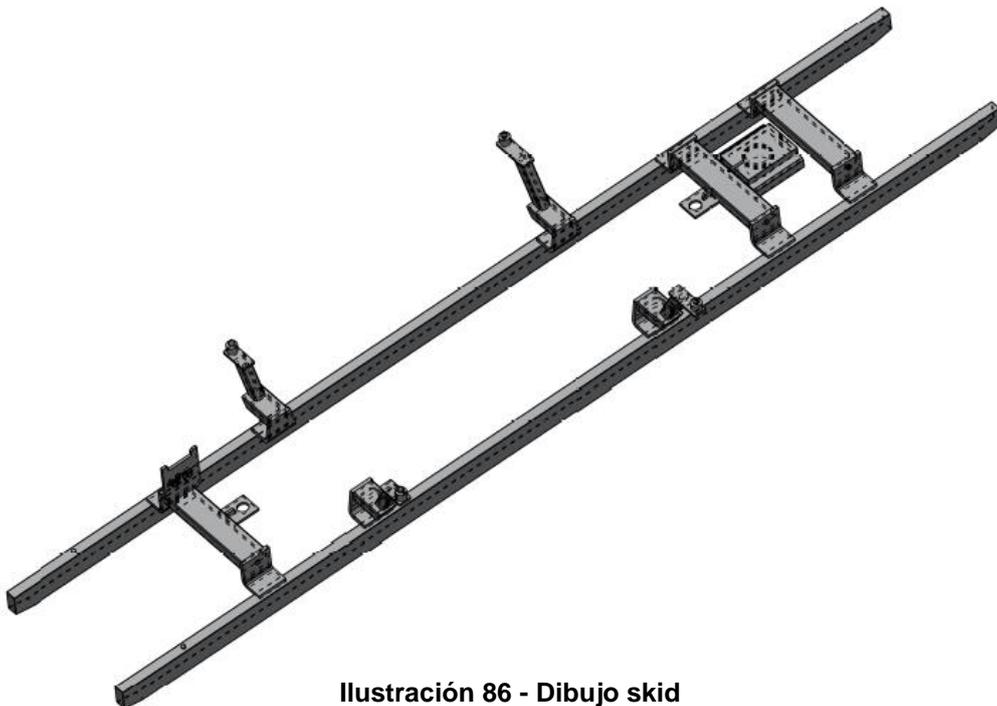


Ilustración 86 - Dibujo skid

- **Tiempo tacto:**

Del inglés Tack time, es el tiempo de trabajo entre dos unidades consecutivas, en este caso entre dos carrocerías.

También se define como el ritmo de producción que debe llevar un productor para satisfacer la demanda del cliente.

- **TTS:**

Denominación del túnel de tratamiento superficial que engloba los tratamientos de limpieza/desengrasado, activado, fosfatado, pasivado y enjuague.

- **Workshop (WS)**

Reunión que convoca a responsables de cada departamento implicado en un proyecto para estudiar el concepto, las alternativas, ventajas y desventajas... También se hace una puesta en común de conocimientos e ideas.

Es el primer paso de todo proyecto en Volkswagen Navarra.

11. NORMAS Y REFERENCIAS

11.1. Disposiciones legales y normas aplicadas

La normativa contemplada en la realización del presente proyecto se cita a continuación:

- UNE-EN ISO 10218-1:2012. Robots y dispositivos robóticos. Requisitos de seguridad para robots industriales. Parte 1: Robots. (Versión corregida Febrero 2014)
- UNE-EN ISO 10218-2:2011. Robots y dispositivos robóticos. Requisitos de seguridad para robots industriales. Parte 2: Sistemas robot e integración.
- DIRECTIVA 2006/42/CE relativa a las máquinas y su transposición en el RD 1644/2008.

- UNE-EN ISO 12100:2012. Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo.
- UNE-EN ISO 13857:2008. Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores e inferiores.
- RD 486/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- RD 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- UNE EN ISO 9001:2008. Sistemas de gestión de la calidad.
- Normas de seguridad VW Navarra.
- Normas de Prevención de riesgos laborales VW Navarra.
- Normas Medioambientales VW Navarra.
- Normas eléctricas y mecánicas para nave de pintura VW Navarra.

11.2.Referencias

[1] M. Casadesús, *Calidad práctica: una guía para no perderse en el mundo de la calidad*, Prentice Hall, 2005.

[2] Volkswagen, *Documentación interna*.

- [3] Dürr, *Documentación cursos de formación*.
- [4] M. Sebastián, V. Bargueño y V. Novo, *Gestión y control de calidad*, Madrid: Universidad Nacional de Educación a distancia, 1998.
- [5] T. Pfeifer y F. Torres, *Manual de gestión e ingeniería de la calidad*, Zaragoza: Mira Editores, 1999.
- [6] U. d. Mondragón, «Investigación en TICS,» [En línea]. [Último acceso: Mayo 2014].

11.3. Bibliografía completa

- Cursos informativos de DÜRR para formación de cliente:
 - Curso resumido departamento de producción
 - Documentos de formación Ecopaint RoDip
 - Pretratamiento Ecopaint
 - Sistema de cataforesis Ecopaint
 - Paint and Final Assembly Systems Ecopaint Oven
- Información disponible en la Intranet de VW Navarra
- Documentación interna de Volkswagen Navarra
- Workshop “Detección automática de defectos en carrocería pintada” (14/02/2014).
- Pfeifer, T.; Torres, F, *Manual de gestión e ingeniería de la calidad*, Ed. Mira Editores, Zaragoza, 1999.
- Sebastián, M.A.; Bargueño, V.; Novo, V., *Gestión y control de calidad*, Ed. Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid, 1998.
- Casadesús, Martí, *Calidad práctica: una guía para no perderse en el mundo de la calidad*, Ed. Prentice Hall, 2005.
- Investigación en TICs, Universidad de Mondragón:
http://mukom.mondragon.edu/ict/deflectometria_medicion_fase

12. CONCLUSIONES

A través del presente proyecto nos hemos introducido en las líneas de producción de las naves de una gran empresa automovilística como es Volkswagen. Estas líneas concentran un sinnúmero de procesos productivos diferentes cuyas desviaciones respecto de la situación ideal se traducen en defectos de producto.

Se ha comprobado la necesidad de controlar y reparar dichos defectos en las carrocerías para evitar que lleguen al cliente final y conlleven reclamaciones y compradores descontentos, y esta es la función de las líneas de pulido de las naves de pintura.

Se ha ofrecido una visión global del trabajo en estas estaciones: los pasos a seguir por los operarios, las herramientas que se utilizan, los defectos que se buscan, su gravedad, su frecuencia de aparición y su origen, así como la eficiencia de detección de los mismos por parte de los pulidores.

Gracias al trabajo en estas estaciones se puede determinar cuáles son los defectos más frecuentes y alertar al área de producción o mantenimiento encargada de la zona conflictiva que genera ese tipo de fallo. Así se pueden aplicar las medidas preventivas y/o correctivas pertinentes para intentar erradicar o disminuir el defecto en su origen en la medida de lo posible. Se lleva a cabo de esta manera un proceso de mejora continua.

A pesar de ello se ha concluido que la eficiencia de dichas estaciones de verificación visual es baja y variable ya que depende completamente del factor humano. La vista solo es capaz de reconocer entre el 40 y el 60% de los defectos en una carrocería y esta cifra disminuye conforme avanzan las horas del turno de trabajo. Esto significa que muchos defectos superan esta fase y si no son detectados en auditorías o revisión final pueden llegar al cliente.

El presente proyecto propone la instalación de una estación de detección automática de defectos exteriores sobre la línea de estilo inferior de las carrocerías ya que son los fallos más visibles y con una mayor penalización en auditorías de calidad. La principal ventaja reside en que el sistema de visión artificial que se propone tiene una tasa de detección muy alta y constante de los defectos más relevantes.

También se propone el montaje de una segunda estación dedicada al marcaje automático con pasta de pulir lo cual facilitará las tareas de localización de los fallos en las posteriores líneas de pulido. Esta instalación se ubicará antes de las líneas de

retrabajo y abastecerá de carrocerías verificadas y marcadas únicamente a la nave N2B.

Se han planificado la parte mecánica de la instalación, la parte eléctrica y de comunicaciones, las protecciones y medidas de seguridad, así como la configuración de las nuevas líneas de pulido que emplean a un número menor de trabajadores.

También se han llevado a cabo los cálculos de costes de la instalación, ahorro de personal y amortización de la inversión.

Finalmente se ha justificado la nueva instalación mediante un nuevo estudio de la calidad del proceso realizado a partir de los datos suministrados por el proveedor del sistema de visión artificial. Dicho análisis refleja una disminución importante del riesgo de que los defectos lleguen al cliente final lo cual respalda la decisión de implantar la nueva instalación y demuestra sus ventajas.

A título personal considero que la realización del presente proyecto ha resultado una experiencia sumamente enriquecedora que me ha abierto los ojos al mundo de la ingeniería fuera del ámbito universitario. En un proyecto tan amplio que abarca tantísimos campos, la función del ingeniero radica en informarse, investigar, aprender, consultar y contrastar ideas con aquellos expertos en los diferentes temas a tratar. La tecnología evoluciona cada día, cada hora y es imposible saber de todo.

Quiero finalizar con una frase de Emilio Tejedor que refleja mi trabajo como planificadora del presente proyecto. Y dice así: “Lo más importante en este trabajo no es saber de todo, sino saber quién sabe”.

13. ANEXOS

A continuación se adjuntan diversos informes que, si bien son interesantes y están muy relacionados con el presente proyecto, no son imprescindibles para la comprensión del mismo puesto que los datos necesarios han sido introducidos en la memoria.

Anexo 1: Informe de proceso de pintura

Procedimiento

Título:			
PINTADO DE CARROCERÍAS			
Código:	Fecha:	Nº Revisión:	Página:
P3-3.PIN.000	14/09/2012	03	1 de 6
Indice	Página	Realizado por: (Nombre y Firma) Sr. Argüelles Galán Pintura	
1. Objeto	2	Revisado por: (Nombre y Firma) Sr. Bacaicoa Fernández Pintura	
2. Limites del Proceso	2		
3. Definiciones y abreviaturas.....	2	Revisado por: (Nombre y Firma) Sr. Andueza Sistema Gestión de Calidad	
4. Descripción de actividades	2		
5. Flujo de actividades.....	5	Aprobado por: (Nombre y Firma) Sr. Eslava Recalde Gerente Pintura	
6. Documentos de referencia y generados	6		
7. Indicadores.....	6	Destinatarios: Dirección General de Fábrica Planificación de Producción Planificación Industrial Dirección Área Técnica de Producto Oficina Técnica Fábrica Líder Schablonenbau Dirección de Producción Prensas Chapistería Pintura Montaje Motor Montaje Vehículo Revisión Final Dirección de Logística Programación y Control de la Producción/Distribución Aprovisionamiento y Transporte Gestión de Materiales Dirección de Calidad Calidad Serie Planificación de Calidad y Responsabilidad de Tipo Análisis Vehículo Calidad Material Compra Dirección de Recursos Humanos Medio Ambiente Relaciones Externas y Comunicación Desarrollo y Estrategia Personal Service Relaciones Industriales Seguridad Laboral Servicio Medico Seguridad Dirección de Finanzas Controlling y Planificación Financiera Administración I.T Tecnologías de la Información Otros Centros	
8. Anexos	6		

Original firmado disponible en:

Modificaciones del Procedimiento

Rev. 3 Modificados indicadores y diagrama de flujo.

Procedimiento

Título:			
PINTADO DE CARROCERÍAS			
Código:	Fecha:	Nº Revisión:	Página:
P3-3.PIN.000	14/09/2012	03	2 de 6

1. Objeto

Pintado de las carrocerías y elementos móviles que nos suministra el Taller de Chapistería, y que se deben realizar en cantidad y tiempo, de acuerdo a los planes de Programación y con la calidad exigida por el Consorcio.

2. Límites del Proceso

Inicio: Comienza con la entrada de carrocerías y elementos móviles (puertas, capós, portones y aletas delanteras) al Taller de Pintura, provenientes del Taller de Chapistería.

Incluye: La preparación de las diferentes pinturas en las Salas de Mezclas, el proceso de pintado de las carrocerías y piezas (Fosfatación, Cataforesis, Aplicación de Masillas, colocación de protecciones y folios antisonoros, Lija preparación, Lacas, Pulido, colocación del DVD y Ceras y la limpieza Técnica de las instalaciones realizada por ISN. Se realizan Controles en producción (se realizan por parte de Procesos Tecnológicos y Mantenimiento Pintura), Pruebas de recepción del material P3-3.PIN.001, Control de parámetros del Proceso P3-3.PIN.002 y Control de productos no conformes P3-3.PIN.003.

Finalización: En Pintura: entrega de la carrocería pintada y con el alta de Zp-5a a Montaje (entrada al almacén de carrocerías pintadas de Montaje). Entrega de elementos móviles pintados a Pintura Revisión Final.

3. Definiciones y abreviaturas

CPP: Contrato de VW con un proveedor, por el que se contrata el pago de una cantidad, por coche pintado OK. Incluye el suministro de los productos de fosfatado, la Cataforesis, las masillas, las diferentes lacas y barniz, la cera, el Eska; así como la preparación de las pinturas en Sala de Mezclas y el control del proceso de TTS / KTL y el Eska.

Cartilla del vehículo: Documento que acompaña a la carrocería una vez que ha sido pintada y sobre la que se sellarán los OK o se anotarán los defectos de cada una de las piezas de la carrocería. Sirve de identificación y trazabilidad de la carrocería en el Taller de Pintura.

ZLT: Sala de control de parámetros de las diferentes instalaciones.

Sala de Mezclas: Lugar donde se aditivan las pinturas y se ponen a viscosidad para su aplicación en las cabinas de pintado.

4. Descripción de actividades

Entrada: carrocerías sin pintar con alta en Zp5 o elementos móviles sin pintar de Chapistería, pinturas, productos de fosfatado y pasivado homologados, aditivos para las pinturas, baños y tratamiento del agua, disolventes, masillas, folios insonorizantes, tapones, techos de cartón (dvd), materiales auxiliares a producción, cera, Descripción del proceso, Instalaciones, Personal VW, Personal ISN (Limpieza Técnica) y Personal empresas CPP.

Proveedor: Taller de Chapistería (Carrocerías y elementos móviles) Materiales de producción y auxiliares (Proveedores) Descripción del Proceso (Procesos Tecnológicos y Planificación de Producto) Instalaciones (Planificación de Producto), Personal VW (RR.HH. y Planificación Industrial), Personal Limpieza Técnica (ISN) y Personal CPP.

Salidas: Carrocerías pintadas OK y elementos móviles identificados como OK.

Cliente: Montaje Vehículo de las carrocerías pintadas, Pintura Revisión Final de los elementos móviles y Logística de las carrocerías de repuestos.

1.- Preparación de Pinturas:

La preparación de la pintura se realiza en la Sala de Mezclas según documento PROCESO DE TRABAJO DE SALA DE MEZCLAS, y se realiza según AS-015 MANUAL SALA DE MEZCLAS por personal de la CPP.

2.-Proceso de pintado:

El proceso de pintado de las carrocerías se realiza según documento PROPIN2.DOC "DEFINICIÓN DEL PROCESO DE PINTADO EN VW NAVARRA y las Hojas de Operación (Planificación de Producción Pintura). Además se realizan controles por Procesos Tecnológicos (CONTRO.DOC).

En algunas ocasiones se pintan carrocerías con un tratamiento especial según su destino (prensa, exposición, salón etc.) las cuales se realizan de acuerdo al procedimiento P3-4.CAL.003 (Tratamiento de vehículos especiales y la instrucción I3-3.PIN.015 (Trabajos especiales a realizar en Pintura a carrocerías de categoría especial)

Los operarios trabajan según Cargas de Trabajo (Planificación Industrial), Hojas de Operación (Planificación de Producción Pintura) y Pautas de Control (Pintura).

Procedimiento

Título:			
PINTADO DE CARROCERÍAS			
Código:	Fecha:	Nº Revisión:	Página:
P3-3.PIN.000	14/09/2012	03	3 de 6

Ambiente de Trabajo: Los materiales utilizados en el Taller de Pintura deben estar exentos de silicona, para ello, todo material a incorporar en el Proceso o Instalaciones debe ser controlado por Procesos Tecnológicos I3-3.PIN.024 (Prueba de contaminación del material). El resto de condiciones ambientales (Temperatura, humedad relativa...) quedan definidos en el documento CONTROL DE CALIDAD POR PROCESOS TECNOLÓGICOS.

ETAPAS DEL PROCESO

GENERAL:

Los sistemas informáticos utilizados para asegurar la trazabilidad de la carrocería en Pintura son: CALOP para producción y FISQ para Calidad. Los puntos de control utilizados en estos sistemas se encuentran definidos por Programación y Control de la Producción.

Los parámetros del Proceso de pintado se controlan de acuerdo a P3-3.PIN.002 (Control de los parámetros del proceso de Pintura) y a los documentos CONTROL. DOC (Procesos Tecnológicos) y PARTE3.DOC (Mantenimiento).

El control de los parámetros de las instalaciones se realiza y registra en ZLT en la aplicación informática SYCALIS PMC. A lo largo del proceso de pintado de la carrocería en varias zonas se utiliza el agua desionizada (Duchas en el Túnel de Tratamientos, duchas de los diferentes lavados en Cataforesis y en los fregaderos donde se utiliza el agua para humedecer las lijas o lavar las bayetas) de la cual se controla su conductividad mediante el Conductímetro que se pone a punto para su utilización y se verifica según I3-3.PIN.007. Caso de que el agua se haya contaminado se le realiza una prueba Según I3-3.PIN.009. Según esta misma instrucción se realizaran pruebas a las carrocerías que han sido lavadas con agua contaminada, o a carrocerías que debiendo ser lavadas con agua desionizada, no lo fueron por avería de las duchas.

Todos los botes o latas que se encuentren en las zonas de trabajo deben estar identificados, y si su contenido es un producto perecedero (pinturas, barnices, aditivos, productos utilizados en el laboratorio o salas de mezclas) debe tener fecha de caducidad.

TALLER 2:

Fosfatación y Cataforesis

Identificación: mediante Chapa de características, en el caso de no llevar, se identifica según I3-3.PIN.001.

Pruebas: Prueba de espesor de capa de TTS-KTL I3-3.PIN.008, Prueba de estufado de carrocería I3-3.PIN.025.

No conformidades: La actuación en caso de paros o averías, queda recogido en la instrucción I3-3.PIN.006.

En caso de productos no conformes se seguirán los pasos indicados de P3-3.PIN.003 (Tratamiento de no conformidad).

Si como consecuencia de las posibles averías, es necesario enviar carrocerías a chatarra, se realizará según I3-3.PIN.042 (Envío a chatarra de carrocerías y piezas).

Dvd y Ceras

Identificación: mediante Chapa de características.

Prueba de estufado de carrocería I3-3.PIN.025.

En caso de productos no conformes se seguirán los pasos indicados en P3-3.PIN.003 (Tratamiento de no conformidad), I3-3.PIN.038 (Fallo en instalación de Cera) I3-3.PIN.042 (Envío a chatarra de carrocerías y piezas) y I3-3.PIN.036 (Tratamiento de carrocerías a reciclar).

TALLER 2A y 2B

Masillas, protecciones y folios antisonoros

Identificación: mediante Chapa de características, en el caso de no llevar, se identifica según I3-3.PIN.001. Si se trata de una carrocería de categoría especial seguiremos la instrucción I3-3.PIN.015 (Trabajos especiales a realizar en Pintura a carrocerías de categoría especial)

Pruebas: de estufado de carrocería según instrucción I3-3.PIN.025.

No conformidades: En caso de productos no conformes se seguirán los pasos indicados en P3-3.PIN.003 (Tratamiento de no conformidad), los rechazos de material se realizan según instrucción I3-3.PIN.042 (Envío a chatarra de carrocerías y piezas).

Lacas

Identificación: mediante Chapa de características.

Pruebas: de espesor de capa de base, se realiza de forma automática con el Paitchecker, Prueba de estufado de carrocería I3-3.PIN.025.

No conformidades: En caso de productos no conformes se seguirán los pasos indicados en P3-3.PIN.003 (Tratamiento de no conformidad), los rechazos de material se realizan según instrucción I3-3.PIN.042 (Envío a chatarra de carrocerías y piezas). Las averías se recogen en la instrucción I3-3.PIN.006 (Averías en Pintura).

Procedimiento

Título: PINTADO DE CARROCERÍAS			
Código: P3-3.PIN.000	Fecha: 14/09/2012	Nº Revisión: 03	Página: 4 de 6

Pulido

Identificación: La identificación del estado de la carrocería se realiza sobre la CARTILLA DEL VEHÍCULO según I3-3.PIN.005 (Sellado de la Cartilla del vehículo) y I3-3.PIN.002 (Identificación y registro de los defectos de Pintura)

Pruebas: Revisión de la carrocería

No conformidades: En caso de productos no conformes se seguirán los pasos indicados en P3-3.PIN.003 (Tratamiento de no conformidad), el envío de piezas o carrocerías a chatarra se realiza según instrucción I3-3.PIN.042 (Envío a chatarra de carrocerías y piezas).

Registros: El registro de los defectos se realiza en La Cartilla del vehículo según I3-3.PIN.005 (Sellado de la Cartilla del vehículo). El registro de las carrocerías, tanto ok, como los defectos se introducen en el FISQ por personal de CCC.

Reparaciones

Consideramos las reparaciones de chapa, el cambio de piezas, pequeños retoques en Spot repair y Reciclados en Lija de agua.

Identificación: Las carrocerías vendrán identificadas mediante la Cartilla del Vehículo y las anotaciones realizadas en ella.

Pruebas: de estufado de carrocería I3-3.PIN.025.

No conformidades: En caso de productos no conformes se seguirán los pasos indicados en P3-3.PIN.003 (Tratamiento de no conformidad), I3-3.PIN.042 (Envío a chatarra de carrocerías y piezas) y I3-3.PIN.036 (Tratamiento de carrocerías a reciclar).

Registros: La reparación efectuada es introducida al FISQ por un operario de CCC.

Procedimiento

Título: PINTADO DE CARROCERÍAS			
Código: P3-3.PIN.000	Fecha: 14/09/2012	Nº Revisión: 03	Página: 5 de 6

5. Flujo de actividades

Responsabilidades

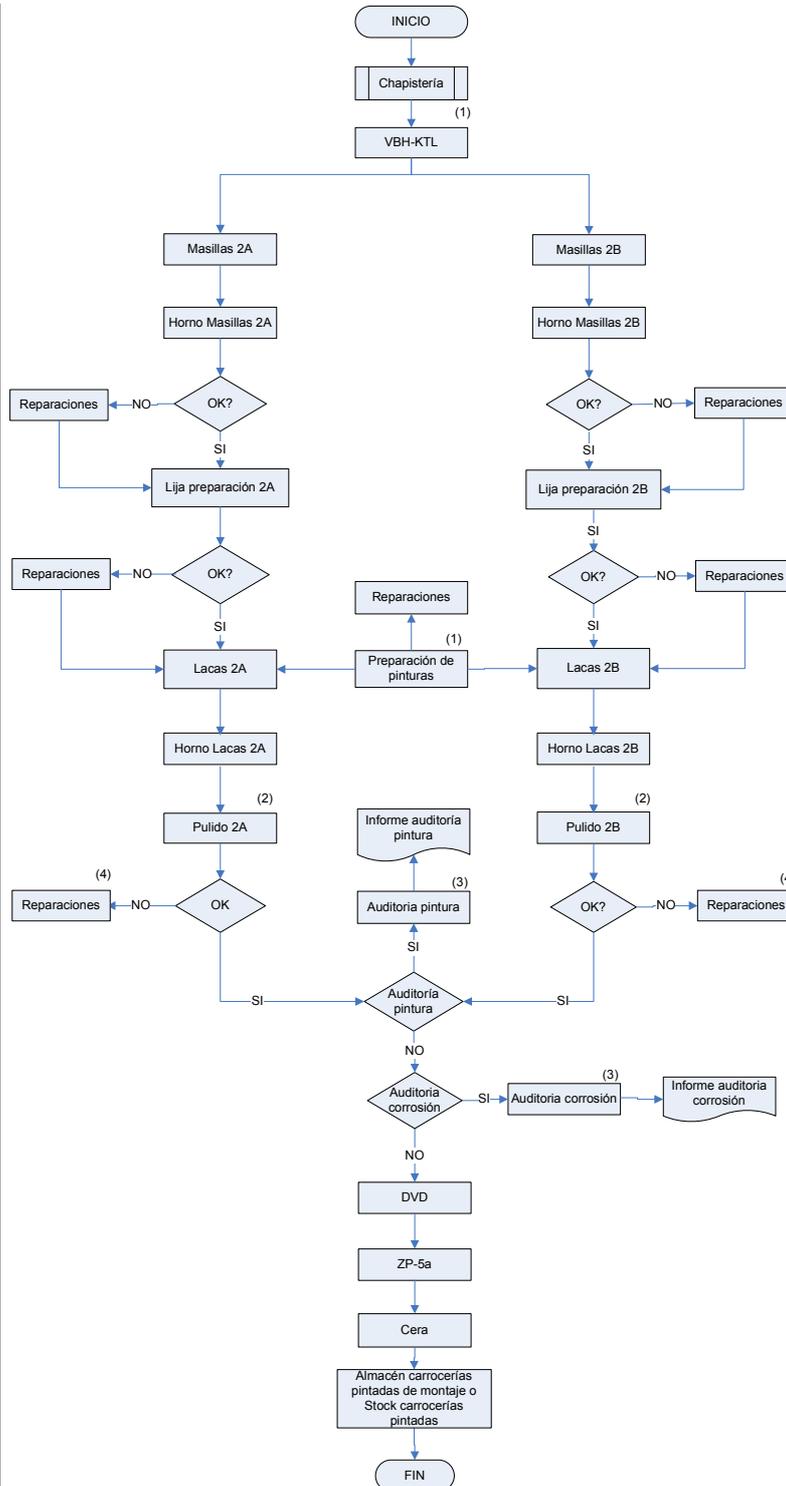
Empresa externa

Mandos Masillas

Mandos cota 6m

Auditor de Calidad

Conductor
Instalación Ceras



Anotaciones

1.- El control de los baños de TTS-KTL y la preparación de las pinturas en Sala de mezclas es gestionado por empresa externa CPP.

2.- En Pulido el Ok y Nio de la carrocería lo da CCC.

3.- Las Auditorías de Pintura y de Corrosión las realiza Calidad.

4.- Las reparaciones de chapa y retoques son registradas por CCC si el resultado final es carrocería OK.

En cambio de piezas, se registra tanto la carrocería OK como la que va a reciclar.

Rep. Chapa: Si es OK se envía a T2 y si no OK se envía a retocar o reciclar según proceda.

Spot repair: Al ser Ok, se envía a T2.

Reciclar: a continuación pasara a Lija de Agua.

Cambio Piezas: si la es OK irá a T2 y en caso contrario, a reciclar.

Procedimiento

Título: PINTADO DE CARROCERÍAS			
Código: P3-3.PIN.000	Fecha: 14/09/2012	Nº Revisión: 03	Página: 6 de 6

6. Documentos de referencia y generados

Los documentos utilizados en el desarrollo de estas actividades son los siguientes:

- Normas ISO 9001, 14001 y Reglamento EMAS
- Manual de Calidad
- Manual de Medio Ambiente.
- Listado de Procedimientos / Instrucciones de Trabajo del Sistema de Gestión.
- Definición del proceso de pintado VW_Navarra.
- Control de calidad por Procesos Tecnológicos y proveedor CPP.
- AS-015 Manual Sala de Mezclas.
- Proceso de trabajo de Sala de Mezclas.
- Listado de sellos.
- Pares de apriete.
- Cargas de trabajo.
- Hojas de operación.

7. Indicadores

- Aceptación en Zp-5A - DLQ.
- Auditoría de Coche Acabado (Deméritos de Pintura) (Objetivo de Auditoría Coche Acabado)
- Defectos "A" (Pintura)
- Fallos "B" en Auditoría de Coche Acabado (Pintura)
- Auditoría 5S
- Tiempo de Fabricación.
- Nº Accidentes.
- Índice de Gravedad.
- Nº de Sugerencias emitidas por Pintura.
- Absentismo
- Consumos (Electricidad – Gas)

Los indicadores quedan recogidos en el BIG.

8. Anexos

No hay.

Anexo 2: Informe de defectos de FISEQS - Día: 25/03/2014

	Nave 2A			Nave 2B			TOTAL PINTURA		
	COCHES PINTURA	COCHES NIO	DLQ PINTURA	COCHES PINTURA	COCHES NIO	DLQ PINTURA	COCHES PINTURA	COCHES NIO	DLQ PINTURA
mañana	266	46	82,71%	245	47	80,82%	511	93	81,80%
tarde	270	29	89,26%	258	39	84,88%	528	68	87,12%
noche	269	55	79,55%	260	50	80,77%	529	105	80,15%
Total	805	130	83,85%	763	136	82,18%	1.568	266	83,04%

	06 10		10 14		Mañana		14 18		18 22		Tarde		22 02		02 06		Noche		Nave 2A			06 10		10 14		Mañana		14 18		18 22		Tarde		22 02		02 06		Noche		Nave 2B			Total				
	Def	Coch	Def	Coch	Def	Coch	Def	Coch	Def	Coch	Def	Coch	Def	Coch	Def	Coch	Def	Coch	Def	Coch	Def	Coch	Def	Coch	Def	Coch	Def	Coch	Def	Coch	Def	Coch	Def	Coch	Def	Coch	Def	Coch	Def	Coch	Def	Coch	%				
Impurezas	33	13	46	29	10	24	34	19	22	13	35	27	115	75	14,29%	24	15	39	27	15	6	21	18	20	30	50	36	110	81	14,42%	225	156	14,35%														
Sucio de material sellante	11	3	14	13		2	2	2	6	4	10	8	26	23	3,23%	7	2	9	7	3	1	4	4	3	7	10	9	23	20	3,01%	49	43	3,13%														
Abolladura	2	2	4	3	4	7	11	6	3	1	4	3	19	12	2,36%	8		8	5	5	4	9	6	2	3	5	4	22	15	2,88%	41	27	2,61%														
Huella en húmedo	1	2	3	2	1		1	1	6	5	11	7	15	10	1,86%	1		1	1	1	2	3	3	2	1	3	3	7	7	0,92%	22	17	1,40%														
Estampado defectuoso						2	2	2	1	1	2	2	4	4	0,50%		5	5	3		2	2	1	3	4	7	2	14	6	1,83%	18	10	1,15%														
Lijado incorrecto	1	3	4	4	3	1	4	3		1	1	1	9	8	1,12%					3	1	4	3	5		5	4	9	7	1,18%	18	15	1,15%														
Gotas		1	1	1		2	2	2	2	2	4	3	7	6	0,87%	1		1	1		3	3	2	1		1	1	5	4	0,66%	12	10	0,77%														
Descolgados barniz transparente	1		1	1		2	2	2	1		1	1	4	4	0,50%		3	3	2	1		1	1	1	1	2	2	6	5	0,79%	10	9	0,64%														
Cráter						1	1	1	1	3	4	3	5	4	0,62%						1	1	1		1	1	1	2	2	0,26%	7	6	0,45%														
Proyecciones de soldadura	1	1	2	2							1	1	3	3	0,37%	1		1	1	1		1	1	1	1	2	2	4	4	0,52%	7	7	0,45%														
Descolgados, gotas	2	2	4	3									4	3	0,50%	1		1	1					1	1	1	2	2	0,26%	6	5	0,38%															
Falta pintado		1	1	1	2		2	2	1		1	1	4	4	0,50%		1	1	1		1	1	1					2	2	0,26%	6	6	0,38%														
Descolgados KTL											1	1	1	1	0,12%		1	1	1	1	1	2	2		1	1	1	4	4	0,52%	5	5	0,32%														
Sucio de adhesivo para carrocería									3	1	4	4	4	4	0,50%	1		1	1									1	1	0,13%	5	5	0,32%														
Aplicación de pasta sellante incorrecta		1	1	1							1	1	2	2	0,25%		1	1	1	1		1	1					2	2	0,26%	4	4	0,26%														

Defecto detectado en PINTURA o en cualquier zona anterior - Día: 25/03/2014

	06		Mañana		14		18		Tarde		02		Noche		Nave 2A			06		Mañana		14		18		Tarde		02		Noche		Nave 2B			Total				
	10	14	Def	Coch	18	22	Def	Coch	22	02	Def	Coch	Def	Coch	%	10	14	Def	Coch	18	22	Def	Coch	22	02	Def	Coch	22	02	Def	Coch	%	Def	Coch	%				
Costura de soldadura porosa	2		2	1											2	1	0,25%	2		2	1												2	1	0,26%	4	2	0,26%	
Hervidos	1		1	1		1	1	1				1	1	3	3	0,37%		1	1	1													1	1	0,13%	4	4	0,26%	
Inestanco		3	3	1											3	1	0,37%		1	1	1													1	1	0,13%	4	2	0,26%
Ampolla	1		1	1											1	1	0,12%		1	1	1							1	1	1	2	2	0,26%	3	3	0,19%			
Estampado incorrecto																				2			2	1	1		1	1	3	2	0,39%	3	2	0,19%	3	2	0,19%		
Deformado																				2	2	1											2	1	0,26%	2	1	0,13%	
Descolgados pintura base	1		1	1	1		1	1							2	2	0,25%																	2	2	0,13%	2	2	0,13%
Formación de manchas												2	2	1	2	1	0,25%																	2	1	0,13%	2	1	0,13%
Corrosión/Óxido																								1		1	1	1	1	1	0,13%	1	1	0,06%	1	1	0,06%		
Costura de soldadura láser defectuosa																				1	1	1										1	1	0,13%	1	1	0,06%		
Estructura de la pintura defectuosa						1	1	1							1	1	0,12%																	1	1	0,06%	1	1	0,06%
Fosfatado/Inmersión cataforética incorrecta																							1		1	1	1	1	1	0,13%	1	1	0,06%	1	1	0,06%			
Hendidura		1	1	1											1	1	0,12%																	1	1	0,06%	1	1	0,06%
Holograma		1	1	1											1	1	0,12%																	1	1	0,06%	1	1	0,06%
Pestaña de sujeción doblada									1			1	1	1	1	0,12%																	1	1	0,06%	1	1	0,06%	
Total	57	34	91	46	21	43	64	28	48	36	84	55	239	129	29,69%	46	34	80	47	33	22	55	39	41	51	92	50	227	136	29,75%	466	265	29,72%						

Defecto detectado en PINTURA o en cualquier zona anterior - Día: 25/03/2014

	Nave 2A			Nave 2B			TOTAL PINTURA		
	COCHES PINTURA	COCHES NIO	DLQ PINTURA	COCHES PINTURA	COCHES NIO	DLQ PINTURA	COCHES PINTURA	COCHES NIO	DLQ PINTURA
mañana	266	46	82,71%	245	47	80,82%	511	93	81,80%
tarde	270	29	89,26%	258	39	84,88%	528	68	87,12%
noche	269	55	79,55%	260	50	80,77%	529	105	80,15%
Total	805	130	83,85%	763	136	82,18%	1.568	266	83,04%

	06	10	Mañana	14	18	Tarde	22	02	Noche	Nave 2A		06	10	Mañana	14	18	Tarde	22	02	Noche	Nave 2B		Total	
	10	14		18	22		02	06		10	14	18	22		02	06		18	22		02	06	18	22
Lateral	21	17	38	4	15	19	16	14	30	87(66)	10,81%	18	6	24	10	6	16	15	17	32	72(57)	9,44%	159(123)	10,14%
Impurezas	13	7	20	3	10	13	7	7	14	47(41)	5,84%	8	4	12	3	2	5	8	13	21	38(32)	4,98%	85(73)	5,42%
Sucio de material sellante	2	2	4				2		2	6(6)	0,75%	5		5	3		3		2	2	10(8)	1,31%	16(14)	1,02%
Abolladura	2	1	3		2	2	1		1	6(5)	0,75%	2		2	1	1	2	1		1	5(4)	0,66%	11(9)	0,70%
Lijado incorrecto	1	2	3					1	1	4(4)	0,50%						3		3	3(3)	0,39%	7(7)	0,45%	
Huella en húmedo		2	2				1	1	2	4(3)	0,50%				1		1		1	1	2(2)	0,26%	6(5)	0,38%
Descolgados barniz transparente	1		1				1		1	2(2)	0,25%		1	1	1		1	1		1	3(3)	0,39%	5(5)	0,32%
Descolgados, gotas	2	2	4							4(3)	0,50%	1		1							1(1)	0,13%	5(4)	0,32%
Descolgados KTL								1	1	1(1)	0,12%		1	1	1	1	2		1	1	4(4)	0,52%	5(5)	0,32%
Falta pintado		1	1	1		1	1		1	3(3)	0,37%					1	1				1(1)	0,13%	4(4)	0,26%
Gotas					2	2	1		1	3(3)	0,37%							1		1	1(1)	0,13%	4(4)	0,26%
Formación de manchas								2	2	2(1)	0,25%												2(1)	0,13%
Hervidos					1	1	1		1	2(2)	0,25%												2(2)	0,13%
Proyecciones de soldadura								1	1	1(1)	0,12%	1		1							1(1)	0,13%	2(2)	0,13%
Sucio de adhesivo para carrocería							1		1	1(1)	0,12%	1		1							1(1)	0,13%	2(2)	0,13%
Aplicación de pasta sellante incorrecta								1	1	1(1)	0,12%												1(1)	0,06%
Corrosión/Óxido																	1		1	1	1(1)	0,13%	1(1)	0,06%

Defecto detectado en PINTURA o en cualquier zona anterior - Día: 25/03/2014

	06 10	10 14	Mañana	14 18	18 22	Tarde	22 02	02 06	Noche	Nave 2A		06 10	10 14	Mañana	14 18	18 22	Tarde	22 02	02 06	Noche	Nave 2B		Total		
Cráter																1	1					1(1)	0,13%	1(1)	0,06%
Puerta	9	5	14	9	11	20	6	5	11	45(37)	5,59%	12	10	22	8	6	14	6	14	20		56(43)	7,34%	101(80)	6,44%
Impurezas	4	1	5	2	4	6	2	1	3	14(13)	1,74%	8	2	10	5		5	2	7	9		24(20)	3,15%	38(33)	2,42%
Sucio de material sellante	3	1	4		1	1	2	3	5	10(9)	1,24%	1		1				2	1	3		4(4)	0,52%	14(13)	0,89%
Estampado defectuoso					2	2	1		1	3(3)	0,37%		4	4		2	2		4	4		10(4)	1,31%	13(7)	0,83%
Abolladura		1	1	3	3	6				7(5)	0,87%	1		1		1	1	1	1	2		4(4)	0,52%	11(9)	0,70%
Huella en húmedo	1		1	1		1	1	1	2	4(4)	0,50%	1		1		2	2					3(3)	0,39%	7(7)	0,45%
Lijado incorrecto		1	1	3		3				4(3)	0,50%													4(3)	0,26%
Aplicación de pasta sellante incorrecta		1	1							1(1)	0,12%		1	1	1		1					2(2)	0,26%	3(3)	0,19%
Estampado incorrecto															2		2	1		1		3(2)	0,39%	3(2)	0,19%
Gotas												1		1		1	1					2(2)	0,26%	2(2)	0,13%
Ampolla													1	1								1(1)	0,13%	1(1)	0,06%
Descolgados barniz transparente													1	1								1(1)	0,13%	1(1)	0,06%
Descolgados, gotas																			1	1		1(1)	0,13%	1(1)	0,06%
Estructura de la pintura defectuosa					1	1				1(1)	0,12%													1(1)	0,06%
Falta pintado													1	1								1(1)	0,13%	1(1)	0,06%
Hervidos	1		1							1(1)	0,12%													1(1)	0,06%
Portón	9	4	13	2	6	8	3	1	4	25(21)	3,11%	4	3	7	8	4	12	4	5	9		28(20)	3,67%	53(41)	3,38%
Impurezas	3	3	6		1	1	1	1	2	9(8)	1,12%		3	3	1	2	3	3		3		9(9)	1,18%	18(17)	1,15%
Abolladura				1	2	3	2		2	5(3)	0,62%	4		4	4	2	6		2	2		12(6)	1,57%	17(9)	1,08%
Sucio de material sellante	4		4		1	1				5(5)	0,62%								1	1		1(1)	0,13%	6(6)	0,38%
Lijado incorrecto															3		3					3(2)	0,39%	3(2)	0,19%
Descolgados barniz transparente					2	2				2(2)	0,25%													2(2)	0,13%

Defecto detectado en PINTURA o en cualquier zona anterior - Día: 25/03/2014

	06 10	10 14	Mañana	14 18	18 22	Tarde	22 02	02 06	Noche	Nave 2A		06 10	10 14	Mañana	14 18	18 22	Tarde	22 02	02 06	Noche	Nave 2B		Total			
Descolgados pintura base	1		1	1		1				2(2)	0,25%													2(2)	0,13%	
Ampolla																			1	1		1(1)	0,13%	1(1)	0,06%	
Cráter																			1	1		1(1)	0,13%	1(1)	0,06%	
Gotas		1	1							1(1)	0,12%													1(1)	0,06%	
Huella en húmedo																	1			1		1(1)	0,13%	1(1)	0,06%	
Proyecciones de soldadura	1		1							1(1)	0,12%													1(1)	0,06%	
Capo	6	3	9	1	2	3	11	8	19	31(27)	3,85%	5	4	9	2		2	3	6	9		20(19)	2,62%	51(46)	3,25%	
Impurezas	5	2	7	1	2	3	5		5	15(13)	1,86%	4	2	6	2		2	2	5	7		15(15)	1,97%	30(28)	1,91%	
Huella en húmedo							1	3	4	4(4)	0,50%						1			1		1(1)	0,13%	5(5)	0,32%	
Sucio de material sellante							1	1	2	2(2)	0,25%	1		1					1	1		2(2)	0,26%	4(4)	0,26%	
Sucio de adhesivo para carrocería							2	1	3	3(3)	0,37%													3(3)	0,19%	
Cráter							1	1	2	2(2)	0,25%													2(2)	0,13%	
Deformado													2	2									2(1)	0,26%	2(1)	0,13%
Abolladura								1	1	1(1)	0,12%													1(1)	0,06%	
Ampolla	1		1							1(1)	0,12%													1(1)	0,06%	
Estampado defectuoso								1	1	1(1)	0,12%													1(1)	0,06%	
Gotas							1		1	1(1)	0,12%													1(1)	0,06%	
Hendidura		1	1							1(1)	0,12%													1(1)	0,06%	
Techo	6	4	10	4	8	12	4	3	7	29(21)	3,60%	3	5	8	2	4	6	6	1	7		21(15)	2,75%	50(36)	3,19%	
Impurezas	5		5	3	6	9	4	1	5	19(14)	2,36%	3	2	5	2	1	3	2		2		10(9)	1,31%	29(23)	1,85%	
Inestanco		3	3							3(1)	0,37%		1	1								1(1)	0,13%	4(2)	0,26%	
Cráter					1	1		2	2	3(2)	0,37%													3(2)	0,19%	
Estampado defectuoso																	3			3		3(1)	0,39%	3(1)	0,19%	

Defecto detectado en PINTURA o en cualquier zona anterior - Día: 25/03/2014

	06 10	10 14	Mañana	14 18	18 22	Tarde	22 02	02 06	Noche	Nave 2A		06 10	10 14	Mañana	14 18	18 22	Tarde	22 02	02 06	Noche	Nave 2B		Total			
Sucio de material sellante	1		1							1(1)	0,12%		1	1						1	1	2(2)	0,26%	3(3)	0,19%	
Gotas																2	2					2(1)	0,26%	2(1)	0,13%	
Lijado incorrecto					1	1				1(1)	0,12%					1	1					1(1)	0,13%	2(2)	0,13%	
Costura de soldadura láser defectuosa													1	1								1(1)	0,13%	1(1)	0,06%	
Falta pintado				1		1				1(1)	0,12%													1(1)	0,06%	
Fosfatado/inmersión cataforética incorrecta																		1		1	1(1)	0,13%	1(1)	0,06%		
Proyecciones de soldadura		1	1							1(1)	0,12%													1(1)	0,06%	
Aleta	3		3	1	1	2	6	4	10	15(11)	1,86%	1	5	6	2	2	4	4	4	8	18(18)	2,36%	33(29)	2,10%		
Impurezas	3		3	1	1	2	3	2	5	10(9)	1,24%	1	2	3	2	1	3	2	2	4	10(10)	1,31%	20(19)	1,28%		
Huella en húmedo							3		3	3(1)	0,37%													3(1)	0,19%	
Descolgados barniz transparente													1	1						1	1	2(2)	0,26%	2(2)	0,13%	
Gotas								2	2	2(1)	0,25%													2(1)	0,13%	
Lijado incorrecto																		2		2	2(2)	0,26%	2(2)	0,13%		
Sucio de material sellante																1	1			1	1	2(2)	0,26%	2(2)	0,13%	
Estampado defectuoso													1	1									1(1)	0,13%	1(1)	0,06%
Hervidos													1	1									1(1)	0,13%	1(1)	0,06%
Parte trasera vehículo	1	1	2				2	1	3	5(5)	0,62%	1	1	2	1		1	3	3	6	9(9)	1,18%	14(14)	0,89%		
Impurezas								1	1	1(1)	0,12%							1	3	4	4(4)	0,52%	5(5)	0,32%		
Sucio de material sellante	1		1				1		1	2(2)	0,25%		1	1				1		1	1	2(2)	0,26%	4(4)	0,26%	
Proyecciones de soldadura															1		1	1		1	1	2(2)	0,26%	2(2)	0,13%	
Abolladura												1		1								1(1)	0,13%	1(1)	0,06%	
Holograma		1	1							1(1)	0,12%													1(1)	0,06%	
Pestaña de sujeción doblada							1		1	1(1)	0,12%													1(1)	0,06%	

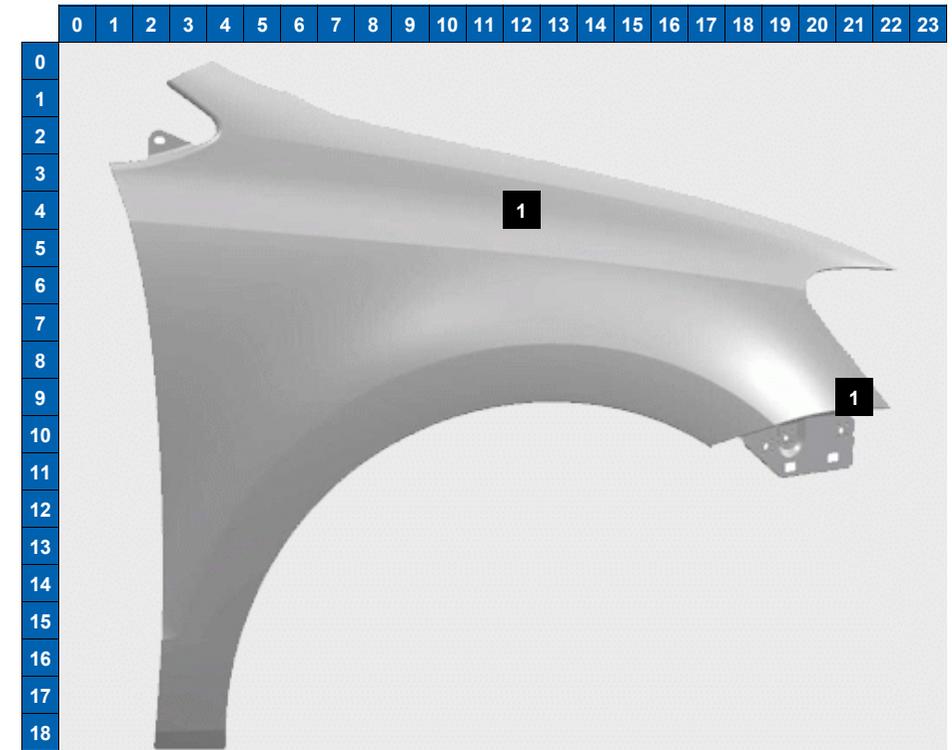
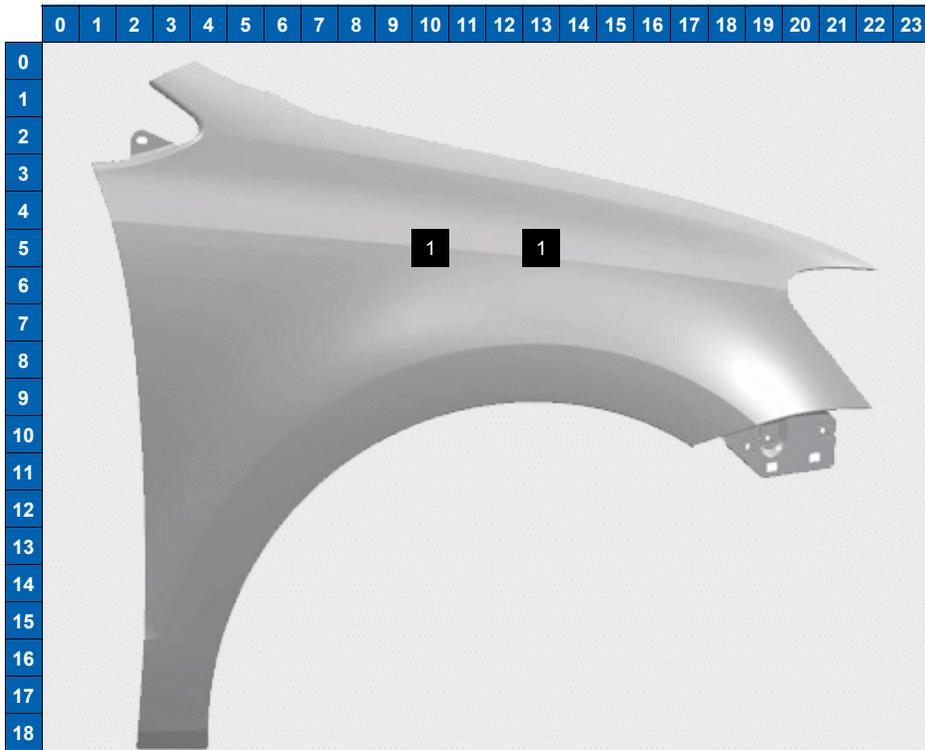
Defecto detectado en PINTURA o en cualquier zona anterior - Día: 25/03/2014

	06 10	10 14	Mañana	14 18	18 22	Tarde	22 02	02 06	Noche	Nave 2A		06 10	10 14	Mañana	14 18	18 22	Tarde	22 02	02 06	Noche	Nave 2B		Total		
Marco del techo	2		2							2(1)	0,25%	2		2							2(1)	0,26%	4(2)	0,26%	
Costura de soldadura porosa	2		2							2(1)	0,25%	2		2							2(1)	0,26%	4(2)	0,26%	
Salpicadero																				1	1	1(1)	0,13%	1(1)	0,06%
Proyecciones de soldadura																				1	1	1(1)	0,13%	1(1)	0,06%
Total	57	34	91	21	43	64	48	36	84	239(129)	29,69%	46	34	80	33	22	55	41	51	92	227(136)	29,75%	466(265)	29,72%	



MARIPOSA DEFECTOS PINTURA

Aleta derecha



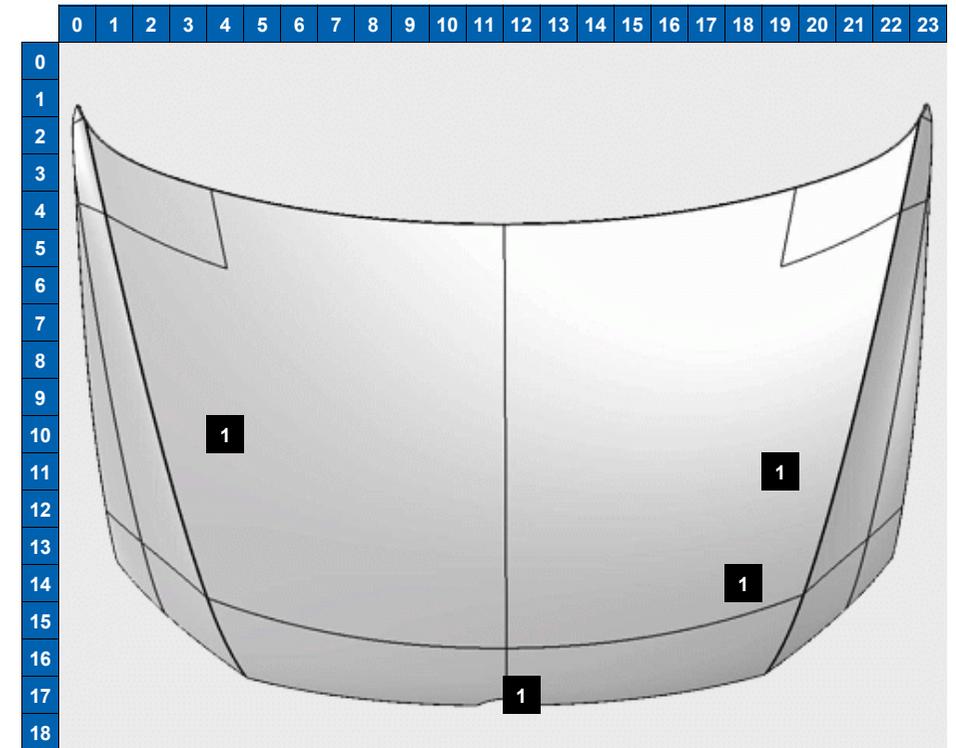
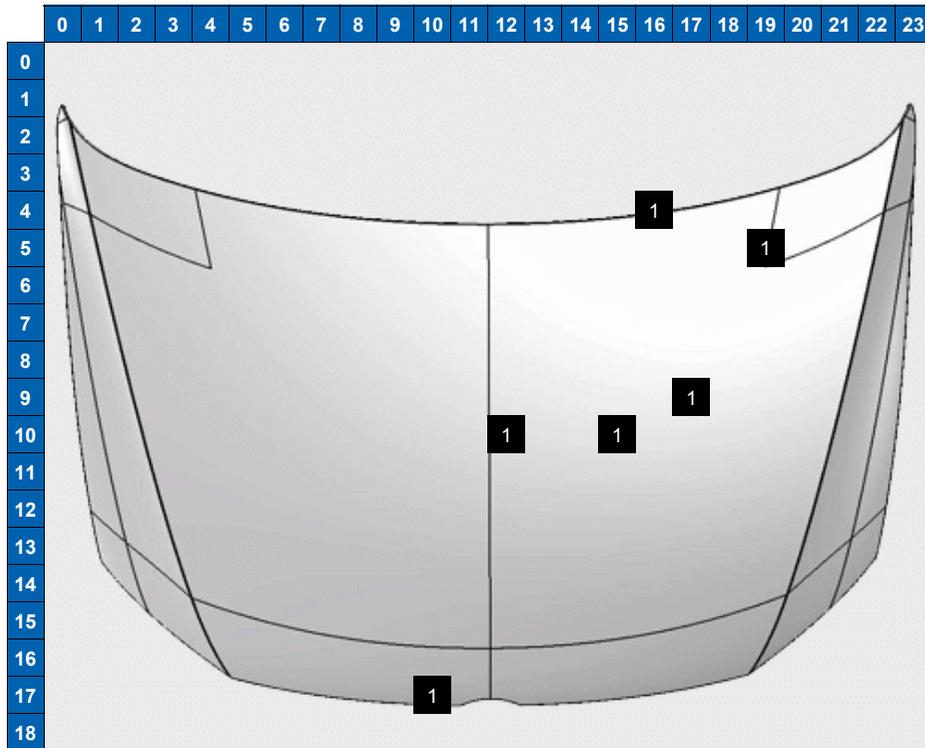
PIN	Color	L610	Defecto	Fallos	Estación	Puertas	Chapa	X	Y
6130559	A1A1	26/03/14 02:06	Gotas	26-03-14 04:44	PHL1P101	2 Puertas	BL1	10	5
6130559	A1A1	26/03/14 02:06	Gotas	26-03-14 04:45	PHL1P101	2 Puertas	BL1	13	5
1			2						

PIN	Color	L610	Defecto	Fallos	Estación	Puertas	Chapa	X	Y
6130116	U5U5	25/03/14 19:52	Lijado incorrecto	25/03/14 22:46	PHL2P202	4 Puertas	BL1	12	4
6127911	8E8E	25/03/14 17:38	Sucio de material sellante	25/03/14 20:08	PHL2P202	4 Puertas	BL1	21	9
2			2						



MARIPOSA DEFECTOS PINTURA

Capo exterior



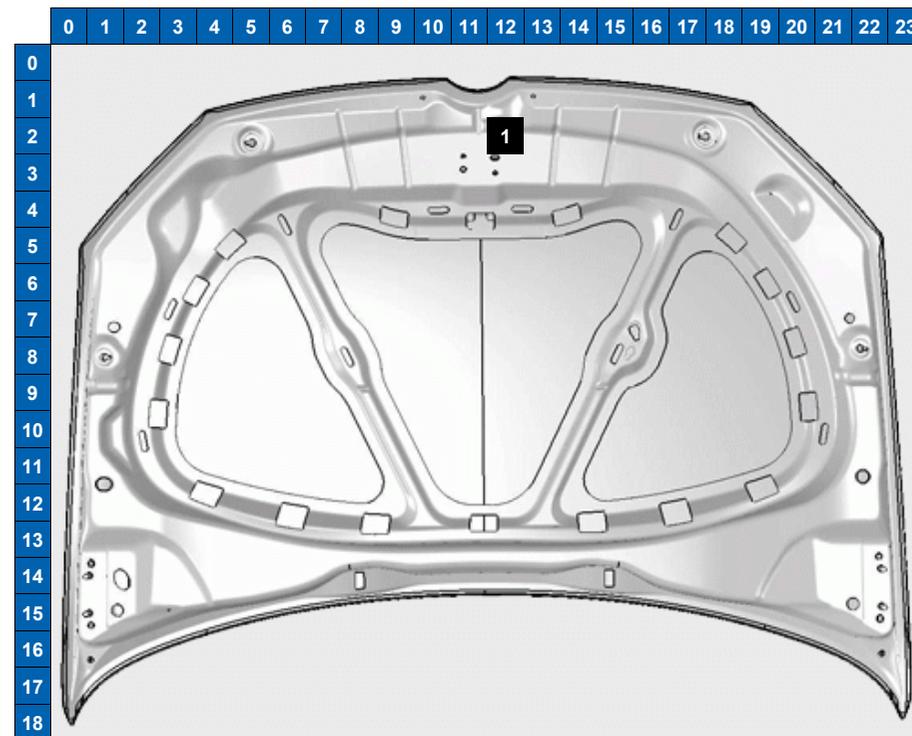
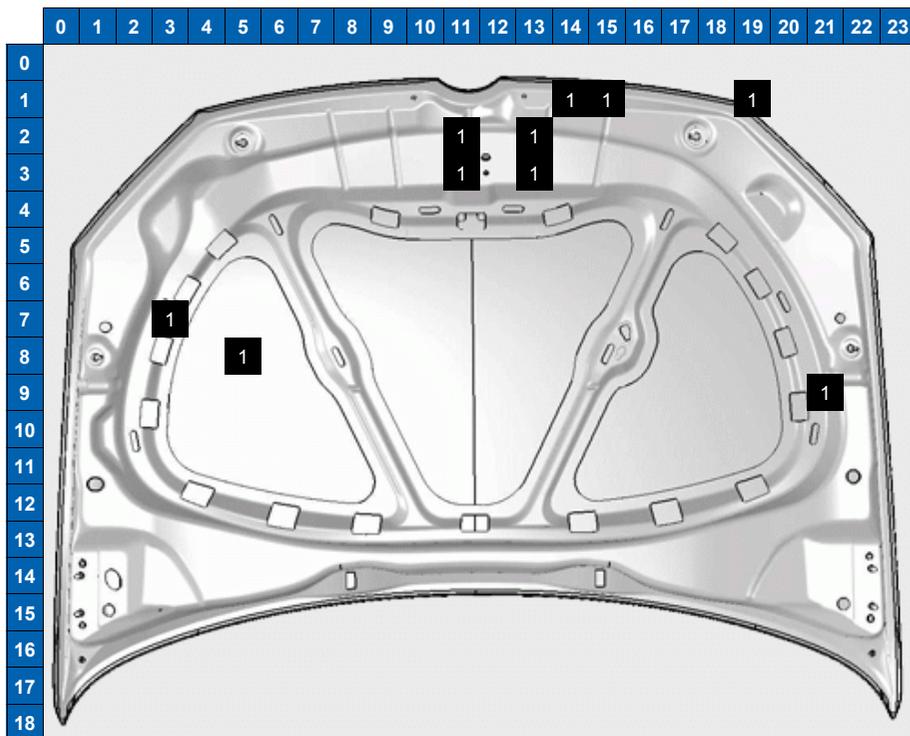
PIN	Color	L610	Defecto	Fallos	Estación	Puertas	Chapa	X	Y
6130532	2T2T	26/03/14 01:42	Abolladura	26-03-14 04:25	PHL1P101	2 Puertas	BL1	16	4
6130074	U5U5	25/03/14 22:13	Cráter	26-03-14 00:50	PHL1P102	4 Puertas	BL2	19	5
6130095	0Q0Q	25/03/14 22:25	Cráter	26-03-14 02:16	PHMXP300	4 Puertas	BL2	12	10
6130490	2T2T	26/03/14 01:29	Estampado defectuoso	26-03-14 04:10	PHL1P101	2 Puertas	BL1	17	9
6095406	B4B4	25/03/14 09:52	Hendidura	25-03-14 12:42	PHL1P102	4 Puertas	BL1	15	10
6130330	U5U5	25/03/14 23:04	Sucio de material sellante	26-03-14 01:40	PHL1P101	4 Puertas	BL1	10	17
6			6						

PIN	Color	L610	Defecto	Fallos	Estación	Puertas	Chapa	X	Y
6127395	U5U5	25/03/14 10:37	Deformado	25/03/14 13:11	PHL2P202	4 Puertas	BL2	4	10
6127395	U5U5	25/03/14 10:37	Deformado	25/03/14 13:11	PHL2P202	4 Puertas	BL2	19	11
6127467	B4B4	25/03/14 06:54	Sucio de material sellante	25/03/14 09:01	PHL2P201	4 Puertas	BL1	12	17
6130400	B4B4	26/03/14 00:03	Sucio de material sellante	26/03/14 02:40	PHL2P202	4 Puertas	BL1	18	14
3			4						



MARIPOSA DEFECTOS PINTURA

Capo interior



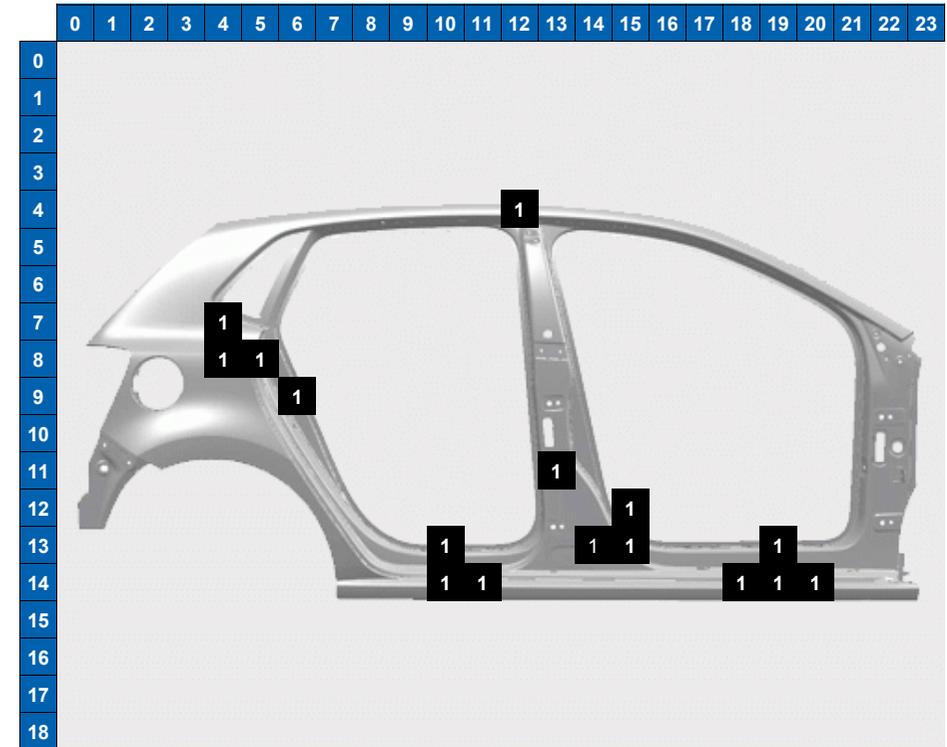
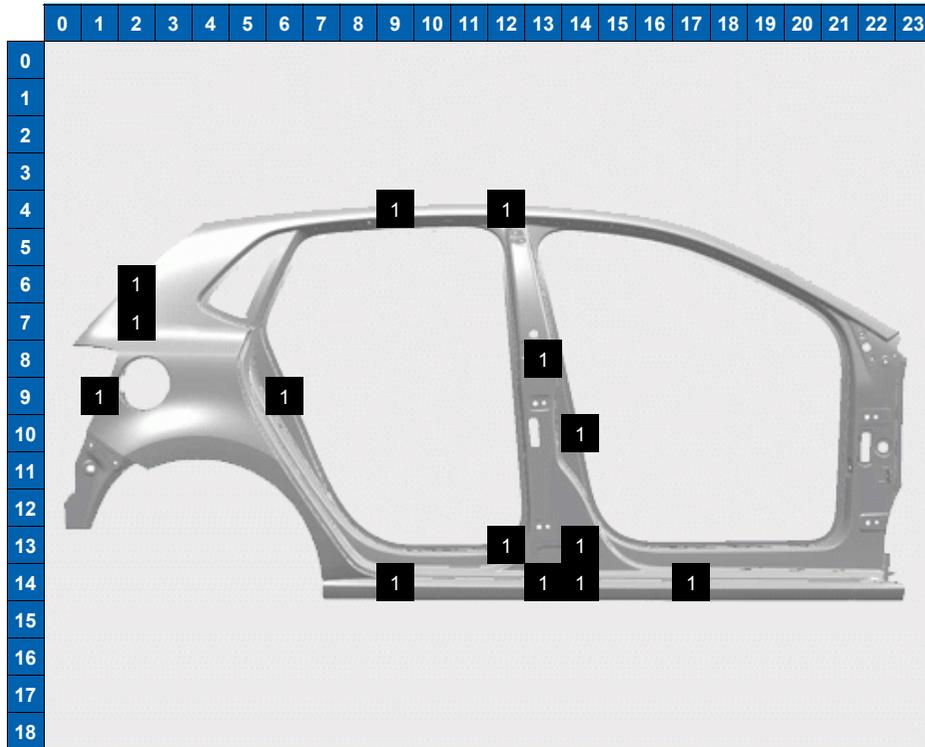
PIN	Color	L610	Defecto	Fallos	Estación	Puertas	Chapa	X	Y
6127530	4Q4Q	25/03/14 06:51	Ampolla	25-03-14 09:21	PHL1P102	4 Puertas	BL1	15	1
6130069	8E8E	25/03/14 22:06	Gotas	26-03-14 00:45	PHL1P102	4 Puertas	BL2	14	1
6130058	8E8E	25/03/14 21:41	Huella en húmedo	26-03-14 00:44	PHL1P101	4 Puertas	BL2	11	2
6130274	4Q4Q	26/03/14 01:30	Huella en húmedo	26-03-14 04:14	PHL1P101	4 Puertas	BL2	11	3
6130506	2T2T	26/03/14 01:32	Huella en húmedo	26-03-14 04:11	PHL1P102	2 Puertas	BL1	13	2
6130556	A1A1	26/03/14 01:44	Huella en húmedo	26-03-14 04:22	PHL1P102	2 Puertas	BL1	13	3
6128146	0Q0Q	25/03/14 22:38	Sucio de adhesivo para carrocería	26-03-14 01:13	PHL1P102	4 Puertas	BL1	21	9
6130274	4Q4Q	26/03/14 01:30	Sucio de adhesivo para carrocería	26-03-14 04:14	PHL1P101	4 Puertas	BL2	3	7
6130296	0Q0Q	25/03/14 21:27	Sucio de adhesivo para carrocería	26-03-14 00:21	PHL1P101	4 Puertas	BL1	5	8
6130308	8E8E	26/03/14 02:18	Sucio de material sellante	26-03-14 05:06	PHL1P102	4 Puertas	BL2	19	1

PIN	Color	L610	Defecto	Fallos	Estación	Puertas	Chapa	X	Y
6128100	2T2T	25/03/14 21:02	Huella en húmedo	25/03/14 23:48	PHL2P201	4 Puertas	BL2	12	2
1			1						



MARIPOSA DEFECTOS PINTURA

Lateral derecho 4 Puertas



PIN	Color	L610	Defecto	Fallos	Estación	Puertas	Chapa	X	Y
6126348	B4B4	25/03/14 04:13	Abolladura	24-03-14 03:46	CHL1B612	4 Puertas	BL1	12	4
6127496	D8D8	25/03/14 17:00	Abolladura	25-03-14 19:50	PHL1P102	4 Puertas	BL2	9	4
6130611	B4B4	26/03/14 03:05	Cráter	26-03-14 06:05	PHL1P102	4 Puertas	BL1	9	14
6127352	U5U5	25/03/14 09:02	Descolgados, gotas	25-03-14 11:51	PHL1P102	4 Puertas	BL2	13	8
6127352	U5U5	25/03/14 09:02	Descolgados, gotas	25-03-14 11:51	PHL1P102	4 Puertas	BL2	14	14
6130058	8E8E	25/03/14 21:41	Falta pintado	26-03-14 00:44	PHL1P101	4 Puertas	BL2	14	13
6127944	2T2T	25/03/14 19:13	Gotas	25-03-14 22:21	PHL1P102	4 Puertas	BL2	17	14
6130075	8E8E	25/03/14 18:40	Hervidos	25-03-14 21:31	PHL1P102	4 Puertas	BL1	12	13
6130107	8E8E	25/03/14 19:16	Hervidos	25-03-14 22:23	PHL1P102	4 Puertas	BL1	13	14
6127285	B4B4	25/03/14 07:49	Huella en húmedo	25-03-14 10:58	PHL1P102	4 Puertas	BL2	2	6

PIN	Color	L610	Defecto	Fallos	Estación	Puertas	Chapa	X	Y
6126351	B4B4	25/03/14 05:31	Abolladura	24/03/14 03:02	CHL1B612	4 Puertas	BL1	12	4
6127693	2T2T	25/03/14 15:26	Abolladura	25/03/14 17:52	PHL2P202	4 Puertas	BL2	10	13
6130186	D7D7	25/03/14 20:39	Abolladura	25/03/14 23:26	PHL2P202	4 Puertas	BL1	5	8
6127308	2T2T	25/03/14 08:27	Descolgados barniz transparente	25/03/14 11:24	PHL2P202	4 Puertas	BL2	15	13
6127393	B4B4	25/03/14 11:07	Descolgados barniz transparente	25/03/14 14:24	PHL2P202	4 Puertas	BL2	10	14
6130091	D7D7	25/03/14 22:31	Descolgados barniz transparente	26/03/14 01:13	PHL2P202	4 Puertas	BL2	15	12
6126837	8E8E	25/03/14 04:38	Descolgados, gotas	25/03/14 07:12	PHL2P201	4 Puertas	BL2	14	13
6130135	2T2T	26/03/14 00:06	Descolgados KTL	26/03/14 02:49	PHL2P228	4 Puertas	BL2	13	11
6127475	0Q0Q	25/03/14 11:20	Huella en húmedo	25/03/14 14:35	PHL2P202	4 Puertas	BL2	19	14
6130425	2T2T	26/03/14 00:22	Huella en húmedo	26/03/14 02:56	PHL2P201	4 Puertas	BL1	4	7



MARIPOSA DEFECTOS PINTURA

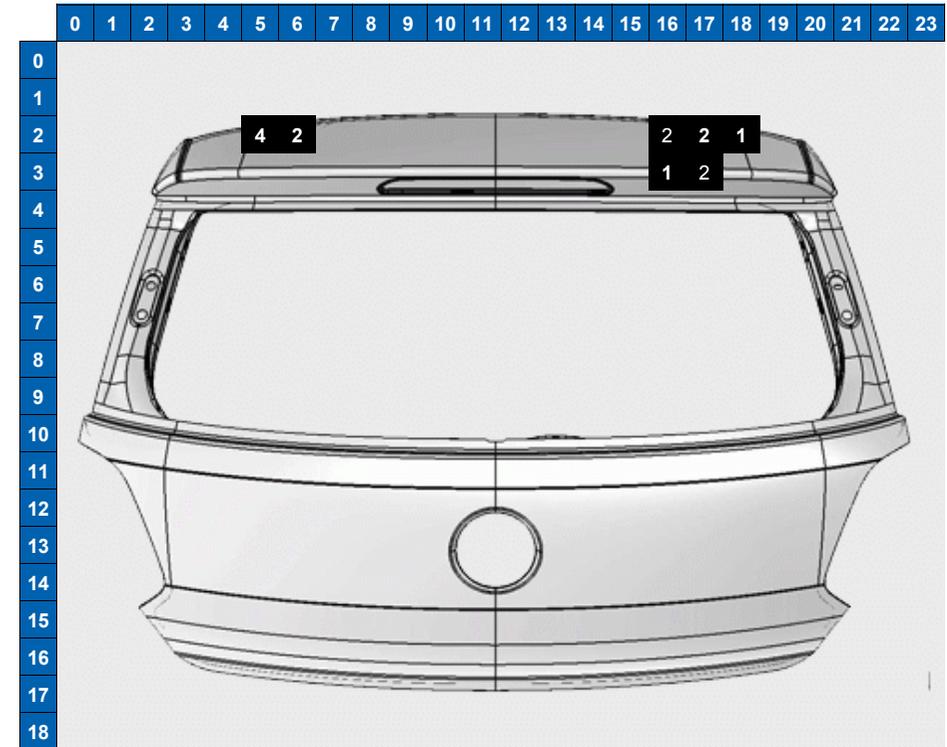
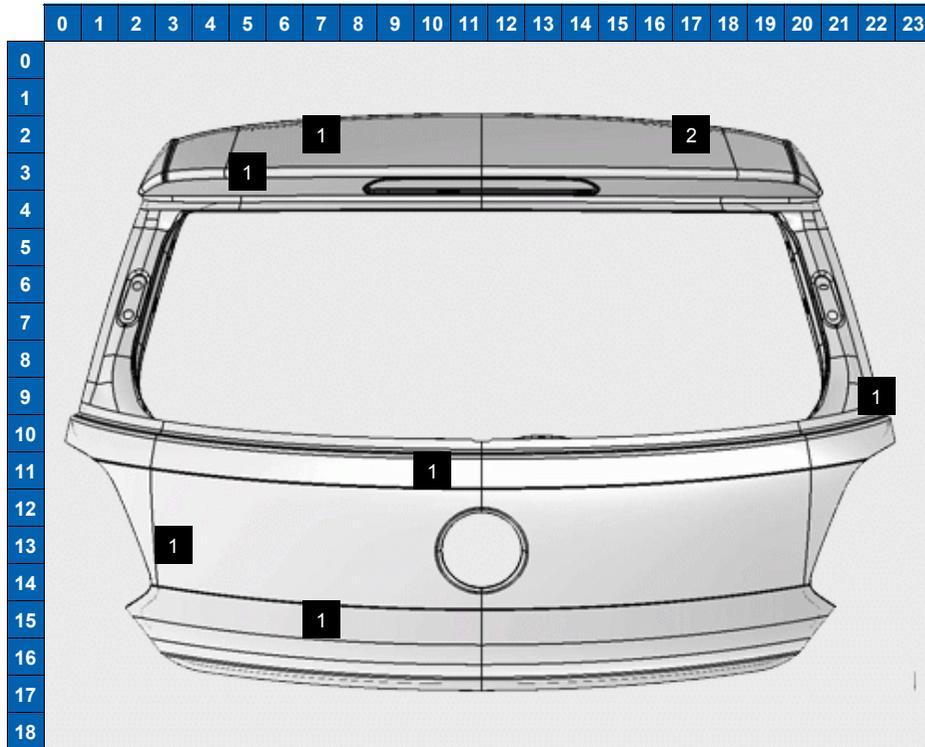
PIN	Color	L610	Defecto	Fallos	Estación	Puertas	Chapa	X	Y
6130159	8E8E	25/03/14 23:38	Formación de manchas	26-03-14 02:18	PHL1P104	4 Puertas	BL1	6	13
6130159	8E8E	25/03/14 23:38	Formación de manchas	26-03-14 02:18	PHL1P104	4 Puertas	BL1	9	12
6127496	D8D8	25/03/14 17:00	Gotas	25-03-14 19:51	PHL1P104	4 Puertas	BL2	9	14
6127822	D8D8	25/03/14 17:08	Gotas	25-03-14 19:51	PHRXP03C	4 Puertas	BL2	9	14
6125841	6K6K	25/03/14 09:10	Lijado incorrecto	25-03-14 12:05	PHL1P103	4 Puertas	BL1	7	14
6125844	6K6K	25/03/14 09:57	Lijado incorrecto	25-03-14 12:41	PHL1P103	4 Puertas	BL1	5	13
6095266	B4B4	25/03/14 20:03	Sucio de adhesivo para carrocería	25-03-14 23:05	PHL1P104	4 Puertas	BL2	2	12
6125841	6K6K	25/03/14 09:10	Sucio de material sellante	25-03-14 12:04	PHL1P103	4 Puertas	BL1	3	6
6126983	8E8E	25/03/14 05:38	Sucio de material sellante	25-03-14 08:18	PHL1P104	4 Puertas	BL2	21	9
6127427	B4B4	25/03/14 10:26	Sucio de material sellante	25-03-14 13:10	PHL1P103	4 Puertas	BL2	2	7
6127532	8E8E	25/03/14 06:50	Sucio de material sellante	25-03-14 09:22	PHL1P104	4 Puertas	BL1	20	7
6127961	U5U5	25/03/14 19:23	Sucio de material sellante	25-03-14 22:32	PHL1P104	4 Puertas	BL2	11	10
6128146	0Q0Q	25/03/14 22:38	Sucio de material sellante	26-03-14 01:16	PHL1P104	4 Puertas	BL1	22	7
18			23						

PIN	Color	L610	Defecto	Fallos	Estación	Puertas	Chapa	X	Y
6126928	8E8E	25/03/14 04:31	Sucio de material sellante	25/03/14 07:07	PHL2P204	4 Puertas	BL2	10	14
6126928	8E8E	25/03/14 04:31	Sucio de material sellante	25/03/14 07:07	PHL2P204	4 Puertas	BL2	13	14
6126928	8E8E	25/03/14 04:31	Sucio de material sellante	25/03/14 07:07	PHL2P204	4 Puertas	BL2	17	9
6127118	2T2T	25/03/14 06:46	Sucio de material sellante	25/03/14 09:26	PHL2P203	4 Puertas	BL2	6	14
6127520	8E8E	25/03/14 12:59	Sucio de material sellante	25/03/14 15:45	PHL2P204	4 Puertas	BL2	22	9
6127867	2T2T	25/03/14 13:33	Sucio de material sellante	25/03/14 16:14	PHL2P203	4 Puertas	BL1	9	13
6130396	D8D8	26/03/14 00:57	Sucio de material sellante	26/03/14 03:50	PHL2P204	4 Puertas	BL1	21	10
14			17						



MARIPOSA DEFECTOS PINTURA

Porton exterior



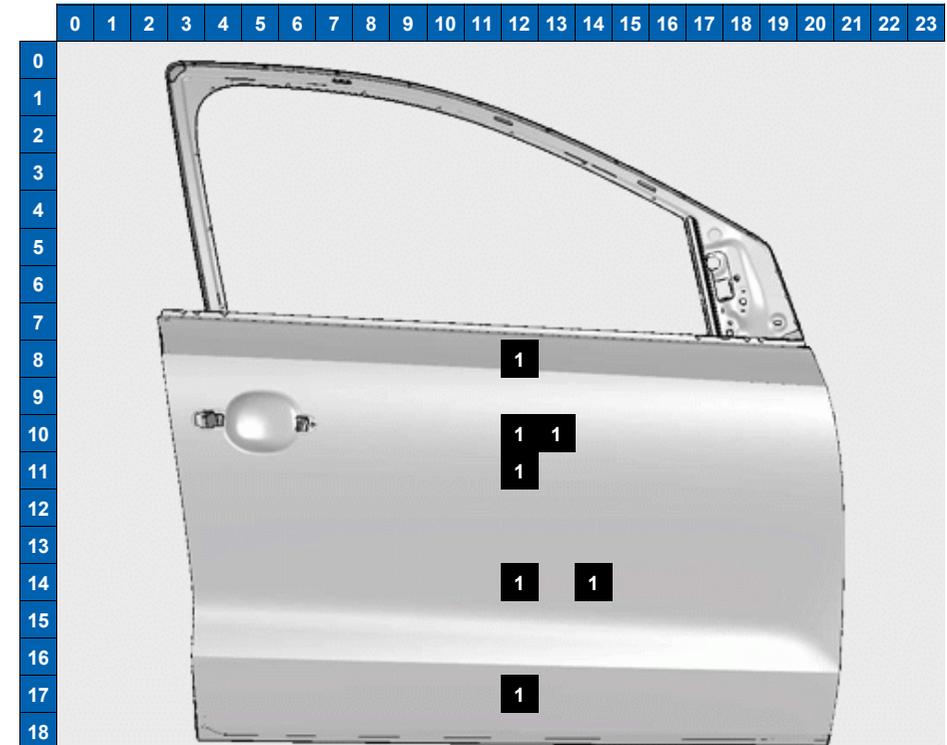
PIN	Color	L610	Defecto	Fallos	Estación	Puertas	Chapa	X	Y
6127869	U5U5	25/03/14 12:27	Abolladura	25-03-14 15:35	PHL1P104	4 Puertas	BL1	3	13
6128012	6K6K	25/03/14 16:48	Abolladura	25-03-14 19:24	PHL1P103	4 Puertas	BL1	5	3
6128012	6K6K	25/03/14 16:48	Abolladura	25-03-14 19:24	PHL1P103	4 Puertas	BL1	17	2
6130219	2T2T	25/03/14 21:00	Abolladura	26-03-14 00:05	PHL1P023	4 Puertas	BL1	17	2
6130219	2T2T	25/03/14 21:00	Abolladura	26-03-14 00:05	PHL1P023	4 Puertas	BL1	7	2
6127418	8E8E	25/03/14 09:38	Gotas	25-03-14 12:24	PHL1P104	4 Puertas	BL2	7	15
6127219	8E8E	25/03/14 03:32	Sucio de material sellante	25-03-14 06:32	PHL1P104	2 Puertas	BL1	22	9
6127524	B4B4	25/03/14 06:35	Sucio de material sellante	25-03-14 09:05	PHL1P103	4 Puertas	BL1	10	11
6			8						

PIN	Color	L610	Defecto	Fallos	Estación	Puertas	Chapa	X	Y
6120155	2T2T	25/03/14 03:41	Abolladura	25/03/14 06:31	PHL2P203	2 Puertas	BL1	5	2
6120155	2T2T	25/03/14 03:41	Abolladura	25/03/14 06:31	PHL2P203	2 Puertas	BL1	16	3
6127324	4Q4Q	25/03/14 04:45	Abolladura	25/03/14 07:29	PHL2P024	4 Puertas	BL1	17	2
6127324	4Q4Q	25/03/14 04:45	Abolladura	25/03/14 07:29	PHL2P024	4 Puertas	BL1	5	2
6127715	U5U5	25/03/14 11:09	Abolladura	25/03/14 14:17	PHL2P024	4 Puertas	BL1	17	3
6127715	U5U5	25/03/14 11:09	Abolladura	25/03/14 14:17	PHL2P024	4 Puertas	BL1	6	2
6127832	8E8E	25/03/14 13:08	Abolladura	25/03/14 15:55	PHL2P024	4 Puertas	BL1	5	2
6127832	8E8E	25/03/14 13:08	Abolladura	25/03/14 15:55	PHL2P024	4 Puertas	BL1	18	2
6128144	2T2T	25/03/14 15:59	Abolladura	25/03/14 18:29	PHL2P024	4 Puertas	BL1	5	2
6128144	2T2T	25/03/14 15:59	Abolladura	25/03/14 18:29	PHL2P024	4 Puertas	BL1	17	2



MARIPOSA DEFECTOS PINTURA

Puerta delante derecha exterior



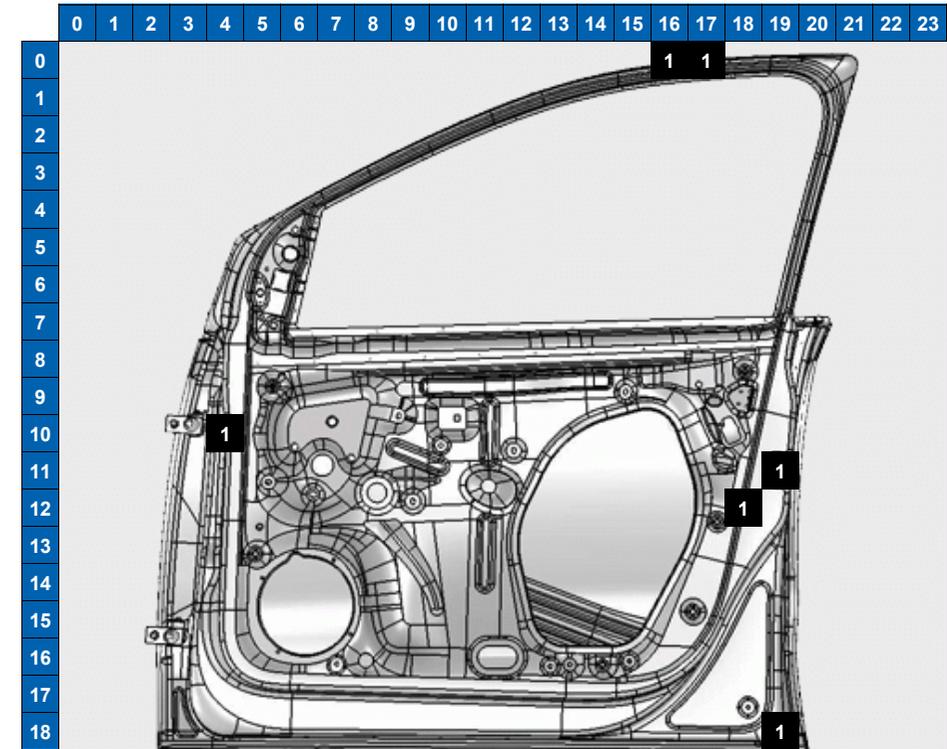
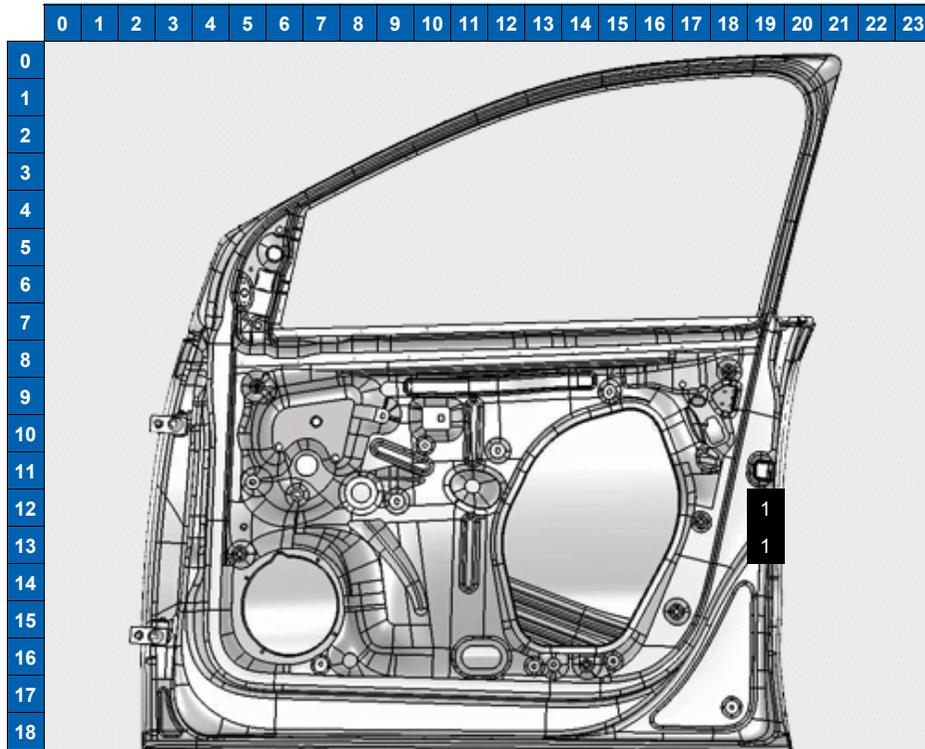
PIN	Color	L610	Defecto	Fallos	Estación	Puertas	Chapa	X	Y
6128012	6K6K	25/03/14 16:48	Abolladura	25-03-14 19:25	PHL1P101	4 Puertas	BL1	20	8
6127842	2T2T	25/03/14 17:20	Estampado defectuoso	25-03-14 20:30	PHL1P102	4 Puertas	BL2	11	12
6127889	0Q0Q	25/03/14 19:00	Estampado defectuoso	25-03-14 22:03	PHL1P102	4 Puertas	BL2	12	12
6130379	B4B4	26/03/14 03:07	Estampado incorrecto	26-03-14 06:09	PHL1P101	4 Puertas	BL2	10	11
6130084	2T2T	25/03/14 18:43	Estructura de la pintura defectuosa	25-03-14 21:34	PHL1P102	4 Puertas	BL1	13	11
6127733	U5U5	25/03/14 10:40	Lijado incorrecto	25-03-14 13:25	PHL1P102	4 Puertas	BL1	11	11
6127776	6K6K	25/03/14 11:21	Lijado incorrecto	25-03-14 14:26	PHL1P101	4 Puertas	BL1	3	9
7			7						

PIN	Color	L610	Defecto	Fallos	Estación	Puertas	Chapa	X	Y
6127780	2T2T	25/03/14 17:11	Estampado defectuoso	25/03/14 19:48	PHL2P201	4 Puertas	BL2	13	10
6127780	2T2T	25/03/14 17:11	Estampado defectuoso	25/03/14 19:48	PHL2P201	4 Puertas	BL2	14	14
6130271	0Q0Q	26/03/14 01:55	Estampado defectuoso	26/03/14 04:28	PHL2P201	4 Puertas	BL2	12	8
6130271	0Q0Q	26/03/14 01:55	Estampado defectuoso	26/03/14 04:28	PHL2P201	4 Puertas	BL2	12	11
6130271	0Q0Q	26/03/14 01:55	Estampado defectuoso	26/03/14 04:29	PHL2P201	4 Puertas	BL2	12	14
6130271	0Q0Q	26/03/14 01:55	Estampado defectuoso	26/03/14 04:29	PHL2P201	4 Puertas	BL2	12	17
6130116	U5U5	25/03/14 19:52	Estampado incorrecto	25/03/14 22:46	PHL2P202	4 Puertas	BL1	12	10
3			7						



MARIPOSA DEFECTOS PINTURA

Puerta delante derecha interior



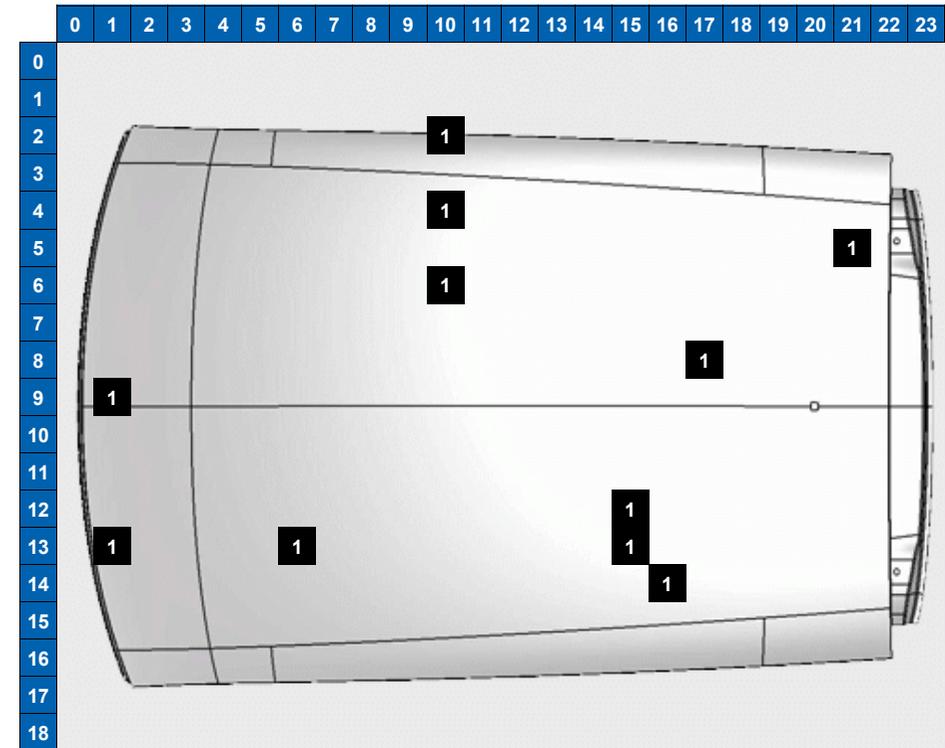
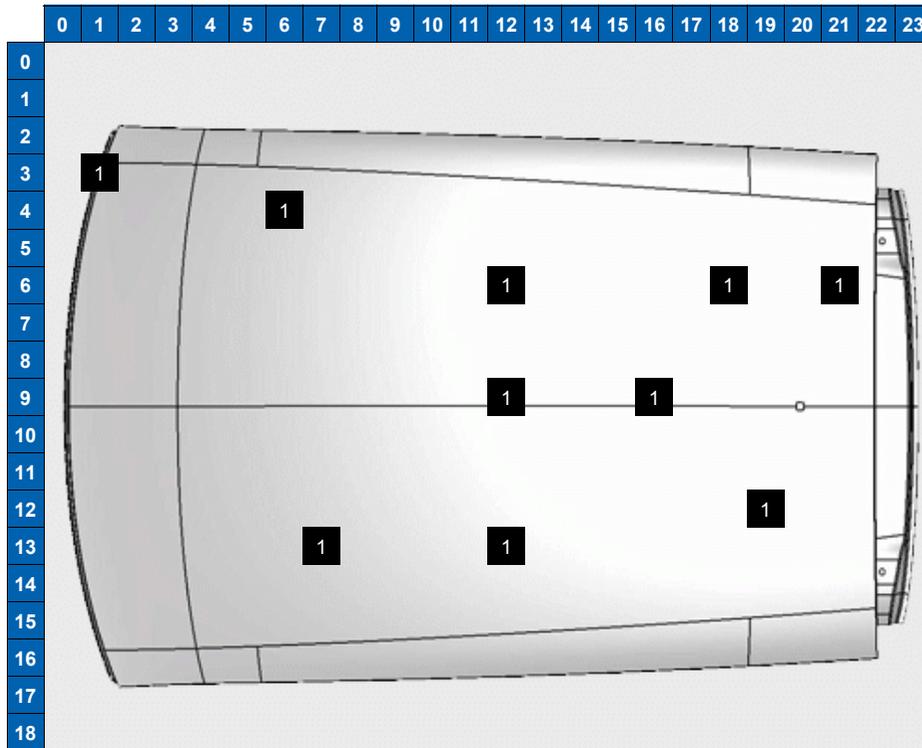
PIN	Color	L610	Defecto	Fallos	Estación	Puertas	Chapa	X	Y
6127647	2T2T	25/03/14 08:47	Aplicación de pasta sellante incorrecta	25-03-14 11:40	PHL1P101	4 Puertas	BL1	19	13
6127951	8E8E	25/03/14 19:19	Huella en húmedo	25-03-14 22:28	PHL1P102	4 Puertas	BL2	19	12
2			2						

PIN	Color	L610	Defecto	Fallos	Estación	Puertas	Chapa	X	Y
6130118	2T2T	25/03/14 19:44	Abolladura	25/03/14 22:30	PHL2P201	4 Puertas	BL1	18	12
6127308	2T2T	25/03/14 08:27	Descolgados barniz transparente	25/03/14 11:24	PHL2P202	4 Puertas	BL2	19	18
6130050	2T2T	25/03/14 19:07	Gotas	25/03/14 21:35	PHL2P201	4 Puertas	BL1	19	11
6095243	B4B4	25/03/14 15:31	Huella en húmedo	25/03/14 18:00	PHL2P202	4 Puertas	BL2	17	0
6127881	D7D7	25/03/14 19:18	Sucio de material sellante	25/03/14 22:08	PHL2P201	4 Puertas	BL2	16	0
6130193	B4B4	26/03/14 01:08	Sucio de material sellante	26/03/14 03:54	PHL2P202	4 Puertas	BL2	4	10
6			6						



MARIPOSA DEFECTOS PINTURA

Techo exterior



PIN	Color	L610	Defecto	Fallos	Estación	Puertas	Chapa	X	Y
6130046	U5U5	25/03/14 18:24	Cráter	25-03-14 21:21	PHL1P102	4 Puertas	BL1	12	9
6130580	B4B4	26/03/14 02:21	Cráter	26-03-14 05:12	PHL1P104	4 Puertas	BL1	16	9
6130580	B4B4	26/03/14 02:21	Cráter	26-03-14 05:13	PHL1P104	4 Puertas	BL1	19	12
6127954	8E8E	25/03/14 13:43	Falta pintado	25-03-14 17:01	PHL1P127	4 Puertas	BL1	18	6
6127555	B4B4	25/03/14 07:39	Inestanco	25-03-14 10:44	PHL1P101	4 Puertas	BL1	12	6
6127555	B4B4	25/03/14 07:39	Inestanco	25-03-14 10:44	PHL1P101	4 Puertas	BL1	7	13
6127555	B4B4	25/03/14 07:39	Inestanco	25-03-14 10:44	PHL1P101	4 Puertas	BL1	12	13
6130001	2T2T	25/03/14 18:50	Lijado incorrecto	25-03-14 21:38	PHL1P101	2 Puertas	BL1	21	6
6127631	2T2T	25/03/14 08:20	Proyecciones de soldadura	25-03-14 11:21	PHL1P101	4 Puertas	BL1	6	4
6127463	4Q4Q	25/03/14 06:22	Sucio de material sellante	25-03-14 09:07	PHL1P102	4 Puertas	BL1	1	3

PIN	Color	L610	Defecto	Fallos	Estación	Puertas	Chapa	X	Y
6127526	2T2T	25/03/14 07:43	Postura de soldadura láser defectuos	25/03/14 10:20	PHL2P202	4 Puertas	BL1	10	2
6127581	2T2T	25/03/14 19:39	Estampado defectuoso	25/03/14 22:24	PHL2P203	4 Puertas	BL1	6	13
6127581	2T2T	25/03/14 19:39	Estampado defectuoso	25/03/14 22:24	PHL2P203	4 Puertas	BL1	10	4
6127581	2T2T	25/03/14 19:39	Estampado defectuoso	25/03/14 22:24	PHL2P203	4 Puertas	BL1	15	12
6127581	2T2T	25/03/14 19:39	Estampado/inmersión cataforética incorre	25/03/14 08:27	PQL2P018	4 Puertas	BL1	1	9
6130011	B4B4	25/03/14 18:05	Gotas	25/03/14 21:00	PHL2P204	2 Puertas	BL1	16	14
6130011	B4B4	25/03/14 18:05	Gotas	25/03/14 21:00	PHL2P204	2 Puertas	BL1	17	8
6127656	8E8E	25/03/14 09:39	Inestanco	25/03/14 12:12	PHL2P201	4 Puertas	BL1	10	6
6128184	8E8E	25/03/14 17:00	Lijado incorrecto	25/03/14 19:39	PHL2P201	2 Puertas	BL1	21	5
6127585	D7D7	25/03/14 09:21	Sucio de material sellante	25/03/14 11:57	PHL2P204	4 Puertas	BL1	1	13



MARIPOSA DEFECTOS PINTURA

PIN	Color	L610	Defecto	Fallos	Estación	Puertas	Chapa	X	Y
7			10						

PIN	Color	L610	Defecto	Fallos	Estación	Puertas	Chapa	X	Y
6130193	B4B4	26/03/14 01:08	Sucio de material sellante	26/03/14 03:56	PHL2P204	4 Puertas	BL2	15	13
7			11						

Anexo 3: Estudio completo de frecuencia de aparición de defectos en líneas de pulido durante una semana

Estadística del número de defectos por tipo, zona de la carrocería y día

N° CARROCERIAS																														20								
Lunes 13/01/14		Picadas	Bollo (hacia dentro)	Bollo (hacia afuera)	Aguas (chapa)	Proyecciones de chapa	Masilla de Chapa	Gotas KTL	Burbujas de KTL (espuma)	Recrecidos (mapping)	Suciedad de base	Suciedad de barniz	Suciedad de útil	Suciedad de bisagra	Fibras	Polvo de lijado	Carbonilla	Gotas de aceite	Gotas de agua	Pulverizado PVC	Masilla (restos, pegotes)	Cráteres	Hervidos	Poros en cordón láser techo	Descolgados de base	Descolgados de barniz	Gotasde disolvente	Gotas de Pintura	Gotas de barniz	Escasez	Roces en húmedo	Falta de incorporación	Velo	Defecto de fondo	Repulsiones			
Aleta del. (DCH)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Capó del. (DCH)	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	
Capó del. Int. (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Estribera (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	
Lateral (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3		
Mont. A ext (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Mont. A Int (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Mont. B ext (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2		
Mont. B Int (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5		
Mont. C ext (DCH)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4		
Mont. C int (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10		
Portón ext (DCH)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11		
Portón Int (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	5			
P. Del ext (4P) (DCH)	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9		
P. Del int (4P) (DCH)	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5			
P. Tras ext (4P) (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
P. Tras Int (4P) (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4			
Talonera (DCH)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	11	2	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38		
Techo (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3		

Martes 14/01/14	Picadas	Bollo (hacia dentro)	Bollo (hacia afuera)	Aguas (chapa)	Proyecciones de chapa	Masilla de Chapa	Gotas KTL	Burbujas de KTL (espuma)	Recrecidos (mapping)	Suciedad de base	Suciedad de barniz	Suciedad de útil	Suciedad de bisagra	Fibras	Polvo de lijado	Carbonilla	Gotas de aceite	Gotas de agua	Pulverizado PVC	Masilla (restos, pegotes)	Cráteres	Hervidos	Poros en cordón láser techo	Descolgados de base	Descolgados de barniz	Gotas de disolvente	Gotas de Pintura	Gotas de barniz	Escasez	Roces en húmedo	Falta de incorporación	Velo	Defecto de fondo	Repulsiones		
Aleta del. (DCH)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	
Capó del. (DCH)	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
Capó del. Int. (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Estribera (DCH)	0	0	0	0	292	0	1	0	0	0	0	14	2	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	314	
Lateral (DCH)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
Mont. A ext (DCH)	12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	
Mont. A Int (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mont. B ext (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mont. B Int (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mont. C ext (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mont. C int (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Portón ext (DCH)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	10	
Portón Int (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	4	
P. Del ext (4P) (DCH)	0	0	14	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	24	
P. Del int (4P) (DCH)	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	
P. Tras ext (4P) (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	
P. Tras Int (4P) (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	
Talonera (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	20	21	13	26	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110
Techo (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	
Vieriteguas Cofre (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
Vieriteguas hueco CT (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	
Aleta del. (IZD)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	
Capó del. (IZD)	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	18	
Capó del. Int. (IZD)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
Estribera (IZD)	0	0	1	0	52	0	2	0	0	18	0	8	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	111	
Lateral (IZD)	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	7	
Mont. A ext (IZD)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

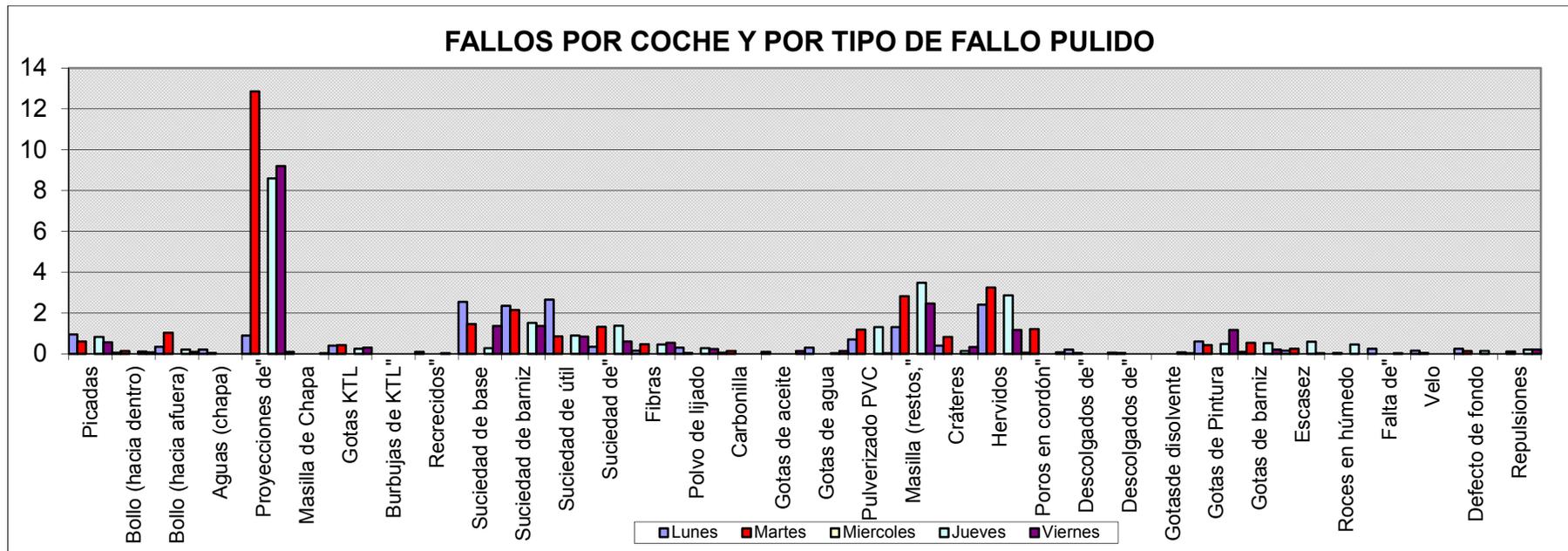
N° CARROCERIAS		0																																		
Miercoles 15/01/14	Picadas	Bollo (hacia dentro)	Bollo (hacia afuera)	Agua (chapa)	Proyecciones de chapa	Masilla de Chapa	Gotas KTL	Burbujas de KTL (espuma)	Recrecidos (mapping)	Suciedad de base	Suciedad de barniz	Suciedad de útil	Suciedad de bisagra	Fibras	Polvo de lijado	Carbonilla	Gotas de aceite	Gotas de agua	Pulverizado PVC	Masilla (restos, pegotes)	Cráteres	Hervidos	Poros en cordón láser techo	Descolgados de base	Descolgados de barniz	Gotas de disolvente	Gotas de Pintura	Gotas de barniz	Escasez	Roces en húmedo	Falta de incorporación	Velo	Defecto de fondo	Repulsiones		
Aleta del. (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Capó del. (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Capó del. Int. (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Estribera (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lateral (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mont. A ext (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mont. A Int (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mont. B ext (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mont. B Int (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mont. C ext (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mont. C int (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Portón ext (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Portón Int (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P. Del ext (4P) (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P. Del int (4P) (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P. Tras ext (4P) (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P. Tras Int (4P) (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Talonera (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Techo (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vierteaguas Cofre (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vierteaguas hueco CT (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aleta del. (IZD)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Capó del. (IZD)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Capó del. Int. (IZD)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Estribera (IZD)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lateral (IZD)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mont. A ext (IZD)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

N° CARROCERIAS		29																																			
Jueves 16/01/14		Picadas	Bollo (hacia dentro)	Bollo (hacia afuera)	Aguas (chapa)	Proyecciones de chapa	Masilla de Chapa	Gotas KTL	Burbujas de KTL (espuma)	Recrecidos (mapping)	Suciedad de base	Suciedad de barniz	Suciedad de útil	Suciedad de bisagra	Fibras	Polvo de lijado	Carbonilla	Gotas de aceite	Gotas de agua	Pulverizado PVC	Masilla (restos, pegotes)	Cráteres	Hervidos	Poros en cordón láser techo	Descolgados de base	Descolgados de barniz	Gotas de disolvente	Gotas de Pintura	Gotas de barniz	Escasez	Roces en húmedo	Falta de incorporación	Velo	Defecto de fondo	Repulsiones		
Aleta del. (DCH)	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9
Capó del. (DCH)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	14
Capó del. Int. (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Estribera (DCH)	0	0	0	0	97	0	4	0	0	0	0	9	25	0	8	0	0	1	0	0	0	11	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	159
Lateral (DCH)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	16	
Mont. A ext (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mont. A Int (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	10	
Mont. B ext (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mont. B Int (DCH)	0	0	0	0	5	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	9	
Mont. C ext (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Mont. C int (DCH)	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	15	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	39	
Portón ext (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	3	7	
Portón Int (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
P. Del ext (4P) (DCH)	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	3	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	17	
P. Del int (4P) (DCH)	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	2	2	1	12	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	33	
P. Tras ext (4P) (DCH)	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	9	
P. Tras Int (4P) (DCH)	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	
Talonera (DCH)	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	2	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	
Techo (DCH)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	21	
Vieriteguas Cofre (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
Vieriteguas hueco CT (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	
Aleta del. (IZD)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	
Capó del. (IZD)	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	13	
Capó del. Int. (IZD)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	5	
Estribera (IZD)	0	0	0	0	130	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	138	
Lateral (IZD)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
Mont. A ext (IZD)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

N° CARROCERIAS		30																																					
Viernes 17/01/14		Picadas	Bollo (hacia dentro)	Bollo (hacia afuera)	Aguas (chapa)	Proyecciones de chapa	Masilla de Chapa	Gotas KTL	Burbujas de KTL (espuma)	Recrecidos (mapping)	Suciedad de base	Suciedad de barniz	Suciedad de útil	Suciedad de bisagra	Fibras	Polvo de lijado	Carbonilla	Gotas de aceite	Gotas de agua	Pulverizado PVC	Masilla (restos, pegotes)	Cráteres	Hervidos	Poros en cordón láser techo	Descolgados de base	Descolgados de barniz	Gotas de disolvente	Gotas de Pintura	Gotas de barniz	Escasez	Roces en húmedo	Falta de incorporación	Velo	Defecto de fondo	Repulsiones				
Aleta del. (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	21	
Capó del. (DCH)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	16	
Capó del. Int. (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Estribera (DCH)	0	0	0	0	97	0	3	0	0	1	0	14	17	2	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	146	
Lateral (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	
Mont. A ext (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
Mont. A Int (DCH)	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	
Mont. B ext (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Mont. B Int (DCH)	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Mont. C ext (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Mont. C int (DCH)	0	0	0	0	5	0	3	0	0	0	0	10	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
Portón ext (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11
Portón Int (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
P. Del ext (4P) (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
P. Del int (4P) (DCH)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
P. Tras ext (4P) (DCH)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
P. Tras Int (4P) (DCH)	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Talonera (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
Techo (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
Vieriteguas Cofre (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vieriteguas hueco CT (DCH)	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
Aleta del. (IZD)	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	
Capó del. (IZD)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	22	
Capó del. Int. (IZD)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
Estribera (IZD)	0	0	0	0	165	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	173	
Lateral (IZD)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
Mont. A ext (IZD)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

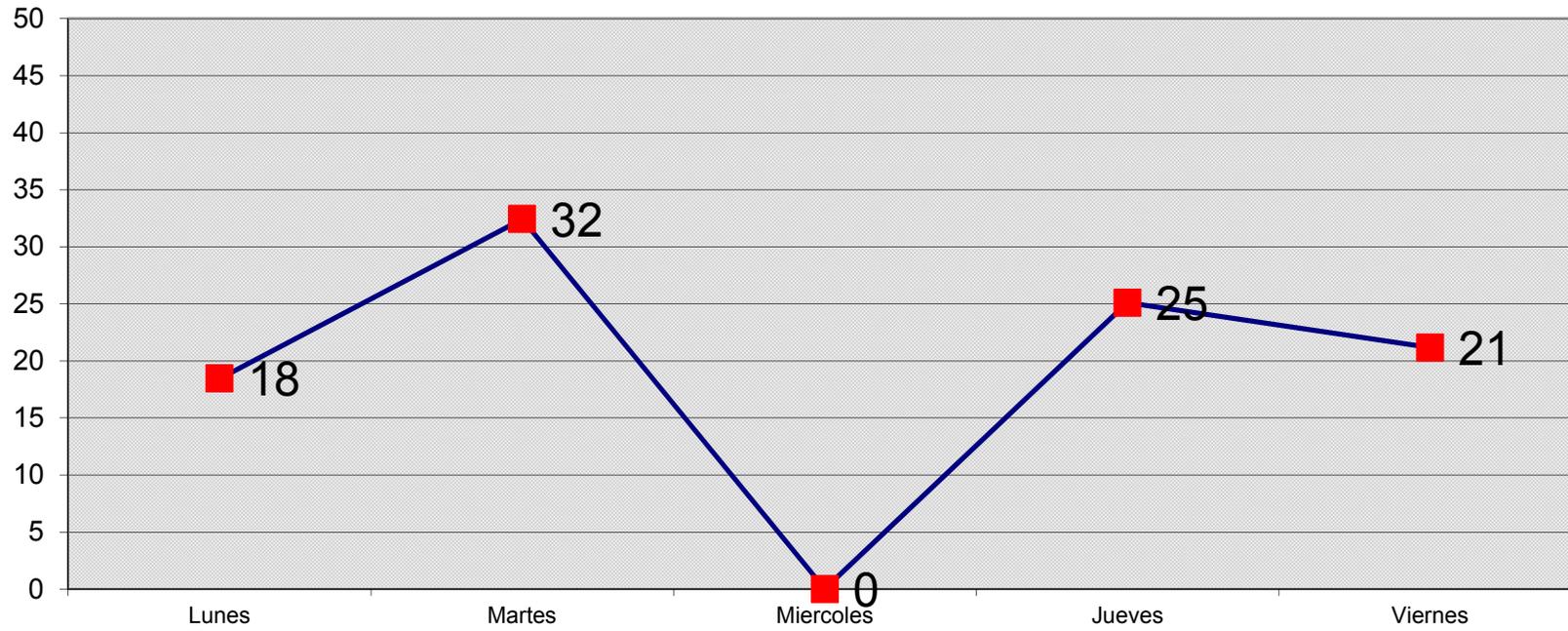
Resumen del número de defectos de cada tipo por carrocería

Defectos por carrocería	Picadas	Bollo (hacia dentro)	Bollo (hacia afuera)	Aguas (chapa)	Proyecciones de chapa	Masilla de Chapa	Gotas KTL	Burbujas de KTL (espuma)	Recrecidos (mapping)	Suciedad de base	Suciedad de barniz	Suciedad de útil	Suciedad de bisagra	Fibras	Polvo de lijado	Carbonilla	Gotas de aceite	Gotas de agua	Pulverizado PVC	Masilla (restos, pegotes)	Cráteres	Hervidos	Poros en cordón láser techo	Descolgados de base	Descolgados de barniz	Gotas de disolvente	Gotas de Pintura	Gotas de barniz	Escasez	Roces en húmedo	Falta de incorporación	Velo	Defecto de fondo	Repulsiones
Lunes	1	0	0	0	1	0	0	0	0	3	2	3	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Martes	1	0	1	0	13	0	0	0	0	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Miercoles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jueves	1	0	0	0	9	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	1	3	0	3	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Viernes	1	0	0	0	9	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0



Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sem 3
369	908	0	728	635	Total
18	32	0	25	21	pro Fzg

FALLOS POR COCHE Y POR DÍA PULIDO SEMANA 3



Estadística del número total de defectos de cada tipo por zona de la carrocería

Nº CARROCERIAS																														107								
Defectos de cada tipo por zona																																						
	Picadas	Bollo (hacia dentro)	Bollo (hacia afuera)	Aguas (chapa)	Proyecciones de chapa	Masilla de Chapa	Gotas KTL	Burbujas de KTL (espuma)	Recrecidos (mapping)	Suciedad de base	Suciedad de barniz	Suciedad de útil	Suciedad de bisagra	Fibras	Polvo de lijado	Carbonilla	Gotas de aceite	Gotas de agua	Pulverizado PVC	Masilla (restos, pegotes)	Cráteres	Hervidos	Poros en cordón láser techo	Descolgados de base	Descolgados de barniz	Gotasde disolvente	Gotas de Pintura	Gotas de barniz	Escasez	Roces en húmedo	Falta de incorporación	Velo	Defecto de fondo	Repulsiones				
Aleta del. (DCH)	5	1	0	0	0	0	0	0	0	10	1	0	0	3	0	0	0	0	1	13	0	5	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	
Capó del. (DCH)	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	3	0	0	0	0	0	4	10	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	57	
Capó del. Int. (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
Estribera (DCH)	0	0	0	0	486	0	8	0	0	1	0	74	51	2	12	0	0	2	0	5	0	11	0	0	0	0	9	0	2	0	0	0	0	0	0	0	663	
Lateral (DCH)	0	0	1	1	0	0	0	0	0	8	1	0	0	0	0	0	1	0	8	8	0	1	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	
Mont. A ext (DCH)	12	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	
Mont. A Int (DCH)	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	13	
Mont. B ext (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
Mont. B Int (DCH)	0	0	0	0	6	0	1	0	1	0	0	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
Mont. C ext (DCH)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Mont. C int (DCH)	0	0	0	0	15	0	3	0	0	0	1	34	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70
Portón ext (DCH)	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	2	0	0	0	0	3	2	8	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	2	4	39	
Portón Int (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	1	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	16
P. Del ext (4P) (DCH)	0	0	18	0	0	0	1	0	0	30	1	0	0	2	0	0	0	0	3	3	0	3	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	67	
P. Del int (4P) (DCH)	0	0	16	0	2	1	1	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	2	15	1	12	1	0	0	0	10	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	76
P. Tras ext (4P) (DCH)	1	0	1	0	1	0	0	0	0	7	0	0	0	4	0	0	0	0	3	2	2	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	26	
P. Tras Int (4P) (DCH)	0	0	0	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	1	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	16	
Talonera (DCH)	1	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	4	37	30	13	54	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	174
Techo (DCH)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	33	1	0	10	0	0	0	0	1	2	1	0	2	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54
Vierteaguas Cofre (DCH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Vierteaguas hueco CT (DCH)	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	0	0	0	0	26	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
Aleta del. (IZD)	7	0	1	0	0	0	2	0	0	8	1	0	0	2	0	4	0	0	0	17	1	4	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51
Capó del. (IZD)	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	4	0	0	0	0	0	4	6	1	0	0	0	0	5	4	0	0	1	0	0	0	0	0	69	

Capó del. Int. (IZD)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	11	
Estribera (IZD)	0	0	1	0	347	0	3	0	0	39	0	8	36	0	0	0	0	0	6	0	4	0	0	0	0	1	0	1	0	3	0	1	1	451	
Lateral (IZD)	0	1	1	1	0	0	3	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1	8	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	21	
Mont. A ext (IZD)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Mont. A Int (IZD)	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	
Mont. B ext (IZD)	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
Mont. B Int (IZD)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	11	0	0	0	1	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	18	
Mont. C ext (IZD)	21	0	0	1	0	0	2	0	0	3	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	32	
Mont. C int (IZD)	0	0	0	0	1	0	2	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	3	0	8	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	1	24	
Portón ext (IZD)	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	5	0	0	1	2	0	0	5	4	27	0	0	0	0	4	7	1	0	1	1	2	4	89
Portón Int (IZD)	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	23	
P. Del ext (4P) (IZD)	1	0	3	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	2	0	0	0	4	2	3	2	3	0	0	0	0	5	0	0	1	0	1	1	0	33
P. Del int (4P) (IZD)	0	0	0	0	8	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	14	0	24	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	55	
P. Tras ext (4P) (IZD)	0	1	2	0	1	0	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	9	5	1	1	0	0	0	0	30	
P. Tras Int (4P) (IZD)	1	2	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	20	
Talonera (IZD)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	28	0	81	3	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	147	
Techo (IZD)	4	0	0	0	0	0	0	0	1	1	45	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	59	
Vieriteguas Cofre (IZD)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
Vieriteguas hueco CT (IZD)	0	0	0	1	8	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	22	0	1	0	1	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	40	
	77	10	45	5	903	3	36	0	3	141	192	128	102	45	22	5	6	11	86	280	45	257	37	5	2	3	73	38	28	14	6	4	13	15	2640

Anexo 4: Hoja de características del robot M-710iC 70 de FANUC

Basic Description

The M-710iC series is FANUC Robotics' latest-generation, six-axis, medium to medium-high payload, high-performance family of industrial robots. The M-710iC robots are designed for a variety of manufacturing and system processes. The M-710iC series provides one of the largest work envelopes in its class with one of the smallest footprints.

Engineered for extremely high speed, application flexibility and reliability, the M-710iC series delivers repeatable precision and unparalleled performance. With the FoundryPRO® option, the entire robot is IP67-protected for the M-710iC series, making these robots ideal for use in harsh environments.

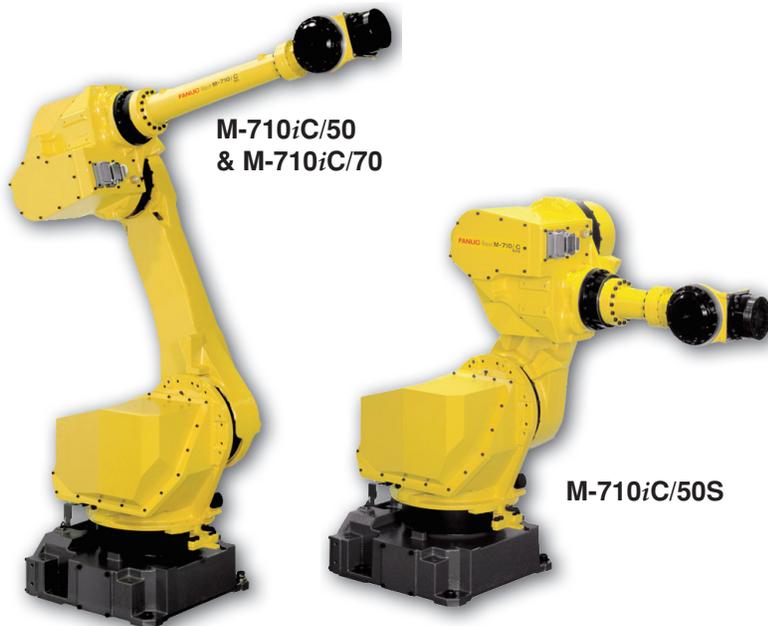
M-710iC Series, the Solution for:

- Material handling
- Machine load/unload
- Parts transfer
- Assembly
- Waterjet cutting/routing
- Foundry applications
- Material removal
- Thermal spray
- Packing & palletizing
- Dispensing
- Arc welding

Benefits

- Multiple mounting solutions (see specifications for robot dependent configurations).

Note: FoundryPRO is a registered trademark of FANUC LTD.



- Slim arm and wrist assemblies minimize interference with system peripherals allowing operation in confined spaces.
- Generous supplementary J3 payload up to 15 kg.
- Pneumatic and electrical connections (8RI/8RO) available on front of J3 casting for easy and simple integration of end-of-arm tooling (EOAT).
- Multiple process attachment points allowing flexibility when integrating EOAT.
- Superior wrist capacity for handling heavy work pieces and fixtures.
- Best joint speeds in its class maximize cycle time and throughput.
- Wrist flange and base mounting are identical to the M-710iB series, allowing for seamless backward compatibility.
- Larger work envelope than the M-710iB series, making replacement easier.
- Designed to use minimal mechanical components to reduce down time, increase mean time between failure and minimize spare parts.
- Utilizes proven, reliable FANUC servo motors providing the greatest uptime and productivity.

Features

Mechanical:

- Given the ability to reach overhead and behind, the M-710iC series has one of the largest work envelopes in its class.
- 6 degrees of freedom.
- RV reducers for all axes eliminates belts, chains and pulleys and minimizes backlash.

- No motors at the wrist.
- Increased work envelope realized by the elimination of counterweight/balancer.
- 360° standard J1 rotation.

Software:

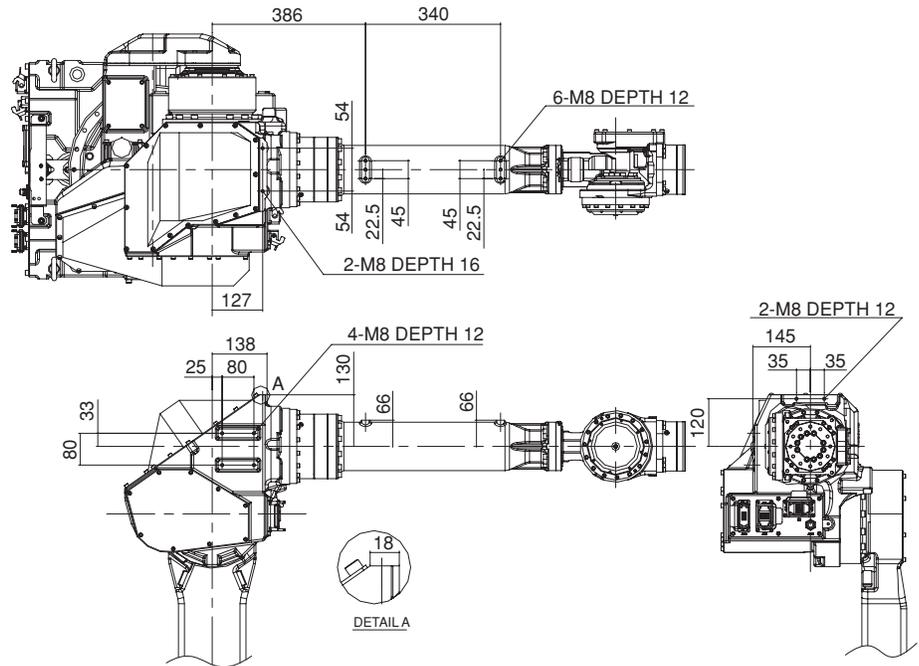
- Process specific software packages for various applications.
- Web-based software tools for remote connectivity, diagnostics and production monitoring.
- Built-in support for machine vision applications for error-proofing and robot guidance, without the need for a PC.
- iRVision™ (Integrated Robot Vision) system delivers high-performance 2-D and 3-D machine vision capabilities with FANUC reliability.

Options

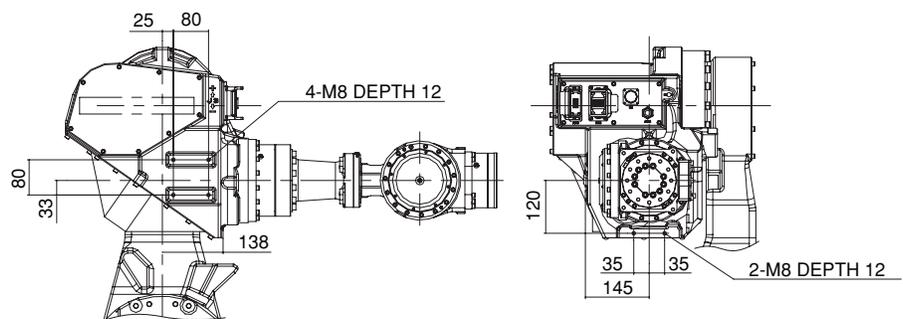
- Standard baseplate for quick robot installation.
- Auxiliary axes packages for integration of peripheral servo-controlled devices.
- Adjustable hard stops for J1, J2 and J3.
- Various robot connection cable lengths for flexible cabinet placement and optional track rated cables.
- Two-part epoxy paint available for harsh environments.
- Monochrome pendant available.
- FoundryPRO option available.
- ± 185 rotation for J1.

Auxiliary Equipment Mounting Provisions

M-710iC/50 & M-710iC/70

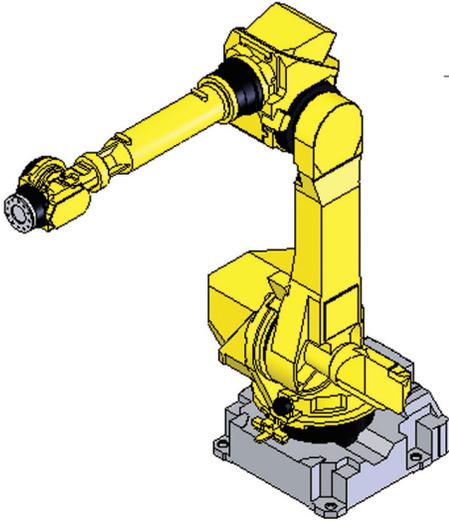


M-710iC/50S

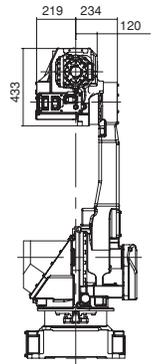
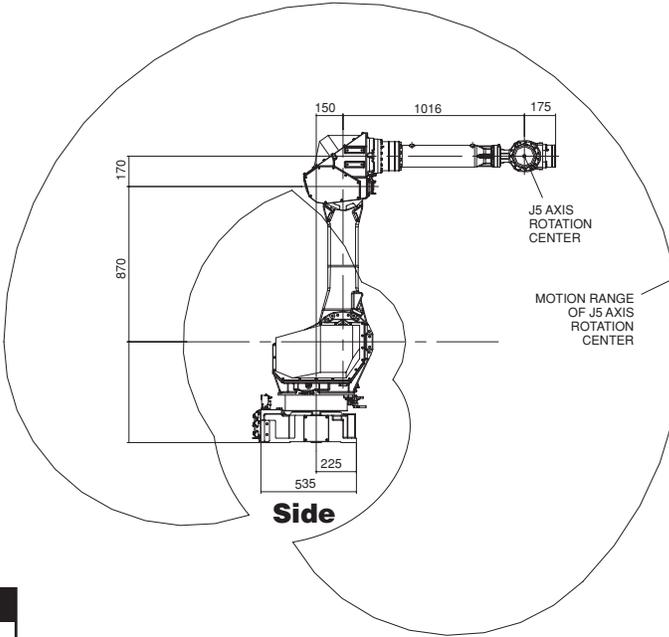
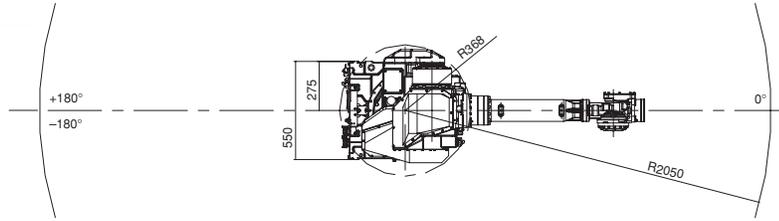


M-710iC/50 & M-710iC/70 Dimensions

Isometric



Top

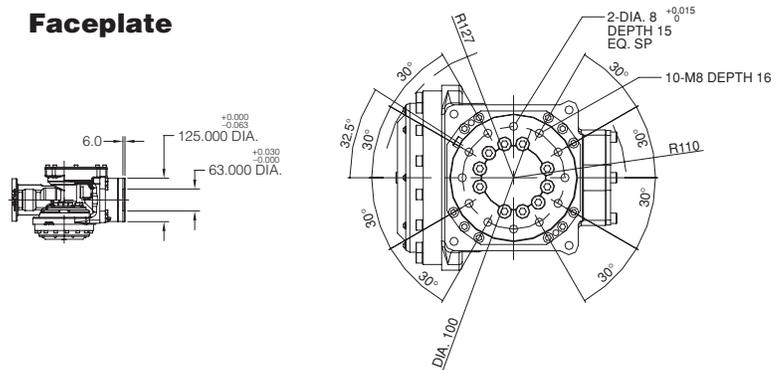


Front

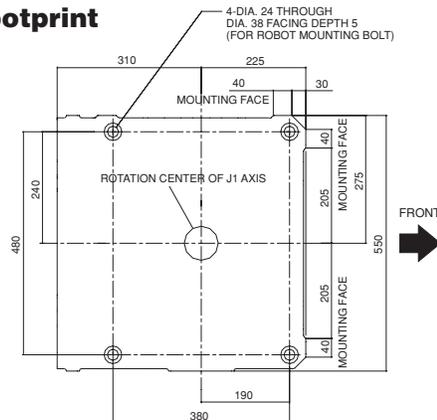
M-710iC/50 & M-710iC/70 Specifications

Items	M-710iC/50	M-710iC/70
Axes	6	6
Payload (kg)	50	70
Payload (kg) on J3 casting	15	15
Reach (mm)	2050	2050
Repeatability (mm)	±0.07	±0.07
Interference radius (mm)	368	368
Motion range (degrees)	J1	320/360/370
	J2	225
	J3	440
	J4	720
	J5	250
	J6	720
Motion speed (degrees/s)	J1	175
	J2	175
	J3	175
	J4	250
	J5	250
	J6	355
Wrist moment N·m (kgf·m)	J4	206 (21)
	J5	206 (21)
	J6	127 (13)
Wrist inertia (kg·m ²)	J4	28
	J5	28
	J6	11
Mechanical brakes	All axes	
Mechanical weight (kg) ⁽¹⁾	560	560
Mounting method ⁽²⁾	Floor, ceiling, angle and wall	
Installation environment:		
Ambient temperature °C	0 to 45	
Humidity	Normally: 75% or less Short term (within a month): 95% or less. No condensation	
Vibration m/s ² (G)	4.9 m/s ² or less (0.5G or less)	
IP Rating(s)	Body IP54 Std. (IP67 optional) Wrist and joint 3 arm IP67	

Faceplate



Footprint

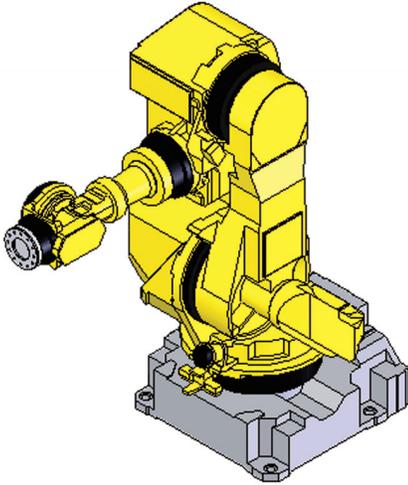


Notes:

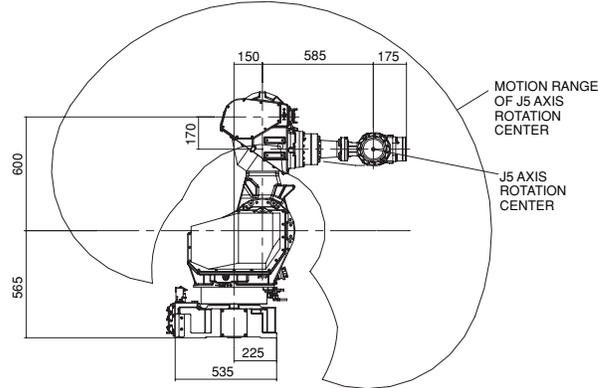
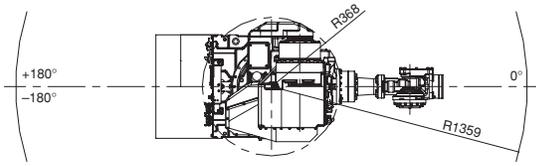
- (1) Without controller.
- (2) J1 and J2 axis motion range will be limited for ceiling, angle and wall. See manual under installation condition.

M-710iC/50S Dimensions

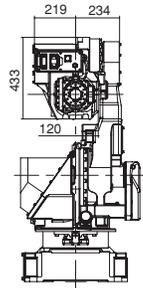
Isometric



Top



Side



Front

M-710iC/50S Specifications

Items		
Axes		6
Payload (kg)		50
Payload (kg) on J3 casting		15
Reach (mm)		1360
Repeatability (mm)		±0.07
Interference radius (mm)		368
Motion range (degrees)	J1	320/360/370
	J2	169
	J3	376
	J4	720
	J5	250
	J6	720
Motion speed (degrees/s)	J1	175
	J2	175
	J3	175
	J4	250
	J5	250
	J6	355
Wrist moment N·m (kgf·m)	J4	206 (21)
	J5	206 (21)
	J6	127 (13)
Wrist inertia (kg·m ²)	J4	28
	J5	28
	J6	11
Mechanical brakes		All axes
Mechanical weight (kg) ⁽¹⁾		545
Mounting method ⁽²⁾		Floor, ceiling, angle and wall
Installation environment:		
Ambient temperature °C		0 to 45
Humidity		Normally: 75% or less Short term (within a month): 95% or less. No condensation
Vibration m/s ² (G)		4.9 m/s ² or less (0.5G or less)
IP Rating(s)		Body IP54 Std. (IP67 optional) Wrist and joint 3 arm IP67

Notes:

- (1) Without controller.
- (2) J1 and J2 axis motion range will be limited for ceiling, angle and wall. See manual under installation condition.

Note: Dimensions are shown in millimeters. Detailed CAD data are available upon request.

The Faceplate and Footprint mounting provisions are the same for the entire M-710iC Series.

Intelligent Robot Solutions



FANUC Robotics America, Inc.
3900 W. Hamlin Road
Rochester Hills, MI 48309-3253
(248) 377-7000
Fax (248) 377-7362

Charlotte, NC
 (704) 596-5121

Toronto, Canada
 (905) 812-2300

Chicago, IL
 (847) 898-6000

Montréal, Canada
 (450) 492-9001

For sales or technical information, call:
1-800-iQ-ROBOT • 1-800-47-ROBOT

Cincinnati, OH
 (513) 754-2400

Aguaascalientes, Mexico
 52 (449) 922-8000

Los Angeles, CA
 (949) 595-2700

Sao Paulo, Brazil
 (55) (11) 3619-0599

marketing@fanucrobotics.com
fanucrobotics.com

Toledo, OH
 (419) 866-0788

Anexo 5: Hoja de características del robot M-710-iC 20L de FANUC

Material Handling Applications

Basic Description

The M-710iC/20L is a six-axis, modular construction, electric servo-driven robot designed for precise, high-speed material handling applications. Based on its simple and reliable serial link construction, the M-710iC/20L offers an industry leading reach and stroke making this the largest material handling robot of its kind. The compact yet flexible design simplifies installation, maximizes reach and makes this robot ideally suited for applications requiring large work envelopes.

The robot controller and easy-to-use HandlingTool® software provide reliable performance with high productivity.

Benefits

- Features highest motion speeds in class for maximum performance and productivity.
- Best-in-class reach versus stroke ratio.
- The M-710iC/20L offers an extremely large work envelope useful for large parts.
- Simplified design reduces wrist interference ideal for reaching into complex tooling.
- Extremely fast wrist axes reduces airmove times, thus improving throughput.

Features

- J3 flip-over capability provides large working envelope that is ideal for inverted applications.
- Slim wrist size enables the robot to enter into smaller openings in the work space.
- RV reducer drivetrain with integral bearings provides rigidity and performance in a compact package.
- Process equipment mounted directly to robot's upper arm shortens process cable length, which improves dressout reliability.



- HandlingTool teach pendant with application-specific hard keys offers intuitive control over the process.
- Interfaces with most types of servo driven or indexing positioners.
- 3,110 mm reach and 2,194 mm stroke.
- Serial link construction eliminates the "link arm" and provides greater flexibility and fewer moving parts.
- 20 kg load on the faceplate; 24 kg load on upper J3 arm.
- Mounting flexibility supports upright, inverted, wall or angle mount with no changes to the mechanical unit.
- Built-in support for machine vision applications for error proofing and robot guidance, without the need for a PC.
- FANUC's iRVision™ (Integrated Robot Vision) system delivers high performance 2-D and 3-D machine vision capabilities with FANUC reliability. Additional option for Error Proofing can provide integrated vision based capabilities to check for product completeness before product is packaged or further operations are performed.

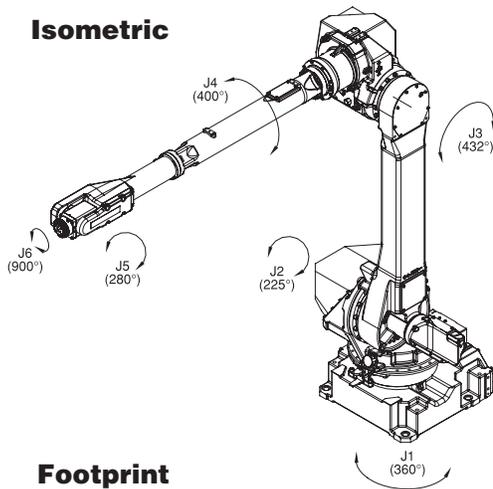
Options

- Standard baseplate for quick robot installation.
- Auxiliary axes packages for integration of peripheral servo-controlled devices.
- Adjustable hard stops for J1, J2 and J3.
- Various robot connection cable lengths for flexible cabinet placement and optional track rated cables.
- Two-part epoxy paint available for harsh environments.
- Monochrome pendant available.
- FoundryPRO® protection package.
- ± 185 rotation for J1.
- Process specific software packages for various applications.
- Web-based software tools for remote connectivity, diagnostics and production monitoring.
- Machine vision for robot guidance.
- Intelligent robot solutions.

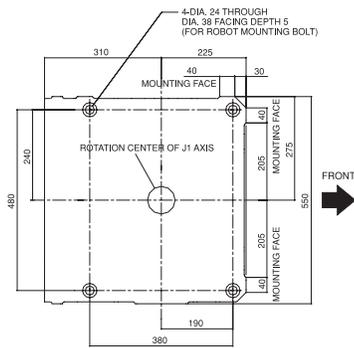
Note: FoundryPRO is a registered trademark of FANUC LTD.

M-710iC/20L Dimensions

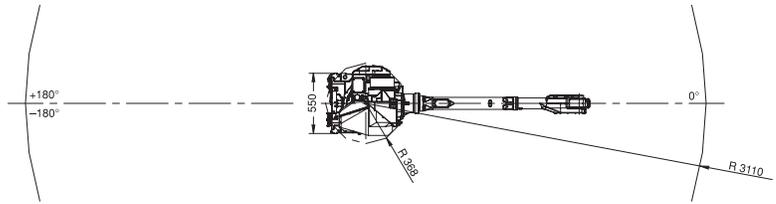
Isometric



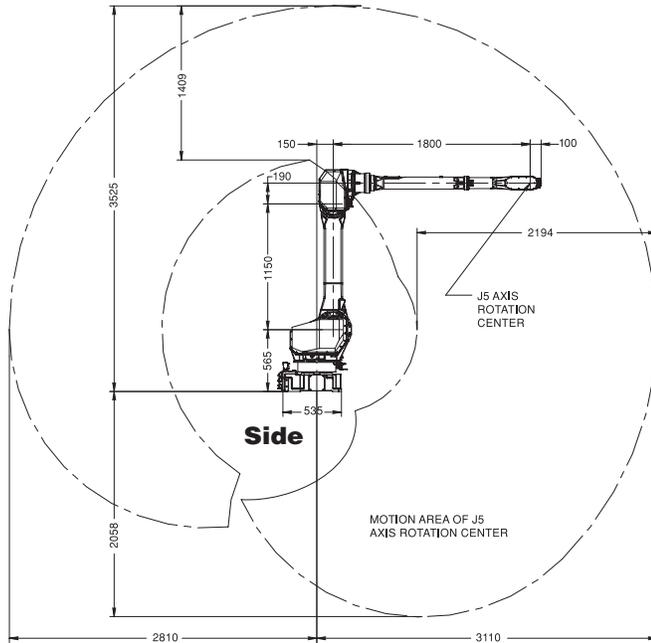
Footprint



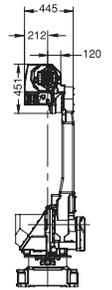
Top



Side



Front



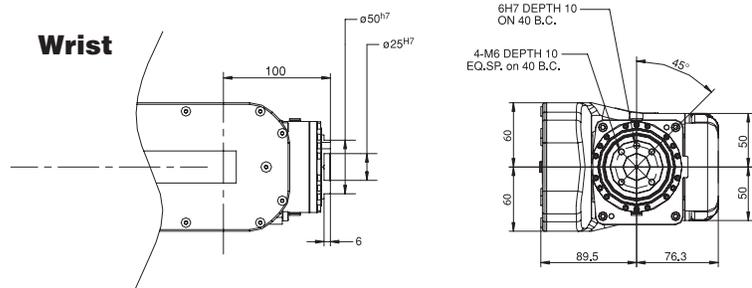
M-710iC/20L Specifications

Items		
Axes		6
Payload-wrist (kg)		20
Payload (kg) on J3 casting		24
Reach (mm)		3110
Repeatability (mm)		±0.15
J2 interference radius (mm)		368
Motion range (degrees)	J1	320/360/370
	J2	225
	J3	432
	J4	400
	J5	280
	J6	900
Motion speed (degrees/s)	J1	175
	J2	175
	J3	180
	J4	350
	J5	360
	J6	600
Wrist moment N·m (kgf·m)	J4	39 (4)
	J5	39 (4)
	J6	19 (2)
Wrist inertia kg·m²	J4	.88
	J5	.89
	J6	.24
Brakes		All axes
Mechanical weight (kg)⁽¹⁾		540
Mounting method⁽²⁾		Floor, ceiling, angle and wall
Installation environment:		
Ambient temperature °C		0 to 45
Humidity		Normally: 75% or less Short term (within a month): 95% or less. No condensation
Vibration m/s² (G)		4.9m/s ² or less (0.5G or less)
IP Rating(s)		Body IP54 Std. (IP67 optional) Wrist and Joint 3arm IP67

Notes:

- (1) Without controller.
- (2) J1 and J2 axis motion range will be limited for ceiling, angle and wall. See manual under installation condition.

Wrist



Note: Dimensions are shown in millimeters.
Detailed CAD data are available upon request.

Intelligent Robot Solutions



FANUC Robotics America, Inc.
3900 W. Hamlin Road
Rochester Hills, MI 48309-3253
(248) 377-7000
Fax (248) 377-7362

Charlotte, NC
(704) 596-5121

Chicago, IL
(847) 898-6000

Toronto, Canada
(905) 812-2300

Montréal, Canada
(450) 492-9001

For sales or technical information, call:
1-800-iQ-ROBOT • 1-800-47-ROBOT

Cincinnati, OH
(513) 754-2400

Aguaascalientes, Mexico
52 (449) 922-8000

Los Angeles, CA
(949) 595-2700

Sao Paulo, Brazil
(55) (11) 3619-0599

marketing@fanucrobotics.com
fanucrobotics.com

Toledo, OH
(419) 866-0788