



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática

Optimización y mejora de procesos en la industria  
metalúrgica: Consultoría funcional en SAP para el control  
de producción y calidad en la fabricación de chapas  
industriales

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Informática

AUTOR/A: González Medina, Néstor

Tutor/a: García Ortega, Beatriz

Cotutor/a: Galán Cubillo, Javier

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024

## Resumen

---

El presente trabajo de fin de grado se centra en la optimización del proceso de fabricación de chapas industriales de acero mediante el uso de SAP ECC. El objetivo principal es desarrollar un reporte desarrollado en SAP ABAP que permita evaluar y comparar distintos parámetros clave en la producción de chapas industriales.

El desarrollo de este programa proporciona una herramienta efectiva para la evaluación y mejora del proceso de fabricación y control de calidad de las chapas. La capacidad de analizar datos detallados y precisos permite una toma de decisiones informada, orientada a la optimización de los recursos y a la mejora de la eficiencia del proceso de fabricación.

**Palabras clave:** optimización, SAP ABAP, SAP ECC, chapas industriales, control de calidad.

## Abstract

---

This final degree project focuses on optimizing the steel industrial sheet manufacturing process using SAP ECC. The main objective is to develop a report in SAP ABAP that allows for the evaluation and comparison of various key parameters in the production of industrial sheets.

The development of this program provides an effective tool for the evaluation and improvement of the manufacturing process and quality control of the sheets. The ability to analyze detailed and precise data enables informed decision-making, aimed at optimizing resources and improving the efficiency of the manufacturing process.

**Keywords :** optimization, SAP ABAP, SAP ECC, industrial sheets, quality control.

# Tabla de contenidos

---

1.	Introducción .....	8
1.1	Motivación.....	8
1.2	Objetivos.....	9
1.3	Relación del trabajo con los estudios cursados.....	10
2.	Estado del arte .....	11
2.1	¿Qué es un ERP?.....	11
2.2	Características de los ERP .....	12
2.3	Beneficios y riesgos de los softwares ERP.....	13
2.4	Historia y éxito de los ERP .....	15
2.4.1	MRP (Material Requirement Planning) .....	16
2.4.2	MRP II (Material Requirement Planning II) .....	17
2.4.3	CIM (Computer Integrated Manufacturing).....	19
2.4.4	ERP.....	20
2.4.5	ERP Extendido .....	21
2.5	Arquitectura de los sistemas ERP .....	23
2.5.1	Capas de la arquitectura .....	23
2.6	Futuras tendencias de los ERP .....	25
2.6.1	Los ERP basados en el Cloud .....	25
2.7	Evolución histórica de SAP ERP .....	27
2.7.1	Los orígenes de SAP.....	27
2.7.2	La evolución de SAP .....	29
2.7.3	La expansión e internacionalización de SAP .....	30
2.7.4	La transformación de SAP: de R/2 a R/3 .....	31
	.....	32
2.8	Introducción a SAP ABAP.....	32
2.8.1	Estructura de un programa en ABAP.....	33
3.	Análisis del problema .....	36
3.1	La empresa cliente .....	36
3.2	Introducción al sistema productivo .....	37
3.3	Problemas a resolver .....	41
4.	Solución propuesta .....	42

4.1	Análisis de la solución .....	42
4.2	Casos de uso.....	44
4.4	Requisitos funcionales .....	46
4.5	Requisitos técnicos.....	47
5.	Desarrollo de la solución .....	48
5.1.	Desarrollo .....	48
5.1.1	Creación de tipos de datos de la tabla ZCHAPA_DATA .....	48
5.1.2	Creación de la tabla ZCHAPA_DATA.....	61
5.1.3	Creación de tipos de datos de la tabla LT_ORDER_DATA .....	65
5.2	Especificación técnica de la solución .....	73
5.2.1	Definición de la tabla LT_ORDER_DATA.....	73
5.2.2	Definición de datos.....	76
5.2.3	Extracción de datos de la tabla ZCHAPA_DATA.....	77
5.2.4	Procesamiento de los datos.....	78
5.2.4	Visualización de los resultados con ALV ( <i>ABAP List Viewer</i> ).....	83
5.2.5	Creación del código de la transacción.....	84
6.	Pruebas.....	85
6.1	Introducción de los datos en la tabla interna ZCHAPA_DATA .....	85
6.2	Ejecución de la transacción .....	86
7.	Conclusiones .....	90
	Referencias.....	91
	Anexo 1. Objetivos de desarrollo sostenible .....	92



# Índice de figuras

---

Figura 1. Evolución cronológica ERP .....	15
Figura 2. Proceso MRP .....	17
Figura 3. Proceso MRP II.....	18
Figura 4. Esquema ERP .....	21
Figura 5. Arquitectura ERP .....	24
Figura 6. Oracle.....	26
Figura 7. Microsoft.....	26
Figura 8. SAP Business One .....	26
Figura 9. SAP ERP.....	27
Figura 10. SAP R/3 .....	32
Figura 11. Declaración de programa .....	34
Figura 12. Bloque de declaración de datos .....	34
Figura 13. Bloque de declaración de datos .....	34
Figura 14. Bloque de procesamiento de datos .....	35
Figura 15. Bloque de salida de datos .....	35
Figura 16. Finalización del programa.....	35
Figura 17. Etapa de laminación .....	39
Figura 18. Porceso productivo sin corte transversal .....	40
Figura 19. Proceso productivo con corte transversal .....	41
Figura 20. Transacción SE11 .....	49
Figura 21. Tipo de datos ejemplo .....	50
Figura 22. Denominación de campos ejemplo.....	50
Figura 23. Tipo de datos ZPESO_SLAB.....	51
Figura 24. Denominación de campos ZPESO_SLAB .....	52
Figura 25. Tipo de datos ZPOR_CHAT .....	52
Figura 26. Denominación de campos ZPOR_CHAT.....	53
Figura 27. Tipo de datos ZPOR_CASC .....	53
Figura 28. Denominación de campos ZPOR_CASC .....	54
Figura 29. Tipo de datos ZESPESOR_T .....	54
Figura 30. Denominación de campos ZESPESOR_T.....	55
Figura 31. Tipo de datos ZESPESOR_R.....	55
Figura 32. Denominación de campos ZESPESOR_R .....	56
Figura 33. Tipo de datos ZANCHO_T .....	56
Figura 34. Denominación de campos ZANCHO_T.....	57
Figura 35. Tipo de datos ZANCHO_R.....	57
Figura 36. Denominación de campos ZANCHO_R .....	58
Figura 37. Tipo de datos ZLARGO_T .....	58
Figura 38. Denominación de campos ZLARGO_T .....	59
Figura 39. Tipo de datos ZLARGO_R .....	59
Figura 40. Denominación de campos ZLARGO_R.....	59
Figura 41. Tipo de datos ZPESO_T .....	60
Figura 42. Denominación de campos ZPESO_T .....	60

Figura 43. Tipo de datos ZPESO_R .....	61
Figura 44. Denominación de campos ZPESO_R .....	61
Figura 45. Creación ZCHAPA_DATA .....	63
Figura 46. Campos ZCHAPA_DATA 1 .....	64
Figura 47. Campos ZCHAPA_DATA 2 .....	64
Figura 48. Tipo de datos ZPORDESV_ESP .....	66
Figura 49. Denominación de campos ZPORDESV_ESP .....	66
Figura 50. Tipo de datos ZPORDESV_ANCHO .....	67
Figura 51. Denominación de campos ZPORDESV_ANCHO .....	67
Figura 52. Tipo de datos ZPORDESV_LARGO .....	68
Figura 53. Denominación de campos ZPORDESV_LARGO .....	68
Figura 54. Tipo de datos ZPORDESV_PESO .....	69
Figura 55. Denominación de campos ZPORDESV_PESO .....	69
Figura 56. Tipo de datos ZT_HORNEADO .....	70
Figura 57. Denominación de campos ZT_HORNEADO .....	70
Figura 58. Denominación de campos ZREND_METALICO_T .....	71
Figura 59. Tipo de datos ZREND_METALICO_T .....	71
Figura 60. Tipo de datos ZREND_METALICO_R .....	72
Figura 61. Denominación de campos ZREND_METALICO_R .....	72
Figura 62. Definición report ZREP_CHP_IND .....	73
Figura 63. Definición de tipos 1 .....	74
Figura 64. Definición de tipos 2 .....	74
Figura 65. Definición tabla resultado .....	76
Figura 66. Definición tabla ZCHAPA_DATA .....	76
Figura 67. Instancia de la clase cl_salv_table .....	77
Figura 68. Definición mensajes alv .....	77
Figura 69. Definición variables sumatorios .....	77
Figura 70. Consulta a la base de datos .....	78
Figura 71. Inicialización del primer bucle .....	79
Figura 72. Cálculos porcentajes de desviación .....	80
Figura 73. Sumatorios pesos y bucle anidado .....	81
Figura 74. Cálculo de rendimientos metálicos .....	81
Figura 75. Primera recomendación .....	82
Figura 76. Segunda recomendación .....	82
Figura 77. Tercera recomendación .....	82
Figura 78. Creación del ALV .....	83
Figura 79. Código de transacción ZINFORME_CHAPAS .....	84
Figura 80. Creación transacción ZINFORME_CHAPAS .....	85
Figura 81. Datos tabla ZCHAPA_DATA prueba .....	86
Figura 82. Ejecución código transacción .....	86
Figura 83. Resultados órdenes chapas .....	87
Figura 84. Resultados propiedades chapas .....	87
Figura 85. Resultados porcentajes de desviación y rendimientos .....	88
Figura 86. Resultado recomendaciones .....	89



# Índice de tablas

---

Tabla 1. Monitoreo del rendimiento de la producción .....	44
Tabla 2. Análisis de la calidad de las chapas .....	45
Tabla 3. Gestión de proveedores .....	45
Tabla 4. Optimización de procesos.....	46

# Glosario

---

- **Slab o mazacote de acero:** se trata de un elemento rectangular de acero que se utiliza como materia prima para obtener chapas de acero.
- **MRP (*Material Requirement Planning*):** es un sistema para la planificación de necesidades de materiales.
- **MRP II (*Material Requirement Planning II*):** es una extensión del MRP que incluye además, la planificación de todos los recursos y materiales de producción.
- **CIM (*Computer Integrated Manufacturing*):** se trata de la intergración total de los ordenadores en los procesos industriales y de manufactura.
- **ERP (*Enterprise Resource Planning*):** software intergrado para gestionar todos los procesos empresariales de una organización.
- **SAP ABAP:** lenguaje de programación orientado a objetos creado por la compañía alemana SAP.
- **SAP ECC:** versión del software ERP SAP para la gestión de los procesos empresariales.
- **SAP UI5:** framework de SAP basado en JavaScript para desarrollar aplicaciones web.
- **SAP MII (*Manufacturing Integration and Intelligence*):** producto de SAP para integrar y analizar datos de manufactura mediante sensorización.



# 1. Introducción

---

En el panorama industrial de la actualidad, la optimización de los procesos de producción constituye un pilar fundamental para la competitividad y el éxito empresarial. En este contexto, la industria metalúrgica tiene un papel fundamental, siendo un sector clave en la fabricación de una amplia gama de productos que abastecen diversas áreas de la economía global.

El presente proyecto de fin de grado tiene como objetivo abordar los desafíos propios de la producción de chapas industriales en el sector del acero, con el objetivo de mejorar la eficiencia operativa y la calidad del producto final. Para ello, se emplea un enfoque de consultoría funcional, haciendo uso de tecnologías como SAP ABAP y SAP ECC.

## 1.1 Motivación

La implementación de sistemas de gestión empresarial, como SAP, ha demostrado ser una estrategia efectiva para optimizar los procesos industriales. Sin embargo, la complejidad inherente a la producción de chapas industriales demanda un análisis detallado y una adaptación específica de estos sistemas a las necesidades particulares de la industria metalúrgica.

Además, este proyecto representa una oportunidad para aplicar los conocimientos a lo largo de mi formación en el grado de Ingeniería Informática en un entorno industrial, y a su vez, para aplicar mis conocimientos como Consultor de SAP en una de las consultoras más grandes del mundo. La combinación de habilidades técnicas con un profundo entendimiento de los procesos industriales proporciona un enfoque integral para abordar los diferentes desafíos de la industria del acero.

Un aspecto clave de la motivación detrás de este trabajo de fin de grado es su capacidad para proporcionar una ventaja competitiva en un mercado global muy exigente. La capacidad de implementar soluciones basadas en datos precisos y análisis profundos puede marcar la diferencia entre el éxito y el declive en la industria metalúrgica.

Por último, la motivación de este trabajo reside en su potencial para generar un impacto tangible en la eficiencia, la calidad y la competitividad de la industria metalúrgica. Al ofrecer soluciones innovadoras, se busca fomentar la innovación y el avance tecnológico de un sector vital, al mismo tiempo que se establece una base sólida de investigaciones y desarrollos en el campo de la

ingeniería informática aplicada a la industria. Además, este proyecto sirve como un ejemplo práctico de cómo los sistemas de la información pueden transformar sectores tradicionales, demostrando el valor de estos en la resolución de problemas complejos y en la mejora de los procesos industriales.

## 1.2 Objetivos

El principal objetivo de este trabajo de fin de grado es el desarrollo de una herramienta creada en SAP ECC para la optimización y el análisis del proceso productivo de chapas industriales llevado a cabo en una fábrica de laminación de acero.

En el contexto de la industria metalúrgica, la producción de chapas de acero implica una serie de procesos complejos que requieren de supervisión y optimización constantes. La herramienta desarrollada en este proyecto permite recopilar y analizar datos, y, además, tiene la capacidad de proporcionar recomendaciones al usuario final basadas en los datos analizados. Estas recomendaciones ayudan al cliente a tomar decisiones informadas para optimizar el uso de la materia prima y asegurar que el producto final cumpla con las especificaciones requeridas.

Además de proponer recomendaciones a los usuarios, la herramienta desarrollada facilita la visualización de los datos, lo que permite interpretarlos de una manera sencilla y eficiente. La facilidad que ofrece la solución para la visualización de estos datos no solo proporciona una mejora en su comprensión sino que también agiliza la toma de decisiones, reduciendo el tiempo de respuesta ante posibles problemas en el proceso productivo.

Un objetivo adicional es el desarrollo de una solución intuitiva y accesible para los usuarios. La accesibilidad es clave para asegurar que todos los usuarios, independientemente de su nivel de habilidades técnicas y conocimientos, puedan utilizar la herramienta de manera efectiva.

Asimismo, la herramienta está diseñada para fomentar una cultura del dato en la empresa cliente. Al proporcionar acceso a información detallada, se espera que los trabajadores y gerentes adopten un enfoque basado en datos para la toma de decisiones. Esto no solo mejorará la eficiencia operativa sino que también contribuye a un entorno de trabajo más informado y estratégico.

### 1.3 Relación del trabajo con los estudios cursados

En este apartado se describe la relación del presente trabajo de fin de grado con diferentes asignaturas cursadas en el grado de Ingeniería Informática, con el objetivo de enlazar los conceptos aprendidos con el trabajo realizado.

- **Ingeniería del software:** esta asignatura ha proporcionado las bases teóricas y prácticas necesarias para el desarrollo de la solución en SAP ABAP. Los conocimientos adquiridos sobre el ciclo de vida del software, las metodologías de desarrollo, diseño y pruebas han sido esenciales para llevar a cabo la solución de manera eficiente. Además, la implementación de buenas prácticas ha garantizado la calidad del código desarrollado.
- **Análisis de requisitos de negocio:** la asignatura ha permitido aplicar técnicas y metodologías para la identificación y la documentación de los requisitos y procesos de negocio. En el presente trabajo de fin de grado, estos conocimientos han sido aplicados para entender las diferentes necesidades de la empresa cliente y comprender y documentar el proceso productivo de la fabricación de chapas industriales, asegurando que se cumplan las necesidades de los usuarios finales.
- **Sistemas de información estratégicos:** esta asignatura ha permitido comprender el papel estratégico de los sistemas de información en las organizaciones. Este conocimiento ha sido crucial para alinear la herramienta desarrollada con los objetivos estratégicos de la empresa cliente. De esta manera, la solución no solo optimiza los procesos operativos sino que también contribuye a la competitividad y el éxito de la organización.
- **Gestión de servicios de SI/TI:** los conocimientos aprendidos en esta asignatura han sido aplicados para asegurar que la herramienta desarrollada no solo sea técnicamente sólida, sino que también esté alineada con las mejores prácticas de gestión de servicios, como la satisfacción del usuario.
- **Sistemas integrados de información en las organizaciones:** esta asignatura ha sido esencial para entender cómo los ERP pueden ser utilizados de manera integrada para soportar los procesos de negocio de las organizaciones.

## 2. Estado del arte

---

### 2.1 ¿Qué es un ERP?

En la era tecnológica de la información, es importante considerar que existen métodos eficientes para integrar todas las áreas funcionales de una organización de manera estructurada y ordenada, con el objetivo de agilizar los procesos implicados, reducir la burocracia y contar con la información actualizada sobre clientes, ventas, proveedores, producción, entre otros. (S.Gerometta, 2007)

Los sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*), son softwares de gestión de información que integran y automatizan muchos de los procesos operativos o productivos de una empresa. Además, este tipo de sistemas conservan todo tipo de operaciones y servicios bajo una misma base de datos compartida. Los ERP permiten a las compañías evaluar, controlar y gestionar de una manera sencilla su negocio en todos los ámbitos. También permiten agilizar los diferentes trabajos de cada usuario, reduciendo de esta manera el tiempo empleado para realizar tareas repetitivas, permitiendo una comunicación entre todas las áreas integradas en la empresa.

El significado de los sistemas ERP puede llegar a ser comprensible de una manera más efectiva mediante las siguientes definiciones:

*“Un sistema ERP es un paquete de software comercial que promete la integración de toda la información que fluye a través de la empresa: financiera y contable, recursos humanos, cadena de suministro y cliente”* (Davenport , 2000)

*“Los sistemas ERP son sistemas de información que integran los procesos clave del negocio de forma que la información fluya libremente entre las diferentes partes de la empresa, mejorando la coordinación, la eficacia y el proceso de tomar decisiones.”* (Laudon y Laudon, 2004)

Uno de los principales objetivos de los ERP es satisfacer las diferentes necesidades de información de las empresas para ayudar en la toma de decisiones y controlar el cumplimiento de objetivos. Los ERP se consideran softwares integrados. Esto quiere decir



que cuando una empresa adquiere un ERP de cualquier tipo, se trata de un software de versión estándar, el cual no está diseñado específicamente para la empresa que lo compra. Por este motivo, se deben realizar modificaciones y parametrizaciones del software para adaptarlo al negocio.

## 2.2 Características de los ERP

Algunas de las características que presentan este tipo de softwares son:

- **Integración:** los sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP) ofrecen capacidad de supervisar y gestionar los distintos flujos de trabajo dentro de una empresa, partiendo del principio de interconexión entre todos los departamentos. Esto implica que la salida de un proceso se convierte automáticamente en la entrada del siguiente proceso. Por ejemplo, al recibir un pedido de un cliente, se genera una orden de venta que desencadena una secuencia de actividades que abarcan desde la producción hasta la distribución del producto.

Cuando una empresa no implementa un ERP y utiliza soluciones no integradas para gestionar sus procesos, corre el riesgo de por ejemplo duplicar información y aumentar la posibilidad de errores y contaminación de los datos. En cambio, utilizando un sistema ERP, se garantiza que la información esté siempre disponible en un único lugar y protegida de manera adecuada

- **Modularidad:** las empresas se constituyen por diversos departamentos interconectados, cuya comunicación se basa en el intercambio de datos durante sus operaciones. Los ERP se ajustan perfectamente a esta dinámica, al estar estructurados en módulos adaptables a las exigencias y necesidades de cada cliente. Esta característica supone una ventaja tanto desde una perspectiva económica como técnica en su implementación. Entre los módulos más comunes en los ERP se encuentran: Ventas, Gestión de materiales, Finanzas, Control de inventario, Contabilidad, entre otros.
- **Adaptabilidad:** los ERP tienen la capacidad de ajustarse a las necesidades y requerimientos de las compañías. Esta adaptabilidad se alcanza mediante la personalización o ajuste de los procedimientos de acuerdo con los requisitos que

establece el cliente. Los ERP más avanzados suelen contar con herramientas de programación que facilitan la creación de nuevos procesos. La capacidad de personalización también representa un valor añadido en cualquier sistema ERP, permitiendo adecuarlo a las necesidades específicas de cada empresa.

## 2.3 Beneficios y riesgos de los softwares ERP

Los sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP) han emergido como herramientas para mejorar la eficiencia y la productividad en diversos sectores industriales, incluida la industria metalúrgica. Este tipo de sistemas ofrecen una serie de ventajas que van desde la optimización de los procesos hasta la gestión eficiente de los recursos.

- **Integración de procesos:** Los ERP permiten la integración de las diversas actividades de una empresa, como finanzas, compras, producción, etc. Esto facilita enormemente la comunicación y la colaboración entre departamentos. Además, permite tener una visión global del funcionamiento de la organización.
- **Optimización y mejora de los procesos de la empresa:** La adopción de soluciones estándares de sistemas ERP supone una gran mejora en cuanto a los procesos de negocio, ahorro de tiempos y costes, así como una mejora de la productividad
- **Reducción de inventario:** Debido a la gestión de la cadena de producción y la automatización de los procesos productivos, los sistemas ERP tienen la capacidad de reducir el inventario, tener una planificación más eficiente en la entrega final al cliente y evitar una acumulación de *stocks* en los almacenes.
- **Reducción del tiempo de ciclo:** los softwares ERP permiten disminuir los costes y tiempos en procesos clave de negocio. Asimismo, son capaces de mejorar el tiempo de producción y entrega, además de reducir el tiempo del cierre financiero.
- **Establecer las bases para el comercio electrónico:** los softwares ERP facilitan la ampliación de las funcionalidades del sistema incorporando las transacciones de negocio hacia el comercio electrónico.



- **Establecer las bases para el comercio electrónico:** los softwares ERP facilitan la ampliación de las funcionalidades del sistema incorporando las transacciones de negocio hacia el comercio electrónico.
- **Explicitar el conocimiento:** La elaboración de documentación de los procesos de negocio y los procesos de trabajo implica un mayor conocimiento por parte de los empleados. Esta documentación facilita y reduce el tiempo de comprensión de los procesos de trabajo.

Debido a la complejidad y la diversidad de funciones que ofrece un sistema ERP. Este tipo de software también cuenta con una serie de riesgos a la hora de implantarlo en las organizaciones.

- **Largos períodos de implementación:** los proyectos de implantación y puesta en marcha de este tipo de softwares es muy larga.
- **Inflexibilidad:** La instalación y posterior mantenimiento de este tipo de sistemas es verdaderamente complejo. Cualquier cambio en un proceso de la organización implica la modificación y adaptación del sistema ERP.
- **Alcanzar beneficios estratégicos:** Si la organización adopta los diferentes procesos de negocio que ofrecen las soluciones estándar del ERP, abandona sus propios procesos de negocio que podrían ser la ventaja significativa sobre la competencia.
- **Costes indirectos:** Los sistemas ERP son softwares que requieren una gran inversión económica, tanto en su implantación como en la renovación anual de sus licencias. Una vez el sistema ya está implantado, los costes de cambios son muy elevados.

## 2.4 Historia y éxito de los ERP

La versión actual de los softwares ERP ha surgido gracias a una evolución cronológica sobre la base de los sistemas MRP (*Material Requirement Planning*), juntamente con la integración de los ordenadores en la industria y la manufactura. Debido a esta evolución, los ERP tienen la capacidad de integrar y coordinar los procesos empresariales de un negocio.

En este apartado, pretendemos explicar mediante un orden cronológico las diferentes etapas y evoluciones que han sufrido los softwares ERP, desde sus inicios como sistemas MRP hasta las herramientas que conocemos hoy en día y son usadas diariamente por una enorme cantidad de empresas.

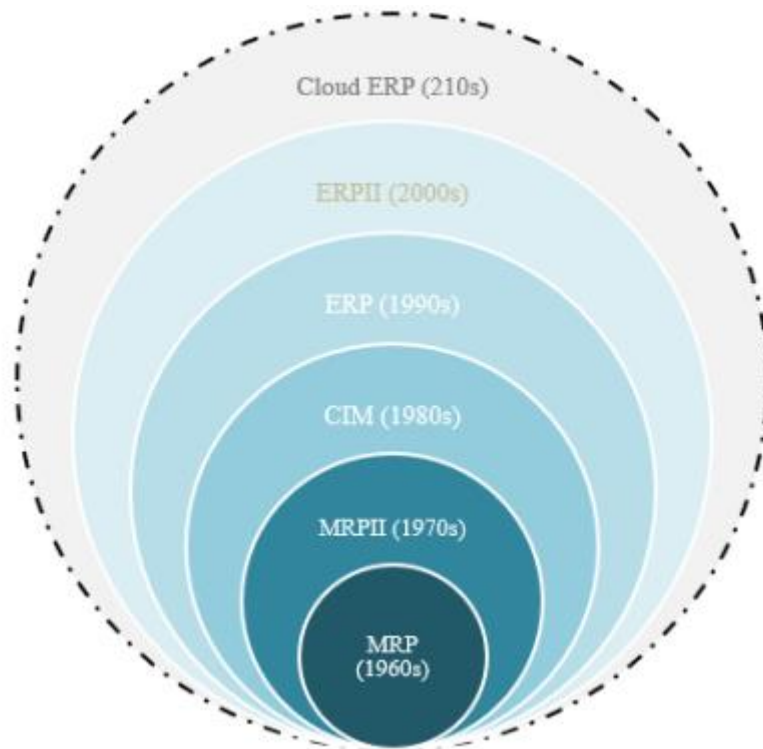


Figura 1. Evolución cronológica ERP. Fuente: History, Features, Challenges, and Critical Success Factors of Enterprise Resource Planning (ERP) in The Era of Industry 4.0



### 2.4.1 MRP (Material Requirement Planning)

La aparición de los MRP surge cuando se empezaron a utilizar los ordenadores en los negocios, en aspectos como la contabilidad y la gestión de inventarios. Por esta razón, los MRP son considerados los precursores de los sistemas ERP.

Las aplicaciones de software para la planificación de requerimientos de materiales fueron creadas con el objetivo de planificar la compra y la producción de los componentes para fabricar artículos en sistemas de producción de una empresa. Debido a ello, podían indicar la cantidad de materiales necesarios para la producción de un material, antes de que este entrase en producción, lo que mejoraba enormemente la productividad y el control de inventario del proceso productivo de cualquier compañía. Además, estos softwares también eran capaces de mejorar el servicio al cliente y la reducción de costos de fabricación.

El MRP apoyaba a los programas de producción proporcionando los requisitos de materia prima en la cantidad y tiempos determinados. Esto implicaba que la producción de las empresas se ajustaba y respondía a los diversos problemas que pudiesen ocurrir, como las necesidades inesperadas de materias primas, fallos de la maquinaria, el lanzamiento de nuevos productos, entre otros.

Sin embargo, los MRP no eran sistemas prácticos para procesos continuos que estuviesen conectados entre sí. Eso se debe a que los MRP estaban diseñados para entornos de manufactura discreta, donde los productos se fabrican en lotes y los componentes se ensamblan en unidades individuales, y, por otro lado, en la manufactura de tipo continuo, los productos se fabrican de manera ininterrumpida, como por ejemplo en la producción de productos químicos, el petróleo o los alimentos. Además, antiguamente se necesitaba un gran soporte técnico para cuidar el computador central del sistema, y esto era muy costoso en cuanto a términos temporales y financieros. Como consecuencia, esto también repercutía a las empresas al intentar lograr sus objetivos esperados. (Md. Al-Amin et al., 2023)

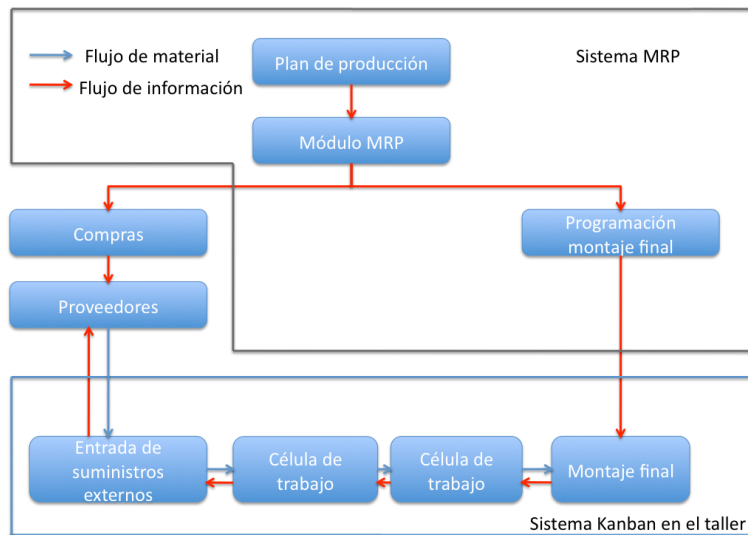


Figura 2. Proceso MRP. Fuente: [web optimizandolaproduccion.blogspot.com](http://web.optimizandolaproduccion.blogspot.com)

#### 2.4.2 MRP II (Material Requirement Planning II)

Más adelante aparecerían en el mercado la evolución de los primeros sistemas MRP llamados MRP II. Este nuevo sistema mejoraría y superaría a los primitivos sistemas de planificación de requerimiento de materiales ya que convertía las operaciones de producción en términos financieros. Esto facilitaba la planificación y el control financiero. Asimismo, este nuevo sistema tenía una capacidad de simulación que ayudaba a gestionar y desarrollar campañas de marketing de manera más eficiente.

Por otra parte, los nuevos MRP presentaban funcionalidades añadidas para el control de inventarios y la organización de materiales. Estos sistemas tenían también como objetivo reducir el inventario, mejorar el servicio al cliente y aumentar la productividad de los procesos.

Sin embargo, uno de los inconvenientes que presentaba este sistema es que era muy costoso de implementar. Además, para el control de producción en las plantas, presentaba funciones complicadas y centralizadas que necesitaban una sincronización de materiales y liberación de órdenes, lo que perjudicaba al sistema informático central durante intervalos de tiempo prolongados. (Md. Al-Amin et al., 2023)

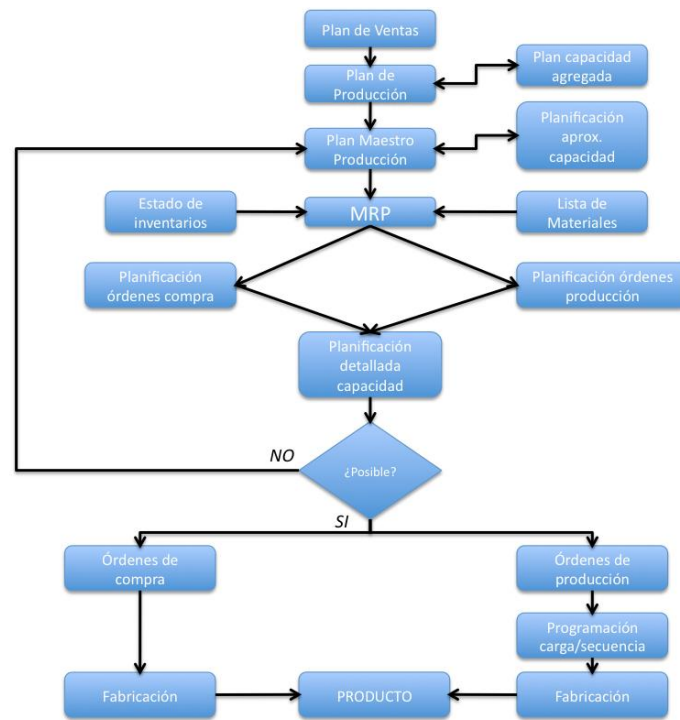


Figura 3. Proceso MRP II. Fuente: web [optimizandolaproduccion.blogspot.com](http://optimizandolaproduccion.blogspot.com)

### 2.4.3 CIM (Computer Integrated Manufacturing)

El CIM (*Computer Integrated Manufacturing*), surge a finales de 1980 con el objetivo de ofrecer un sistema de manufactura integrado por ordenador, donde los MRP se combinan para proporcionar un control completo y preciso sobre los datos de fabricación.

Asimismo, el nacimiento del CIM implicaba el uso de redes de dispositivos a través de sistemas de producción interconectados, integrando tecnologías avanzadas en diferentes áreas funcionales para cumplir con los objetivos de las organizaciones. (Md. Al-Amin et al., 2023)

En los sistemas de manufactura integrados por ordenador encontramos 5 niveles jerárquicos de control:

- Control de máquinas o PLCs.
- Control de celdas.
- Ordenador de área.
- Ordenador de planta.
- Ordenador corporativo.

En control de máquinas se refiere a los productos basados en microprocesadores que se encargan de controlar las máquinas. Por otro lado. El segundo nivel, el control de celdas, es el trabajo conjunto de varias máquinas independientes que son controladas por una única máquina central.

El tercer nivel, el ordenador de área, se encarga de monitorizar una línea del proceso productivo específica, por ejemplo, el ensamblado. En cuanto al ordenador de planta, este tiene la misión de planificar y repartir las actividades en la organización.

Por último, encontramos el ordenador corporativo, encargado de almacenar la base de datos, los programas financieros y la información administrativa de la organización. (Mathias Uslar et al., 2010)



#### 2.4.4 ERP

En la década de 1990 la evolución de la interconectividad y el internet aceleraron a las empresas proveedoras a crear y suministrar software para la gestión empresarial. Al principio, los sistemas ERP contaban con funcionalidades pensadas para ser usadas en la planificación de la producción y finanzas. Gradualmente, sus funciones fueron aumentando hasta convertirse en los softwares que conocemos hoy en día, capaces de administrar y gestionar una gran cantidad de procesos de negocio, desde compras hasta los recursos humanos. (Md. Al-Amin et al., 2023)

Los módulos que puede albergar un software para la planificación de recursos empresariales poden abarcar diferentes áreas empresariales:

- **Módulos de contabilidad y finanzas:** este tipo de módulos se encargan de gestionar la contabilidad y las finanzas de la empresa. Incluyen la gestión de cuentas y facturas, además de los pagos y también la gestión de los flujos de caja.
- **Módulos de gestión de recursos humanos:** este tipo de módulos se encargan de gestionar el desarrollo de los empleados dentro de una empresa. Además, planifica las vacaciones y permisos de estos y los beneficios que pueda llegar a tener.
- **Módulos de gestión de producción:** tienen el papel de gestionar el proceso de fabricación, incluyendo la planificación de la producción, el control de inventarios de materias primas y productos terminados, así como el rendimiento y la calidad e la producción, optimizando de esta manera la eficiencia operativa y la capacidad de respuesta a la demanda del mercado.
- **Módulos de marketing y logística:** se encargan de la gestión de los almacenes e inventario, además de administrar las órdenes de compra de los proveedores. Asimismo, también se encargan de coordinar y optimizar el proceso de distribución de los productos y administrar y establece sus precios, aplicar descuentos o lanzar promociones.
- **Módulos de mantenimiento y gestión de proyectos:** estos módulos gestionan la planificación, supervisión y control de proyectos, administrando los recursos, plazos y presupuestos para garantizar su ejecución eficientemente.



Figura 4. Esquema ERP. Fuente: web codeplus.es

#### 2.4.5 ERP Extendido

Los sistemas ERP han hecho posible que las diferentes unidades de negocio puedan compartir datos en tiempo real necesarios para cumplir con los objetivos empresariales.

El concepto de ERP extendido surge a mediados del año 2000 como evolución de los clásicos sistemas ERP. La diferencia principal entre estos dos softwares es que la versión extendida permite que los datos y la información no sea solo gestionada internamente por la empresa.

La incorporación de un ERP extendido supone la relación de toda la información entre las diferentes áreas de una empresa, lo que puede aportar una gran cantidad de ventajas.

El ERP II también se conecta con otros sistemas empresariales como los SCM (Gestión de la cadena de suministro) y los CRM (Gestión de relaciones con los clientes). Esto permite una integración más amplia y una mayor eficiencia en la gestión de la cadena de suministro, tanto a nivel interno como a nivel externo. (Charles Moller, 2003)

Estas son algunas de las características del software ERP II:

- **Integración Total:** El ERP II facilita la integración completa de los procesos de negocio a lo largo de la cadena de suministro. Esto incluye la sincronización de datos en tiempo real desde la adquisición de materias primas hasta la entrega final del producto al cliente.

La visibilidad completa de la cadena de suministro permite una toma de decisiones más rápida y eficaz.

- **Gestión del Conocimiento:** Uno de los avances significativos del ERP II es la gestión del conocimiento. Este sistema almacena y distribuye información crítica que puede ser utilizada por cualquier departamento de la empresa, así como por socios externos. Esto asegura que todas las partes involucradas estén bien informadas y alineadas con los objetivos estratégicos.
- **Automatización y Mejora de Procesos:** Con la gestión del flujo de trabajo, el ERP II automatiza muchos de los procesos manuales, reduciendo errores y aumentando la eficiencia. Esto incluye desde la aprobación de órdenes de compra hasta la programación de producción y la gestión de inventarios.
- **Relaciones con los Clientes:** La integración del CRM dentro del ERP II permite gestionar todas las interacciones con los clientes de manera centralizada. Esto mejora la satisfacción del cliente al proporcionar un servicio más coherente y personalizado.
- **Accesibilidad y Colaboración:** Con capacidades de portal, el ERP II ofrece a los empleados, proveedores y clientes un acceso centralizado a la información y aplicaciones necesarias. Esto facilita una mayor colaboración y transparencia entre todas las partes involucradas.

## 2.5 Arquitectura de los sistemas ERP

Todos los sistemas empresariales necesitan una determinada arquitectura. Los sistemas ERP están formados por una única base de datos centralizada, que permite la integración de la información entre todas las aplicaciones. Es recomendable utilizar bases de datos estandarizadas porque ofrecen la oportunidad de ser compartidas por otras aplicaciones, como las bases de datos de Oracle o Microsoft SQL, entre otras.

Cuando una organización realiza una implantación de un ERP debe tener en cuenta que este tiene que soportar múltiples plataformas de hardware y sistemas operativos, ya que muchas empresas poseen sistemas heterogéneos. (Stefan Dumbrava et al., 2005)

### 2.5.1 Capas de la arquitectura

Todo sistema empresarial necesita una arquitectura que refleje el esquema de su diseño de software y hardware. Los sistemas ERP se basan en una arquitectura cliente/servidor que está formada por 3 capas: nivel de presentación, nivel de aplicación y nivel de datos. (Dania Mahmoud et al., 2015)

- **Nivel de presentación:** esta capa es la responsable de entregar la información necesaria en el formato adecuado para facilitar las interacciones de los usuarios. La capa de presentación ofrece la interfaz gráfica con la que los usuarios pueden interactuar con los componentes de la capa de aplicación y acceder a los servicios que necesitan.
- **Nivel de aplicación:** constituye las diferentes reglas de negocio, las funciones, la lógica y los diversos programas que actúan sobre los datos de los servidores de la base de datos. Los servidores, en la capa de aplicación manejan las solicitudes de los usuarios, recuperan los datos de la capa de datos y los procesan según sea necesario.
- **Nivel de datos:** tiene como finalidad gestionar los datos operativos o transaccionales de la organización. Esta capa incluye los repositorios de datos y los servidores de bases de datos que las funciones empresariales pueden utilizar para almacenar y recuperar la información necesaria. Normalmente, los datos se almacenan en bases de datos relacionales capaces de interpretar consultas SQL.





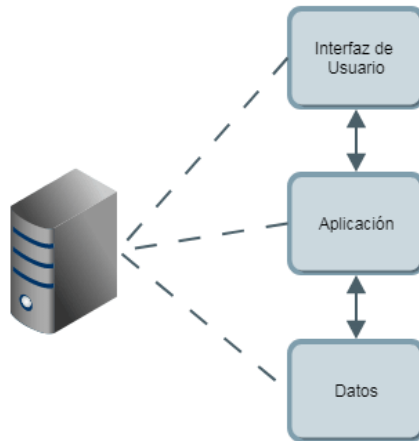


Figura 5. Arquitectura ERP. Fuente: web [disruptivontecnologica.com](http://disruptivontecnologica.com)

Esta arquitectura, puede proporcionar escalabilidad, confiabilidad, flexibilidad y seguridad a las diferentes aplicaciones organizacionales. Sin embargo, la arquitectura de 3 capas implica ciertos desafíos como el requerimiento de grandes recursos de hardware y software.

Asimismo, con la aparición y desarrollo de tecnologías como el uso creciente de la web y tecnologías de virtualización en los procesos empresariales, el modelo de arquitectura de 3 niveles ha sido expuesto a una gran mejoría.

## 2.6 Futuras tendencias de los ERP

El siguiente apartado explora las futuras tendencias de los softwares ERP. Los avances tecnológicos y las cambiantes necesidades del mercado están impulsando una transformación significativa en los sistemas de planificación de recursos. Los ERP están evolucionando hacia plataformas más integradas y multifuncionales. Este pequeño análisis proporcionará una visión de cómo los sistemas ERP no solo facilitarán la gestión de los procesos empresariales, sino que, además, se convertirán en una pieza clave para la innovación y el crecimiento de las empresas.

### 2.6.1 Los ERP basados en el Cloud

Los ERP basados en la nube han emergido como una solución revolucionaria. Estos ofrecen una alternativa moderna y flexible permitiendo a las empresas acceder a sus datos y sistemas desde cualquier lugar y en cualquier momento. Este modelo de ERP reduce significativamente los costos de infraestructura y mantenimiento y además, mejora la escalabilidad y la adaptabilidad de los sistemas a las necesidades de las organizaciones.

Asimismo, los softwares de planificación de recursos empresariales basados en el cloud, facilitan la integración con otro tipo de tecnologías, como el análisis de datos avanzados, la inteligencia artificial o el internet de las cosas (IoT). (Md. Al-Amin et al., 2023)

A continuación, se muestran tres de los ERP basados en el cloud más importantes del mercado:

- **Oracle ERP Cloud:** se trata de una herramienta ERP diseñada para agilizar los diferentes procesos de negocio de una empresa. Uno de sus módulos más destacables es el de finanzas en la nube. Este sistema proporciona una gestión financiera completa, escalable e integrable. Además, este ERP proporciona un módulo de compras en la nube que incluye un portal de autoservicio donde se agiliza el proceso de facturación y el trato con los proveedores.



Figura 6. Oracle.  
Fuente: Oracle

- **Dynamics 365 Business Central:** es un ERP pensado para pequeñas y medianas empresas. Además, presenta una integración nativa con servicios como Office 365 o Power BI y una conexión con otras aplicaciones de Dynamics 365. Su funcionalidad abarca diferentes áreas de negocio y se integra con el CRM de Microsoft, lo que conlleva una visión 360 de la empresa.



Figura 7. Microsoft. Fuente:  
Microsoft

- **SAP Business One :** es una solución ERP para Pymes líder en el mercado. Está diseñado para satisfacer las necesidades de pequeñas y medianas empresas que se encuentran en proceso de crecimiento. Este software ofrece una versión en la base de datos Hana de SAP que incluye un sistema de analítica avanzada. Esta funcionalidad permite aprovechar y explotar los datos de una manera más eficiente. Además, también ayuda a la toma de decisiones informada y estratégica y reduce el riesgo de cometer errores.



Figura 8. SAP Business One. Fuente:  
SAP Business One

## 2.7 Evolución histórica de SAP ERP

Desde sus comienzos en Alemania en 1972 hasta convertirse en un gigante del software empresarial, SAP es un claro ejemplo del poder de la innovación tecnológica y la visión empresarial. En este apartado exploraremos los hitos clave de SAP, desde sus orígenes hasta su posición actual como líder en el mercado de software de gestión empresarial. A través de un análisis detallado explicaremos los factores que impulsaron su crecimiento, las innovaciones tecnológicas que marcaron su trayectoria y el impacto que ha tenido en la industria y en los negocios a nivel mundial. Gracias a este estudio, comprenderemos la evolución histórica de SAP y su papel fundamental en la transformación de los procesos empresariales, además de su contribución en el panorama empresarial moderno.



Figura 9. SAP ERP. Fuente: SAP

### 2.7.1 Los orígenes de SAP

Entre las empresas fundadas a principios de los 70 nació SAP, fundada bajo el nombre “*Systemanalyse und Programmentwicklung*” por cinco antiguos empleados de IBM. SAP ha desempeñado un papel fundamental en la transformación de empresas de todo el mundo. (Quang Minh, 2013)

En contraste con otras compañías fundadas en ese momento, los cinco fundadores de SAP, Hans-Werner Hector, Dietmar Hopp, Hasso Plattner, Klaus Tschira y Claus Wellenreuther, ya tenían varios años de experiencia profesional en IBM. También mantenían varios contactos empresariales, de los cuales la mayoría eran clientes potenciales.

El primero en dejar la famosa empresa IBM fue Wellenreuther quien se sintió motivado por la falta de oportunidades a pesar del éxito de sus programas de contabilidad financiera. Mientras tanto, Hopp y Plattner estaban trabajando en la instalación de un ordenador IBM S/370 en una

planta de ICI en Alemania, lo que generó interés en la empresa para desarrollar un nuevo sistema llamado MIAS. Aunque los planes originales fueron rechazados por IBM, ICI ofreció una propuesta directamente a Hopp y Plattner. Tras considerarlo y discutirlo, los cinco fundadores decidieron fundar SAP en abril de 1972 para desarrollar el sistema para ICI y venderlo como una solución estándar para otras empresas.

El desarrollo de MIAS condujo a la creación de un sistema con tres componentes basados en una sola base de datos: compras, gestión de inventario y contabilidad. MIAS, sentó las bases para el desarrollo posterior de las ideas que luego formarían parte del sistema R de SAP. (Timo Leimbach, 2008)

SAP fue fundada por cinco jóvenes empresarios con una visión muy clara: desarrollar y comercializar software empresarial estándar que abarcara todos los procesos de una empresa. Su primer producto llamado SAP R/1, tenía como objetivo integrar diversas funciones empresariales como finanzas, adquisiciones y gestión de inventarios en un sistema unificado. Esto sentó las bases para futuras iteraciones que revolucionarían la forma en la que las empresas operan. (Quang Minh, 2013)

El concepto de integración buscaba unificar bases de datos para todas las aplicaciones, eliminando la necesidad de realizar transferencias complejas de información entre sistemas. Además, la estandarización era esencial para simplificar la implementación de software en empresas diferentes. Sin embargo, esto implicaba un equilibrio entre la estandarización necesaria por parte de los proveedores de software y las personalizaciones deseadas por las empresas clientes.

Por otra parte, SAP utilizó avances técnicos como DynPro o ABAP, que fueron cruciales para su éxito. A pesar de enfrentarse a desafíos en un entorno empresarial dinámico, SAP logró crecer y convertirse en líder mundial en el campo del software empresarial.

## 2.7.2 La evolución de SAP

Los acontecimientos que llevaron a SAP a evolucionar de una pequeña empresa de software a un proveedor de software empresarial a finales de la década de los 70 empezaron con el desarrollo e implementación de MIAS en ICI que luego puso en marcha el sistema a principios del año 1973.

En los primeros tres años de la compañía, SAP adquirió 40 clientes y en 1978 este número alcanzó los 100. Hasta ese momento, SAP se enfocaba exclusivamente en desarrollar programas para sistemas IBM, aunque IBM también formaba parte de su competencia. La razón de este hecho era que IBM tenía una posición muy dominante en el mercado. Sin embargo, esta relación con IBM fue muy importante para SAP en los siguientes años. Más adelante, SAP daría un pequeño giro en la historia debido a que en el año 1977 portaría su software a los sistemas informáticos de Siemens y completaría un acuerdo de reventa. De esta manera, la compañía daría un primer paso hacia la independencia tecnológica y económica.

En el año 1976, SAP completó su consolidación, siendo los fundadores los únicos propietarios de la empresa. Además, la compañía se trasladó al parque industrial de Walldorf, en Alemania, donde comenzó a alojar su propio centro de datos en 1979 y 1980.

En 1979 se empezó el Desarrollo de un nuevo Sistema de SAP llamado SAP R/2. La experiencia con la tecnología informática que tenía la empresa, junto al conocimiento de los procesos empresariales adquirido gracias a la colaboración de los clientes durante las implementaciones, fueron elementos clave para el nuevo producto.

Después de nueve años, SAP logró un total de ventas de 10,3 millones de dólares. La compañía formó parte del rápido crecimiento de toda la industria del software: el mercado de software alemán se duplicó en cuatro años. SAP se unió a un mercado caracterizado por una rápida expansión, pero también una gran competencia. La industria del software estaba lista para despuntar en los siguientes años. (Timo Leimbach, 2008)



### 2.7.3 La expansión e internacionalización de SAP

SAP demostró el increíble crecimiento de su software en 1980. Un aspecto que hizo destacar a la empresa fue su internacionalización, impulsada principalmente por los clientes, antes del desarrollo de SAP R/2.

La empresa alemana era consciente de sus ventajas mientras se enfrentaba a la competencia de empresas que se extendían desde Estados Unidos hacia Europa a finales de 1980. Estas empresas, más tarde se darían cuenta de que adaptarse a otros mercados requería una gran cantidad de conocimiento y experiencia en regulaciones legales, tradiciones locales, sistemas de numeración y monedas...

Por otro lado, durante la década de 1980, las empresas de consultoría desempeñaron un papel fundamental al contribuir tanto con el conocimiento de las condiciones locales como con la comprensión específica de los procesos empresariales y su optimización. El crecimiento de SAP, exigía entonces un mayor apoyo. La estandarización de su programa R/2 exigía un trabajo fuerte de consultoría durante las implementaciones en empresas, así como numerosos ajustes e integraciones de soluciones únicas para ciertas compañías e industrias.

En estos momentos, para expandirse, SAP comenzó a buscar socios, adquiriendo principalmente empresas especializadas en consultoría de TI, como CAS y el grupo Steeb en 1990. La expansión funcional y el desarrollo de SAP R/2, donde el enfoque del sistema se alejaba cada vez más de lo técnico hacia un sistema enfocado en los negocios, promovió la reputación de SAP, pero además también despertó el interés de asociaciones empresariales y organizaciones de auditoría. Este tipo de empresas, después de descubrir los servicios TI como una nueva área de crecimiento, valoraron incorporar en sus negocios el software de SAP. Mediante estas colaboraciones, SAP experimentó un aumento en su crecimiento y debutó en el mercado de valores.

Otro factor que cabe destacar es la necesidad de personal calificado disponible para consultoría, implementación y soporte de usuario. La empresa también se asoció con empresas de consultoría con la finalidad de abrir un centro de formación en 1988, que ofrecía formación en sistemas SAP a miles de personas, que ejercerían la profesión de consultores SAP, una vez llegara el sistema R/3.

Este nuevo sistema tenía como objetivo ser un programa complementario a SAP R/2, no un reemplazo de este. Al hacerlo de esta manera, la empresa esperaba generar un mayor crecimiento al expandir su porfolio. Especialmente en Alemania, donde SAP necesitaba centrarse en el

mercado de pequeñas y medianas empresas que utilizaban tecnologías de otras empresas como Nixdorf, una empresa de servicios hardware y software. (Timo Leimbach, 2008)

#### **2.7.4 La transformación de SAP: de R/2 a R/3**

A finales de la década de 1990, el catálogo de productos de SAP se centró en el sistema R/3, mientras que el sistema R/2 había desaparecido casi por completo.

En este momento la empresa alemana tenía la intención de proporcionar software estándar también a empresas pequeñas y medianas, en línea con su enfoque en el hardware de IBM, y SAP R/3 se diseñó para la serie AS/400 de IBM.

El desarrollo del nuevo software R/3 avanzó lentamente hasta que en el año 1991 se anunció su presentación en la feria CeBIT, el evento de exposición de tecnologías de información, telecomunicaciones, software y servicios más importante del mundo. Sin embargo, dos meses antes del evento, SAP R/3 era un fracaso debido a que la empresa alemana no lograba que el software tuviese estabilidad en el hardware de IBM, resultando en tiempo de respuesta deficientes y fallos en el sistema.

La solución a estos problemas surgió al implementar el sistema R/3 con una base de datos Oracle en estaciones de trabajo Unix, lo que conllevó a una reestructuración completa de la estrategia tecnológica de SAP. Este nuevo enfoque ofreció ventajas como escalabilidad, interoperabilidad, seguridad, estandarización y facilidad de uso. Por esta razón, SAP R/3 atrajo a más empresas y completó la evolución de la compañía hacia sistemas más completos llamados ERP, softwares que integran completamente todas las áreas funcionales de una empresa, atrayendo también a los clientes existentes de SAP.

Aunque los primeros sistemas R/3 fueron probados en el continente europeo, el gran avance del nuevo sistema llegó en 1993 en EE.UU, donde la tecnología cliente-servidor era más popular. Allí, grandes empresas mostraron su interés en el nuevo software de SAP y esto llevó a un aumento significativo de sus ventas, triplicando sus ingresos en el país en un solo año y posicionando a SAP como una de las cinco compañías de software independientes más grandes del mundo.

A medida que la compañía alemana crecía, también tuvo que enfrentarse a críticas y problemas internos. Entre 1995 y 1996, una revista de negocios alemana criticó la política de productos de SAP y su cooperación con IBM y las empresas de consultoría. Aunque estas acusaciones fueron





rápidamente olvidadas, problemas más serios surgieron cuando uno de los fundadores de la compañía alemana vendió sus acciones, dejando su compañía y generado especulaciones sobre una posible adquisición.

A pesar de estos acontecimientos, SAP fue un testimonio de su capacidad para adaptarse a los cambios tecnológicos y superar diversas crisis, que le llevaron a consolidarse como líder mundial en software empresarial. (Timo Leimbach, 2008)

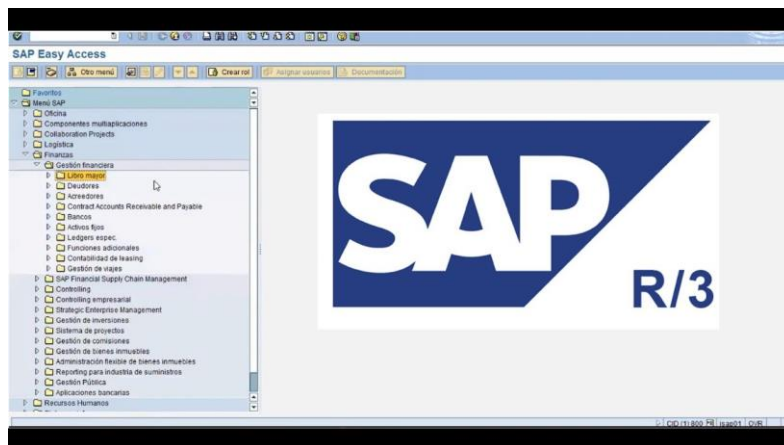


Figura 10. SAP R/3. Fuente: Youtube

## 2.8 Introducción a SAP ABAP

En el siguiente apartado nos adentraremos en los fundamentos de SAP ABAP, el lenguaje de programación propio de la compañía alemana SAP. La introducción de este punto en el trabajo de fin de grado es de gran importancia debido a que para la solución presentada en dicho trabajo se utiliza el lenguaje de programación ABAP.

Primeramente, ABAP es un lenguaje de programación de alto nivel creado por la empresa alemana de software SAP. Todos los programas ABAP residen dentro de la base de datos de SAP. En esta base de datos, el código fuente, se puede ver y editar con la herramienta ABAP *Workbench*.

Dentro del sistema de SAP existen diferentes programas y la ejecución de estos se denomina transacción. La forma de ejecutar este código es mediante un código de transacción, por ejemplo, VA01 es el código de transacción para crear un pedido de venta. Estas transacciones pueden ser llamadas a través de menús definidos por el sistema o por el usuario, basados en roles. También

se pueden ejecutar ingresando el código de la transacción directamente en un campo presente en cada pantalla del sistema SAP.

Al igual que en otros lenguajes de programación, un programa ABAP es una unidad ejecutable que proporciona código reutilizable a otros programas y no se puede ejecutar de forma independiente. (Tamás Orosz, 2011)

Dentro de un sistema SAP existen dos tipos de programas:

- Reportes.
- *Dynpro's*.

Los reportes son programas que generan listas de datos. Estos principalmente suministran datos a las interfaces de usuario como la GUI de SAP. Cuando un usuario ejecuta un reporte, normalmente obtiene una pantalla de selección. Una vez introducidos los parámetros de selección y se ejecuta el reporte, el programa se ejecuta y muestra la salida.

Por otro lado, los *Dynpro's* funcionan de manera diferente. Estos son programas dinámicos que permiten al usuario intervenir en la ejecución del programa, mediante el procesamiento de distintas pantallas, llamadas pantallas de diálogo del sistema SAP. El usuario puede determinar el flujo del programa eligiendo botones o campos al interactuar en la pantalla. Sus acciones activan diferentes funciones que han sido codificadas dentro de la lógica de flujo del programa. Sin embargo, la mayoría del trabajo realizado por los usuarios de ABAP se realiza dentro de los programas de tipo reporte y además estos no siempre generan una salida. Los programas de Reporte sirven para procesar la lógica, leer y escribir en la base de datos de SAP, en definitiva, para hacer funcionar el sistema.

### **2.8.1 Estructura de un programa en ABAP**

Los programas en ABAP están estructurados en dos partes:

- Sección de declaraciones
- Bloques de procesamiento

En la sección de declaraciones es donde se definen los tipos de datos, estructuras, tablas, variables y los diferentes campos que se utilizarán dentro de un programa. En esta parte de la estructura también se declaran las variables globales disponibles en todas las secciones individuales del



programa. Al crear un programa ABAP, no solo se declaran este tipo de variables, sino que también se definen las variables que son válidas únicamente dentro de secciones específicas dentro de los programas. Una vez definidos los tipos de datos y el conjunto de variables, se escribe la lógica del programa. Esta parte del programa a menudo se divide en bloques de procesamiento. Estos bloques son pequeñas secciones de lógica de programación que permite encapsular el código. (Peter Moxon, 2012)

A continuación, se explica la estructura de un programa en ABAP mediante un pequeño ejemplo:

1. **Declaración de Programa:** Cada uno de los programas ABAP comienzan siempre con una declaración que especifica el tipo de programa y su nombre.

```
REPORT nombre_del_programa.
```

Figura 11. Declaración de programa. Fuente:  
Elaboración propia

2. **Bloque de Declaración de Datos:** en esta sección, se declaran todas las variables y tipos de datos necesarios para el programa.

```
DATA: variable1 TYPE tipo1,  
      variable2 TYPE tipo2.
```

Figura 12. Bloque de declaración de datos.  
Fuente: Elaboración propia

3. **Bloque de selección de datos:** Algunas veces, es necesario recuperar datos de la base de datos del sistema. Este bloque del código se utiliza para definir sentencias SQL o llamadas a funciones que recuperarán los datos requeridos. Estos datos pueden estar ubicados en tablas estándares de SAP, predefinidas por el propio software, o por otro lado, pueden ser tablas Z (tablas personalizadas y creadas por el usuario).

```
SELECT campo1 campo2  
FROM tabla  
INTO variable1 variable2.
```

Figura 13. Bloque de declaración de datos.  
Fuente: Elaboración propia

4. **Bloque de procesamiento:** En esta parte del código se realiza la lógica principal del programa. Se puede incluir lógica de negocio, cálculos, bucles y condicionales para manipular y tratar los datos y realizar tareas específicas.

```
IF condición.  
    " Código a ejecutar si la condición es verdadera"  
ELSE.  
    " Código a ejecutar si la condición es falsa"  
ENDIF.
```

Figura 14. Bloque de procesamiento de datos. Fuente: Elaboración propia

5. **Bloque de salida de datos:** En esta sección del código se presentan los resultados a mostrar por el programa. Esto se puede realizar de diversas maneras, ya sea mediante la generación de informes, la visualización de resultados en una interfaz de usuario o la escritura de datos en un archivo externo.

```
WRITE: 'Resultado:', variable_resultado.
```

Figura 15. Bloque de salida de datos. Fuente: Elaboración propia

6. **Finalización del programa:** Al final del programa, se debe incluir una declaración de finalización que indique la finalización del programa.

```
END-OF-SELECTION.
```

Figura 16. Finalización del programa. Fuente: Elaboración propia

Asimismo, como en muchos otros lenguajes de programación, incluir comentarios en el código de un programa es una buena práctica para explicar su funcionamiento y proporcionar documentación útil para otros desarrolladores que puedan trabajar en el mismo programa.

Además, en entornos reales, antes de implementar un programa ABAP en un entorno de producción, es fundamental realizar pruebas y depurar cualquier error que pueda surgir durante la ejecución del código.

## 3. Análisis del problema

---

Con la realización de este proyecto de fin de grado se pretende desarrollar una herramienta para facilitar el análisis y la optimización del proceso de producción y control de calidad en la fabricación de chapas industriales en una empresa cliente dedicada a la laminación de acero. Para ello, se deberá primero realizar una explicación sobre la empresa donde se requiere implementar esta mejora y explicar además el proceso de producción de chapas industriales que siguen en su planta.

### 3.1 La empresa cliente

La empresa cliente es una empresa líder en el sector de la metalurgia con sede en Francia. La empresa destaca por su excelencia en la producción de laminados de acero y productos derivados. Su compromiso con la calidad, la innovación y la sostenibilidad la ha posicionado como una referencia en el sector metalúrgico europeo.

La principal actividad de la empresa se centra en la fabricación de productos laminados de acero, que abarcan una amplia gama de aplicaciones industriales. Desde chapas de acero industriales hasta barras, la empresa ofrece soluciones de alta calidad que cumplen con los estándares demandados por el mercado. Además, sus productos se utilizan en diversos sectores, incluyendo la construcción y la fabricación de maquinaria, entre otros.

La empresa cliente también se distingue por su enfoque en la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental. La empresa implementa prácticas y tecnologías avanzadas para minimizar el impacto ambiental, desde la reducción de emisiones hasta la optimización del consumo de recursos naturales.

Asimismo, la compañía se ha consolidado como un socio confiable para clientes tanto nacionales como internacionales. La empresa es una opción incuestionable para aquellos que buscan productos de acero de primera calidad.

### 3.2 Introducción al sistema productivo

En la empresa cliente, se fabrica chapa de tamaño industrial, es decir, chapas con dimensiones elevadas que no se pueden fabricar a partir de bobinas.

La materia principal del proceso productivo es el *slab* o mazacote de acero. Este *slab* de acero se utiliza como materia prima para producir otros productos de acero mediante procesos de laminado. Este material es comprado a diversos proveedores, y en función de este, puede tener diferentes medidas, calidades y características mecánicas y químicas.

Además, no todos los *slabs* son aptos para todo tipo de chapas, ya que existen unos rangos de procesados respecto al espesor debido a que esta característica puede verse reducida hasta un límite. No es lo mismo procesar un chapón de 250mm de espesor para obtener 12mm que un chapón de 200mm. La laminación en el segundo caso será menos agresiva y por lo tanto, en el proceso no se perderán tantas propiedades mecánicas.

Por otro lado, el producto que compra la empresa cliente son *slabs* de acero de gran volumen, que por motivos logísticos no pueden procesarse directamente puesto que hay ciertas limitaciones en el tren de laminación:

- Puente grúa: limitación de medidas y peso.
- Horno: limitación de capacidad dimensional.

Los *slabs* adquiridos al proveedor se denominan “*slab* madre” y se cortan en un proceso de oxicorte que se realiza en el exterior del almacén para obtener chapones más pequeños llamados “*slab* hija”, de un volumen similar a la chapa final. El personal asignado a esta línea se encarga de medir los *slabs* cortados.

Una vez se tienen los *slabs* hija deseados para empezar la producción, se apilan y se ubican dentro de un almacén temporal al principio de la línea de carga del horno. En caso de haber algún *slab* hija sobrante, se almacenará en el almacén exterior de la nave.



La producción de chapa se agrupa en una entidad llamada “Programa” compuesta por un grupo de órdenes de fabricación que normalmente tienen la misma receta de producción. Este programa dispone de la información necesaria de las órdenes de fabricación, así como de los *slabs* hija que se van a utilizar para cada una de ellas y el orden en que van a entrar al horno.

La entrada de los *slabs* hija al horno se hace a través de tres líneas paralelas, donde mediante el puente grúa, depositan el material. El personal asignado a este puesto de trabajo vuelve a medir y a pesar los chapones hija que se dejaron previamente. Esta información se almacena en el sistema y se hace llegar a SAP para su posterior explotación.

Los *slabs* hija se mantienen un tiempo determinado dentro del horno (al menos 3 horas) y a través de unos rodillos se transporta el chapón incandescente hasta la zona de laminación, donde tras un número determinado de pasadas se va reduciendo el espesor hasta obtener las dimensiones deseadas.

En caso de que se desee modificar el ancho de la chapa final, justo antes de los rodillos prensadores de laminación se encuentra una mesa de giro donde, mediante la modificación de la velocidad de los rodillos que la componen, la chapa incandescente gira para poder procesarse en este nuevo eje tras haberle dado previamente las pasadas suficientes para conseguir el ancho deseado.

Durante la etapa de laminación, la chapa sufre un proceso de desprendimiento de la capa superficial formada por cascarilla (óxido de hierro) que se había producido durante la etapa de horneado del *slab* hija. Esta cascarilla va a parar a un foso para poder recolectarse y poder venderse a un precio inferior al de la chatarra.



Figura 17. Etapa de laminación. Fuente: empresa cliente

Después de obtener la chapa, esta pasa por un tren de aplanamiento donde se aplanan y eliminan imperfecciones de la chapa resultante tras un determinado número de pasadas.

Posteriormente, se marca la chapa ya aplanada con la tiza resistente al calor con el número de orden con el que se estaba identificando el *slab* hija.

El operario de la máquina de oxicorte opera para obtener finalmente dos o tres chapas con el mismo espesor y ancho, pero con unos largos diferentes en función de la cantidad nominal de la orden de fabricación.

Tras el corte transversal opcional (en función del largo requerido y del requerimiento de probeta a envasar principalmente) sufrido por la chapa, se posiciona la chapa obtenida en una zona denominada “*Parking*”, que es donde se dejan las chapas para que se enfríen y puedan estocarse dentro del almacén.

Estas chapas ya finalizadas han sido fabricadas por medio de una orden de fabricación, la cual puede ser contra pedido o contra stock:

- Fabricación contra pedido: material con unas dimensiones no estándar.
- Fabricación contra stock: material con medidas estándar.

La fabricación contra pedido implica la fabricación de productos solo después de recibir un pedido específico por parte de un cliente. En SAP, este proceso comienza cuando se registra un pedido de venta para un artículo que no está en stock. Cuando se recibe el pedido, se inicia el proceso de fabricación para fabricar el producto según las necesidades y especificaciones del cliente.

Por otro lado, la fabricación contra stock es un proceso donde se fabrican y se almacenan los productos en inventario antes de recibir los pedidos por parte de un cliente. Este proceso, en SAP ERP, implica la planificación de la producción en función de la demanda y otros factores. Una



vez los productos se encuentran en stock, estos se pueden enviar a los distintos clientes tan pronto como se reciban pedidos de ventas.

Un material no estándar, si empieza a ser muy solicitado por los clientes, podría pasar a tener una referencia propia y se estandarizaría en ese caso.

Las órdenes de fabricación se crean mediante SAP ERP el cual facilita el trabajo y proporciona la información necesaria a los usuarios.

Para comprender mejor el proceso descrito anteriormente, a continuación, se muestra de manera visual proceso de fabricación de chapas industriales sin corte transversal.

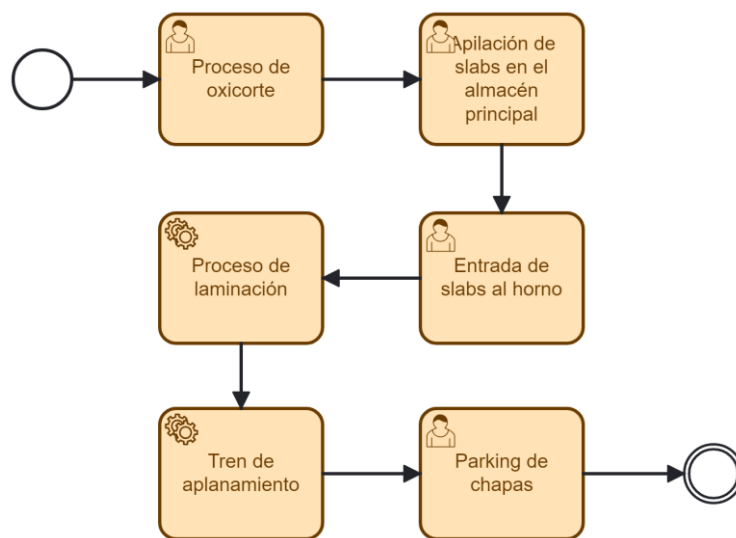


Figura 18. Proceso productivo sin corte transversal. Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, el siguiente proceso muestra el mismo proceso incluyendo el corte transversal.

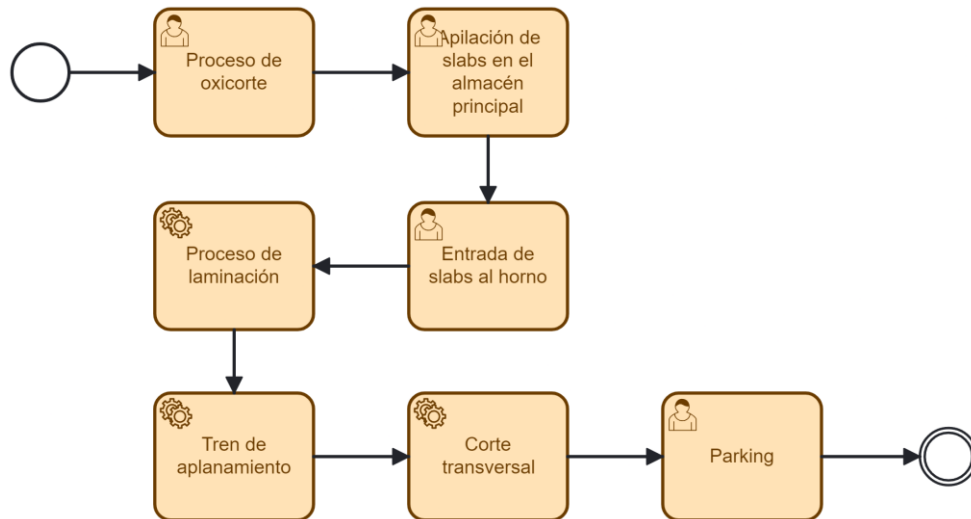


Figura 19. Proceso productivo con corte transversal. Fuente: Elaboración propia

### 3.3 Problemas a resolver

El proceso productivo de chapas industriales de acero presenta una serie de desafíos que afectan tanto a la eficiencia operativa como a la calidad del producto final. Estos retos surgen de la complejidad del proceso de producción, la variabilidad en las propiedades materiales de las chapas y la necesidad de cumplir con estrictas especificaciones de calidad. Por este motivo, la herramienta desarrollada en este trabajo de fin de grado ha sido diseñada para abordar estas problemáticas y ofrecer una solución efectiva:

- **Variabilidad en las propiedades del material:** las chapas de acero deben cumplir con especificaciones muy precisas en términos de espesor, ancho, largo y peso. Debido a las fluctuaciones en las propiedades del material y las condiciones del proceso, es muy común encontrar desviaciones en estos parámetros. Estas posibles desviaciones pueden resultar en productos que no se pueden comercializar y por lo tanto son rechazados.
- **Ineficiencia del uso de la materia prima:** uno de los puntos críticos para reducir costos y minimizar desperdicios es la optimización del uso de la materia prima utilizada para fabricar las chapas industriales. Sin una supervisión adecuada, es posible que se utilice

más material del necesario, aumentando los costos de producción y reduciendo la eficiencia económica de la empresa cliente.

- **Dificultades para abordar la toma de decisiones:** la toma de decisiones informada requiere de acceso a datos precisos y un análisis detallado de estos. Sin una herramienta que proporcione estos datos de manera clara, los gerentes y operarios de la fábrica pueden tener dificultades para identificar y corregir los diferentes problemas e ineficiencias del proceso productivo.
- **Falta de visibilidad y control en el proceso productivo:** la falta de visibilidad y un control detallado del proceso productivo puede llevar a problemas que afecten a la calidad del producto final. Una supervisión inadecuada puede resultar en una respuesta tardía a los diferentes problemas que puedan surgir, causando interrupciones y pérdidas en la producción de las chapas.

## 4. Solución propuesta

---

En el siguiente apartado se presenta la solución propuesta para optimizar el proceso de fabricación y calidad de chapas industriales. La propuesta consiste en el desarrollo de una transacción en SAP utilizando el lenguaje propio de este software, SAP ABAP, que genere un output ALV (Listado de visualización de datos), en formato de tabla. De esta manera, se podrán abordar los diferentes desafíos que presenta la producción de chapas de acero mediante la visualización correcta de datos relacionados con el rendimiento de la maquinaria, componentes del proceso y otros aspectos relevantes para la producción. A través de esta solución, los operarios y usuarios de planta responsables podrán tener acceso a información detallada, facilitando la toma de decisiones y contribuyendo a la mejora de la eficiencia y calidad del proceso.

### 4.1 Análisis de la solución

En cuanto a las tecnologías implementadas, se utiliza el lenguaje de programación SAP ABAP y el propio sistema SAP ERP que integra todo el proceso de fabricación de chapas industriales.

Sin embargo, se podrían haber contemplado otras soluciones:

- **Pantallas de entrada de datos:** la primera de las soluciones consiste en desarrollar pantallas de entrada de datos utilizando SAP UI5 para permitir a los usuarios, desde una plataforma web, ingresar la información de manera intuitiva, eficiente y sencilla.

SAP UI5 es un *framework* de programación formado por librerías de JavaScript que es utilizado para desarrollar aplicaciones web basadas en HTML5

Esta solución ofrecería una experiencia de usuario única al diseñar interfaces de usuario intuitivas y atractivas. Además, también podría mejorar la productividad y facilitar la entrada de datos ya que la versión R/3 de SAP no tiene una interfaz fácil para el usuario.

Asimismo, este tipo de solución podría ser compatible con dispositivos móviles, lo que permitiría a los usuarios acceder y trabajar con la aplicación desde cualquier lugar y en cualquier momento.

Sin embargo, la creación de esta aplicación personalizada podría requerir un gran tiempo de aprendizaje para los usuarios y además aumentaría el costo del desarrollo de la solución, ya que podría requerir una inversión adicional en términos de recursos humanos y financieros en comparación con la creación de una sencilla transacción en SAP.

- **Automatización de procesos:** la segunda solución se centraría en la automatización de procesos con herramientas como SAP *Manufacturing Integration and Intelligence* (SAP MII), que permitiría ejecutar tareas repetitivas de forma programada y obtener información detallada en tiempo real de todos los acontecimientos que tienen lugar en la planta. Esto reduciría la carga de trabajo manual y la eficiencia operativa.

Además, con esta solución, se reducirían los errores de carácter humano y se mejoraría la precisión en la generación de informes y la actualización de los datos.

Sin embargo, esta solución requeriría una inversión económica adicional significativa en términos de licencias de software, hardware, ya que se requeriría la instalación de pequeños sensores ubicados en los diferentes componentes de la cadena de fabricación y servicios de consultoría.



## 4.2 Casos de uso

En este apartado se definirán los casos de uso que podrán realizar los usuarios responsables del control del proceso productivo de chapas industriales en la empresa cliente, una vez se implante la solución propuesta. Estos casos de uso son los siguientes:

- Monitoreo del rendimiento de la producción.
- Análisis de la calidad de las chapas.
- Gestión de proveedores.
- Optimización de procesos.

A continuación, se presentan y se describen los diferentes casos de uso:

Caso de uso	Monitoreo del rendimiento de la producción.
Actor	Responsable de planta.
Descripción	El caso de uso se inicia cuando el responsable de planta quiere visualizar datos de rendimiento. El programa debe permitir visualizar información actualizada sobre el rendimiento metálico teórico y el rendimiento metálico real, porcentaje de chatarra y cascarilla de las chapas producidas y los diferentes porcentajes de desviación de las características de las chapas (espesor, ancho, largo y peso). Este caso de uso podría ser realizado también por un operario de planta.

Tabla 1. Monitoreo del rendimiento de la producción. Fuente: Elaboración propia

Caso de uso	Análisis de la calidad de las chapas.
Actor	Responsable de planta.
Descripción	El caso de uso se inicia cuando el responsable de planta quiere visualizar datos relacionados con la calidad de las chapas después de la producción de un lote. El programa debe mostrar datos sobre las medidas teóricas y reales de las chapas producidas para permitir realizar correcciones o identificar posibles problemas. Este caso de uso podría ser realizado también por un operario de planta.

Tabla 2. Análisis de la calidad de las chapas. Fuente: Elaboración propia

Caso de uso	Gestión de proveedores
Actor	Responsable de planta.
Descripción	El caso de uso se inicia cuando el responsable de planta quiere hacer una planificación de la producción o evaluar los diferentes proveedores de materia prima. El programa debe mostrar datos sobre los proveedores de materia prima y el rendimiento de los los slabs proporcionados por cada uno de los proveedores. Este caso de uso podría ser realizado también por un operario de planta.

Tabla 3. Gestión de proveedores. Fuente: Elaboración propia

Caso de uso	Optimización de procesos
Actor	Responsable de planta.
Descripción	El caso de uso se inicia cuando el responsable de planta quiere visualizar datos para identificar áreas de mejora en el proceso de producción. El programa debe mostrar información sobre el rendimiento de las chapas, la calidad de las chapas, rendimiento de los componentes del proceso. Este caso de uso podría ser realizado también por un operario de planta.

Tabla 4. Optimización de procesos. Fuente: Elaboración propia

### 4.3 Requisitos funcionales

En este apartado se especifican los distintos requisitos funcionales propuestos por el cliente que debería tener la solución propuesta:

- **Cálculos de rendimientos:** la solución debe calcular y mostrar tanto el rendimiento metálico teórico como el rendimiento metálico real de las chapas industriales teniendo en cuenta los datos teóricos y notificados o reales almacenados en el sistema.
- **Visualización de porcentajes de desviación:** la transacción debe ser capaz de calcular el porcentaje de desviación entre el parámetro correspondiente al espesor teórico de la chapa y el espesor real de la chapa. Lo mismo se aplica para el porcentaje de desviación entre el ancho teórico y real, el largo teórico y real y el peso teórico y real de cada una de las chapas fabricadas. Estos datos deben poder visualizarse en el reporte resultado de la ejecución de la transacción.

- **Visualización de datos:** la transacción debe permitir al usuario final visualizar los datos necesarios para poder analizar y optimizar si fuese necesario, el proceso de producción de chapas industriales.
- **Control de calidad y fabricación:** la solución debe ser capaz de ofrecer un informe detallado en formato de tabla para ayudar a identificar posibles errores de fabricación y ser el punto de partida para corregirlas.

#### 4.4 Requisitos técnicos

A continuación, se explican los requisitos técnicos de la solución propuesta:

- **Formato de la solución:** la transacción generada debe generar como output resultante un reporte en formato ALV, ya que este tipo informe presenta una interfaz intuitiva que resulta sencilla de comprender por el usuario final. Además, el usuario final podrá exportar el resultado del reporte en formato Microsoft Excel u otros formatos similares.
- **Selección de datos:** el programa deberá ser capaz de seleccionar y obtener datos introducidos por el usuario en una tabla auxiliar llamada ZCHAPA\_DATA alojada en la base de datos interna de SAP. Esta tabla será actualizada por el usuario final con la finalidad de introducir los datos necesarios para el buen funcionamiento de la transacción.
- **Filtrado de datos:** la transacción debe ser capaz de filtrar los datos por el campo de “LOTE” para realizar correctamente el cálculo tanto del rendimiento metálico teórico como el rendimiento metálico real.
- **Integración con SAP:** la solución debe integrarse con el sistema estándar de SAP con la finalidad de ser fácilmente manipulable por el cliente y ser capaz de extraer datos de tablas de la base de datos del sistema SAP.
- **Rendimiento:** la transacción debe ser eficiente en cuanto a rendimiento y tiempo de respuesta, sobre todo cuando se trabaje con grandes cantidades de datos de producción.





## 5. Desarrollo de la solución

---

En el siguiente apartado presentaremos una explicación detallada de la solución desarrollada para optimizar el proceso de fabricación de chapas industriales. La solución, como hemos explicado en puntos anteriores, se basa en un informe en ABAP que facilita la visualización y el análisis de los datos del proceso de producción y control de calidad de chapas industriales. En este informe, se incluyen datos como el tiempo de horneado (tiempo que pasa un *slab* dentro del horno), el rendimiento metálico y de laminado del *slab*, así como el porcentaje de cascarilla o chatarra del *slab*.

### 5.1. Desarrollo

El objetivo principal del desarrollo es proporcionar una herramienta robusta que permita a los usuarios finales obtener una visión detallada y general del proceso de producción llevado a cabo en sus plantas.

Para llevar a cabo la solución planteada en este trabajo de fin de grado, primeramente, necesitaremos crear y definir los tipos de datos para cada una de las variables utilizadas en el desarrollo, tanto los campos de la tabla interna que almacenará los datos y características de las chapas, como los campos que mostraremos en el reporte final en formato de tabla.

#### 5.1.1 Creación de tipos de datos de la tabla ZCHAPA\_DATA

En este punto, explicaremos los diferentes tipos de datos creados para llevar a cabo el desarrollo de la solución. En el ámbito de la programación, un tipo de datos es una especificación que define la naturaleza de los datos que puede almacenar una determinada variable en un programa.

La creación de estos tipos de datos se lleva a cabo desde la transacción estándar de SAP, SE11. Mediante esta transacción el usuario de SAP puede crear, modificar y visualizar tipos de datos o tablas de datos.

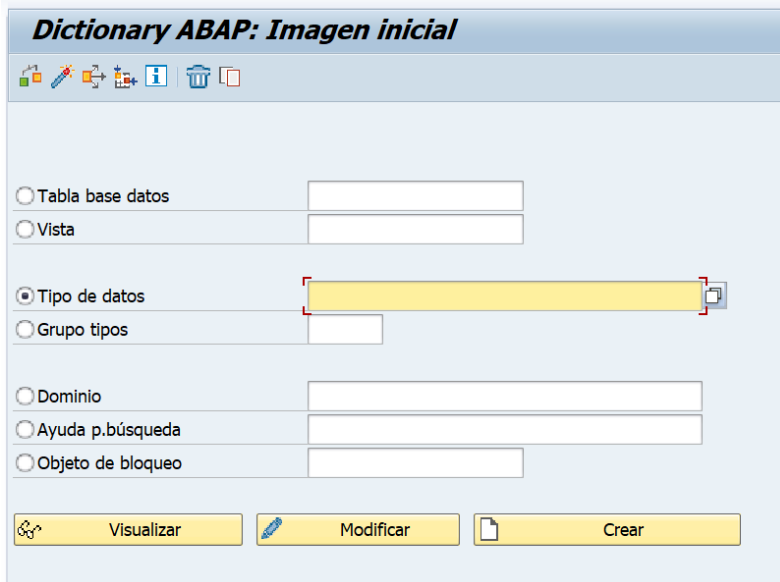


Figura 20. Transacción SE11. Fuente: Elaboración propia

Una vez, introducido el nombre del tipo de dato que se desea visualizar, modificar o crear. Presionamos la tecla “ENTER” y accederemos a un menú con diferentes apartados, donde los más relevantes para la modificación, visualización o creación de un tipo de datos son los apartados “Tipo de datos” y “Denominación de campo”.

En el primero de ellos podremos definir el tipo de datos asociado al elemento de datos que queremos crear. Veámoslo en el siguiente ejemplo, donde se desea visualizar el tipo de datos AUFNR en SAP. Este elemento de datos indica el número de orden que identifica a una orden. Una orden en SAP es un objeto de negocio que se utiliza para planificar, realizar un seguimiento y registrar actividades específicas relacionadas con la producción, el mantenimiento, servicios y otros procesos empresariales.

**Dict: Visualizar elemento datos**

Documentación Docu adicional

Elemento datos  activo

Descripción breve

Atributos Tipo datos Propiedades adicionales Denom.campo

Tipo elemental

Dominio  Número de orden

Tipo datos  String

Longitud

Tipo instalado

Tipo datos

Longitud

Tipo referencia

Tipo referenciado

Referencia a tipo instalado

Tp.datos

Longitud

Figura 21. Tipo de datos ejemplo. Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, encontramos el apartado de denominación de campo, donde determinaremos el texto breve, mediano y largo y la cabecera de nuestro elemento. Estos campos se visualizarán y darán nombre a la columna que haga referencia a este tipo de datos en las diferentes tablas de datos que hagan uso de este.

**Dict: Visualizar elemento datos**

Documentación Docu adicional

Elemento datos  activo

Descripción breve

Atributos Tipo datos Propiedades adicionales Denom.campo

	Long.	Denominador de campo
Breve	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="Orden"/>
Mediano	<input type="text" value="15"/>	<input type="text" value="Orden"/>
Largo	<input type="text" value="20"/>	<input type="text" value="Orden"/>
Cabecera	<input type="text" value="12"/>	<input type="text" value="Orden"/>

Figura 22. Denominación de campos ejemplo. Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestran los diferentes tipos de datos definidos para las variables o campos de la tabla interna. Para cada uno de estos tipos de datos se muestra su definición, tanto del apartado “Tipo datos” como el apartado “Denominación de campo”.

Para la tabla interna será necesario crear los tipos de datos siguientes: un tipo de datos que indique el tiempo de entrada de la chapa en el horno, otro campo similar para indicar también el tiempo de salida de la chapa del horno. Además, será necesario definir dos tipos de datos para almacenar los valores teóricos y reales de cada una de las características de la chapa, como espesor, ancho, largo y el peso de esta. Asimismo, deberemos crear un tipo de datos para almacenar el valor del *slab* de acero que se utilizará como materia prima en el proceso productivo y también dos tipos de datos para almacenar el porcentaje de chatarra de la chapa resultado del proceso de productivo así como el porcentaje de cascarilla que se desprende de la chapa durante el proceso de laminación.

Seguidamente, explicamos la creación y definición de cada uno de los tipos de datos necesarios para llevar a cabo el desarrollo de la solución planteada.

- **Tipo de datos ZPESO\_SLAB:** este tipo de datos hace referencia al peso del *slab* de acero utilizado como materia prima a partir del cual se fabricarán las chapas industriales finales. Indicamos su tipo de datos como “DEC” (Número decimal), de longitud 7 y 2 números decimales.

The screenshot shows a software interface titled "Dictionary: Modificar elemento datos". At the top, there are navigation icons and links for "Documentación" and "Docu adicional". The main form contains the following fields and options:

- Elemento datos:** ZPESO\_SLAB (with a dropdown arrow) and "activo" (checkbox).
- Descripción breve:** "Peso del slab" (highlighted in yellow).
- Navigation tabs:** "Atributos", "Tipo datos" (selected), "Propiedades adicionales", and "Denom.campo".
- Radio buttons for data type selection:**
  - Tipo elemental
  - Dominio
  - Tipo instalado
  - Tipo referencia
  - Tipo referenciado
  - Referencia a tipo instalado
- Fields for "Tipo instalado":**
  - Tipo datos:** DEC
  - Cifra comp.en formato FCD:** (empty)
  - Longitud:** 7
  - Decimales:** 2
- Fields for "Referencia a tipo instalado":**
  - Tp.datos:** (empty)
  - Longitud:** 0

Figura 23. Tipo de datos ZPESO\_SLAB. Fuente: Elaboración propia

Para el apartado de denominación de campos definimos este tipo de datos de la siguiente manera:

	Long.	Denominador de campo
Breve	10	Peso Slab
Mediano	20	Peso del Slab
Largo	40	Peso del Slab
Cabecera	55	Peso del Slab

Figura 24. Denominación de campos ZPESO\_SLAB. Fuente: Elaboración propia

- **Tipo de datos ZPOR\_CHAT:** indica el porcentaje de chatarra obtenida durante el proceso de producción de las chapas industriales. Esta cantidad de chatarra posteriormente será vendida por la empresa cliente. Indicamos su tipo de datos como “DEC” (Número decimal), de longitud 7 y 2 números decimales.

**Tipo de datos ZPOR\_CHAT**

**Tipo instalado**

Tipo datos: DEC    Cífra comp.en formato FCD

Longitud: 7    Decimales: 2

Figura 25. Tipo de datos ZPOR\_CHAT. Fuente: Elaboración propia

Asimismo, el apartado de denominación de campo se define de la siguiente manera:

	Long.	Denominador de campo
Breve	10	Por_Chat
Mediano	20	Porcentaje Chatarra
Largo	40	Porcentaje de Chatarra
Cabecera	55	Porcentaje de Chatarra

Figura 26. Denominación de campos ZPOR\_CHAT. Fuente: Elaboración propia

- **Tipo de datos ZPOR\_CASC:** define el porcentaje de cascarilla obtenida durante el proceso de laminación chapas fabricadas. Este campo se define como un tipo de datos “DEC” (Número decimal), de longitud 7 y 2 decimales.

Tipo elemental  
 Dominio

Tipo instalado  
 Tipo datos: DEC  
 Longitud: 7  
 Cifra comp.en formato FCD: Decimales: 2

Tipo referencia  
 Referencia a tipo instalado  
 Tp.datos: Longitud: 0

Figura 27. Tipo de datos ZPOR\_CASC. Fuente: Elaboración propia

Y la denominación de campos se define de la siguiente manera:

Breve	Long.	Denominador de campo
Breve	10	Por_Casc
Mediano	20	Porcen Cascarilla
Largo	40	Porcentaje de Cascarilla
Cabecera	55	Porcentaje de Cascarilla

Figura 28. Denominación de campos ZPOR\_CASC. Fuente: Elaboración propia

- **Tipos de datos ZESPESOR\_T y ZESPESOR\_R:** estos tipos de datos indican el valor del espesor teórico y real de cada una de las chapas producidas en el proceso de producción. El espesor de una chapa de acero representa la distancia entre sus dos caras paralelas, es decir, la medida del grosor de la chapa. Este valor deberá ser igual para cada chapa fabricada por el mismo *slab* de materia prima. Estos campos los definiremos de tipo “DEC” (Número decimal), con una longitud de 7 cifras y con un máximo de 2 decimales.

Tipo elemental  
 Dominio

Tipo instalado  
 Tipo datos: DEC    Cífra comp.en formato FCD  
 Longitud: 7    Decimales: 2

Tipo referencia  
 Tipo referenciado

Referencia a tipo instalado  
 Tp.datos:    Longitud: 0

Figura 29. Tipo de datos ZESPESOR\_T. Fuente: Elaboración propia

En el apartado de denominación de campo, definimos el texto breve como “ESPESOR\_T”, el campo mediano como “Espesor Teórico” y el campo largo y la cabecera como “Espesor Teórico de la Chapa”.

	Long.	Denominador de campo
Breve	10	ESPESOR T
Mediano	20	Espesor Teórico
Largo	40	Espesor Teórico de la Chapa
Cabecera	55	Espesor Teórico de la Chapa

Figura 30. Denominación de campos ZESPESOR\_T. Fuente: Elaboración propia

De forma similar creamos el tipo de datos Z\_ESPESOR\_R:

Tipo elemental  
 Dominio

Tipo instalado
   
 Tipo datos: DEC    Cífra comp.en formato FCD
   
 Longitud: 7    Decimales: 2

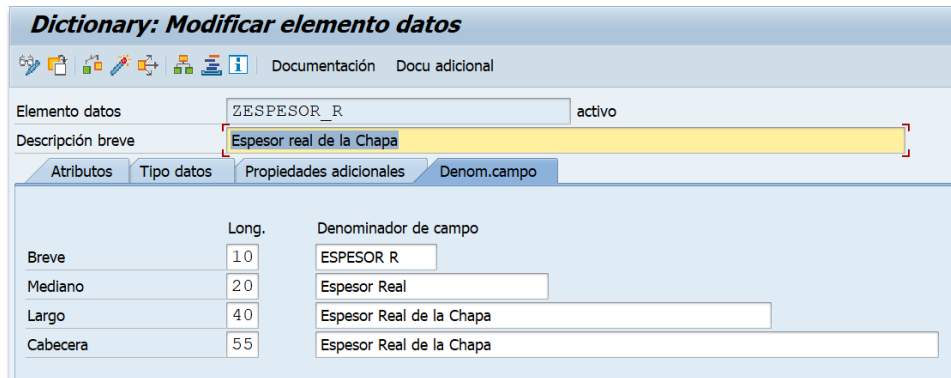
Tipo referencia  
 Tipo referenciado

Referencia a tipo instalado
   
 Tp.datos:
   
 Longitud: 0

Figura 31. Tipo de datos ZESPESOR\_R. Fuente: Elaboración propia



Y para el apartado denominación de campo:



**Dictionary: Modificar elemento datos**

Elemento datos: ZESPESOR\_R activo

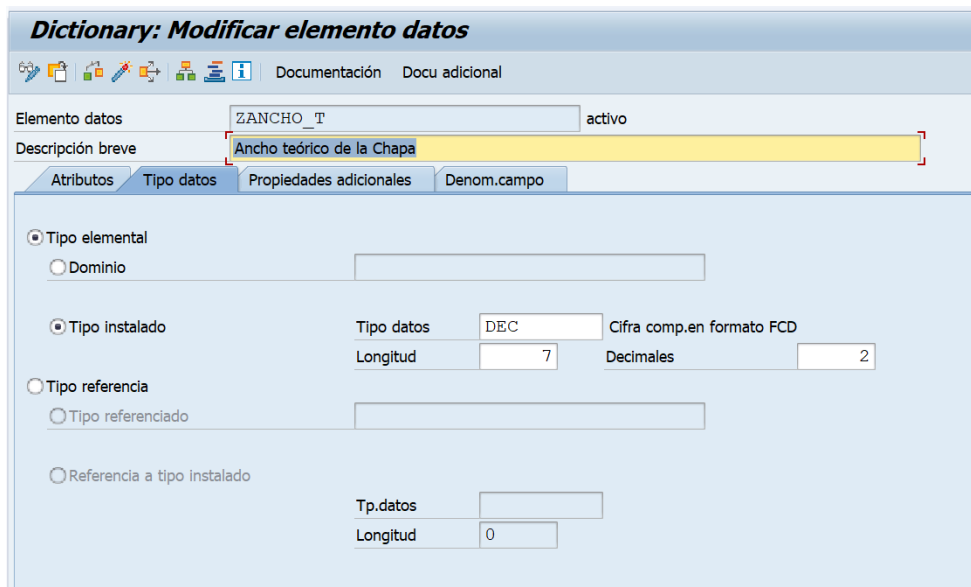
Descripción breve: Espesor real de la Chapa

**Atributos** | **Tipo datos** | **Propiedades adicionales** | **Denom.campo**

	Long.	Denominador de campo
Breve	10	ESPESOR R
Mediano	20	Espesor Real
Largo	40	Espesor Real de la Chapa
Cabecera	55	Espesor Real de la Chapa

Figura 32. Denominación de campos ZESPESOR\_R. Fuente: Elaboración propia

- **Tipos de datos ZANCHO\_T y ZANCHO\_R:** los siguientes tipos de datos hacen referencia al ancho teórico y real de las chapas de acero producidas. El ancho de las chapas de acero que provengan del mismo *slab* de materia prima deberán tener el mismo ancho teórico. Estos tipos de datos, al igual de los tipos de datos ZESPESOR\_T y ZESPESOR\_R son de tipo “DEC” (Número decimal), de longitud 7 y permitiendo como máximo 2 decimales.



**Dictionary: Modificar elemento datos**

Elemento datos: ZANCHO\_T activo

Descripción breve: Ancho teórico de la Chapa

**Atributos** | **Tipo datos** | **Propiedades adicionales** | **Denom.campo**

Tipo elemental

Dominio

Tipo instalado

Tipo datos: DEC Cifra comp.en formato FCD

Longitud: 7 Decimales: 2

Tipo referencia

Referencia a tipo instalado

Tp.datos: Longitud: 0

Figura 33. Tipo de datos ZANCHO\_T. Fuente: Elaboración propia

Asimismo, indicaremos un campo breve “ANCHO\_T”, un campo mediano como “Ancho Teórico” y el campo largo y la cabecera “Ancho teórico de la Chapa”.

	Long.	Denominador de campo
Breve	10	ANCHO T
Mediano	20	Ancho Teórico
Largo	40	Ancho teórico de la Chapa
Cabecera	55	Ancho teórico de la Chapa

Figura 34. Denominación de campos ZANCHO\_T. Fuente: Elaboración propia

El tipo de datos ZANCHO\_R lo definimos de la siguiente manera:

Tipo elemental  
 Dominio

Tipo instalado
   
 Tipo datos: DEC
   
 Longitud: 7
   
 Decimales: 2

Tipo referencia  
 Tipo referenciado

Referencia a tipo instalado
   
 Tp.datos:
   
 Longitud: 0

Figura 35. Tipo de datos ZANCHO\_R. Fuente: Elaboración propia

Y para el apartado de denominación de campos:

	Long.	Denominador de campo
Breve	10	ANCHO R
Mediano	20	Ancho Real
Largo	40	Ancho real de la Chapa
Cabecera	55	Ancho real de la Chapa

Figura 36. Denominación de campos ZANCHO\_R. Fuente: Elaboración propia

- **Tipos de datos ZLARGO\_T y ZLARGO\_R:** estos tipos de datos indican el largo teórico y real de las chapas. El largo teórico de las chapas fabricadas a partir del mismo *slab* de acero como materia prima deberá ser el mismo. Estos tipos de datos son de tipo “DEC” (Número decimal), de longitud 7 y permitiendo como máximo 2 decimales.

**Tipo datos**

Tipo datos: DEC  
 Longitud: 7  
 Decimales: 2

Figura 37. Tipo de datos ZLARGO\_T. Fuente: Elaboración propia

Para el apartado de denominación de campos establecemos un campo breve como “LARGO\_T”, un campo mediano como “Largo Teórico” y el campo largo y la cabecera como “Largo Teórico de la Chapa”.

**Dictionary: Modificar elemento datos**

Elemento datos: ZLARGO\_T activo

Descripción breve: Largo teórico de la Chapa

Atributos | Tipo datos | Propiedades adicionales | Denom.campo

	Long.	Denominador de campo
Breve	10	LARGO T
Mediano	20	Largo Teórico
Largo	40	Largo Teórico de la Chapa
Cabecera	55	Largo Teórico de la Chapa

Figura 38. Denominación de campos ZLARGO\_T. Fuente: Elaboración propia

De igual manera definimos el tipo de datos ZLARGO\_R:

**Dictionary: Modificar elemento datos**

Elemento datos: ZLARGO\_R activo

Descripción breve: Largo real de la Chapa

Atributos | Tipo datos | Propiedades adicionales | Denom.campo

Tipo elemental

Dominio

Tipo instalado

Tipo datos: DEC Cífra comp.en formato FCD

Longitud: 7 Decimales: 2

Tipo referencia

Tipo referenciado

Referencia a tipo instalado

Tp.datos:

Longitud: 0

Figura 39. Tipo de datos ZLARGO\_R. Fuente: Elaboración propia

Definimos también el apartado de denominación de campo para el tipo de datos ZLARGO\_R como:

**Dictionary: Modificar elemento datos**

Elemento datos: ZLARGO\_R activo

Descripción breve: Largo real de la Chapa

Atributos | Tipo datos | Propiedades adicionales | Denom.campo

	Long.	Denominador de campo
Breve	10	LARGO R
Mediano	20	Largo Real
Largo	40	Largo real de la Chapa
Cabecera	55	Largo real de la Chapa

Figura 40. Denominación de campos ZLARGO\_R. Fuente: Elaboración propia

- **Tipos de datos ZPESO\_T y ZPESO\_R:** estos tipos de datos indican el peso teórico y real de las chapas. Todas las chapas producidas a partir del mismo *slab* de materia prima deberán tener el mismo valor de peso teórico. Estos tipos de datos son de tipo “DEC” (Número decimal), de longitud 7 y permitiendo como máximo 2 decimales.

**Dictionary: Modificar elemento datos**

Elemento datos: ZPESO\_T activo

Descripción breve: Peso teórico de la Chapa

**Tipo datos**

Tipo elemental

Dominio

Tipo instalado

Tipo datos: DEC Cifra comp.en formato FCD

Longitud: 7 Decimales: 2

Tipo referencia

Tipo referenciado

Referencia a tipo instalado

Tp.datos: [ ]

Longitud: 0

Figura 41. Tipo de datos ZPESO\_T. Fuente: Elaboración propia

Y para el apartado denominación de campos:

**Dictionary: Modificar elemento datos**

Elemento datos: ZPESO\_T activo

Descripción breve: Peso teórico de la Chapa

**Denom.campo**

	Long.	Denominador de campo
Breve	10	PESO T
Mediano	20	Peso Teórico
Largo	40	Peso teórico de la Chapa
Cabecera	55	Peso teórico de la Chapa

Figura 42. Denominación de campos ZPESO\_T. Fuente: Elaboración propia

De forma similar creamos el tipo de datos ZPESO\_R:

**Dictionary: Modificar elemento datos**

Elemento datos: ZPESO\_R activo

Descripción breve: Peso real de la Chapa

Tipo datos: DEC, Longitud: 7, Decimales: 2

Figura 43. Tipo de datos ZPESO\_R. Fuente: Elaboración propia

**Dictionary: Modificar elemento datos**

Elemento datos: ZPESO\_R activo

Descripción breve: Peso real de la Chapa

	Long.	Denominador de campo
Breve	10	PESO R
Mediano	20	Peso Real
Largo	40	Peso real de la Chapa
Cabecera	55	Peso real de la Chapa

Figura 44. Denominación de campos ZPESO\_R. Fuente: Elaboración propia

### 5.1.2 Creación de la tabla ZCHAPA\_DATA

En el marco de la solución desarrollada para la optimización del proceso de producción de chapas industriales de acero, es necesario disponer de una estructura que centralice y organice los datos relevantes sobre las órdenes de fabricación de las chapas. Con esta finalidad, se crea la tabla “ZCHAPA\_DATA” en el sistema SAP ECC. Esta tabla, tiene un papel fundamental en el almacenamiento y procesamiento de los datos de producción, permitiendo un análisis preciso de diversos parámetros operativos.

La tabla “ZCHAPA\_DATA” ha sido diseñada para resolver diversas necesidades clave en la gestión de la producción de chapas de acero:

- Facilitar la recopilación de datos en una fuente de información centralizada, lo que permite un seguimiento exhaustivo de cada lote de producción.

- Proveer datos detallados y necesarios para evaluar la calidad de las chapas producidas, permitiendo realizar cálculos de desviaciones de dimensiones y pesos, además de rendimientos metálicos.
- Permitir el análisis detallado y ayudar en la toma de decisiones informada para la optimización del uso de materias primas y la eficiencia del proceso de fabricación.

La tabla “ZCHAPA\_DATA” almacena la siguiente información para cada orden de producción de chapas industriales en SAP:

- **Número de orden:** este campo indica el número identificador de la orden de fabricación. Este valor permite gestionar cada orden individualmente, facilitando su trazabilidad y el control de los diferentes procesos. Cabe destacar que este tipo de datos es un tipo de datos estándar de SAP.
- **Tipo de orden:** hace referencia al tipo de orden, esta puede ser contra pedido o contra stock. Además, este campo estándar de SAP permite diferenciar los diferentes tipos de órdenes dentro del sistema.
- **Material:** indica el número identificativo del material que produce una orden de fabricación determinada.
- **Lote:** indica el número de lote al que pertenece un material determinado.
- **Id del proveedor:** indica el código del proveedor de materia prima. Esto permite rastrear la materia prima desde su origen, brindando la posibilidad de evaluar la calidad y el rendimiento de los distintos proveedores de este tipo de materiales.
- **Porcentaje de chatarra:** porcentaje de material que se convierte en chatarra durante el proceso de producción. Este dato es fundamental para calcular la eficiencia del proceso e identificar las diferentes oportunidades de mejora en la reducción de desperdicios durante el proceso de fabricación de chapas industriales. Además, este porcentaje de chatarra será vendido posteriormente, por lo tanto, es crucial tener identificada la cantidad de chatarra que se desprende de las chapas producidas.
- **Porcentaje de cascarilla:** porcentaje de cascarilla que se desprende durante el proceso de laminación de las chapas de acero. Este dato es muy similar al porcentaje de chatarra y es importante para evaluar la eficiencia y calidad del proceso de producción.
- **Tiempos de entrada y salida del horno:** estos campos indican tanto el instante de tiempo en el que las chapas entran en el horno del proceso productivo como el instante de tiempo en el que salen de este.

- **Dimensiones teóricas y reales de las chapas:** estos campos indican las características y dimensiones de teóricas y reales de las chapas. Estos campos hacen referencia al espesor, ancho y largo de las chapas.
- **Peso teórico y real de las chapas:** indican el peso teórico y real en kilogramos de las chapas producidas.

Por otro lado, los operarios de la fábrica de la empresa cliente desempeñan un papel esencial en la actualización y mantenimiento de la tabla “ZCHAPA\_DATA”, entre sus responsabilidades destacan:

- Ingresar datos precisos sobre cada lote de producción, asegurando que la información necesaria para la optimización del proceso productivo esté disponible para su posterior análisis.
- Verificar la exactitud de los datos ingresados y realizar los ajustes pertinentes en caso de detectar incoherencias o posibles errores.
- Utilizar los informes generados a partir de la tabla “ZCHAPA\_DATA” para identificar posibles áreas de mejora en el proceso de fabricación e implementar cambios que consigan optimizar la producción, la gestión de la materia prima y la calidad del producto final.

Seguidamente se muestra el proceso de creación de la tabla “ZCHAPA\_DATA” en detalle:

1. Primeramente, ingresamos el código de la transacción SE11 en la barra de comandos de SAP. Como hemos visto en el punto anterior “5.1.2 Creación de los tipos de datos para la tabla ZCHAPA\_DATA”, esta transacción permite crear, visualizar o modificar tablas de datos y tipos de datos en SAP. Una vez llegados al menú de dicha transacción, introducimos el nombre de la tabla en el campo “Tabla de base de datos”

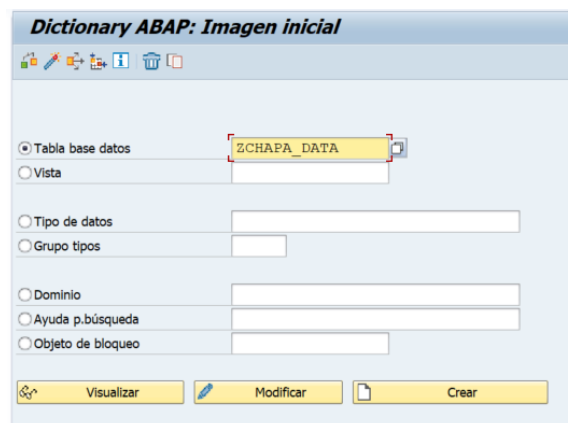


Figura 45. Creación ZCHAPA\_DATA. Fuente: Elaboración propia



2. Creamos la tabla haciendo clic en el botón de “Crear”, y a continuación definimos los diferentes campos de la tabla, incluyendo el número de orden (AUFNR), el tipo de orden (AUFART), el material y el lote (MATNR y CHARG\_D), el identificador del proveedor (LIFN), el peso del *slab* (ZPESO\_SLAB), el porcentaje de chatarra denominado con el nombre de (ZPOR\_CHAT), el porcentaje de cascarilla (ZPOR\_CASC), el tiempo de entrada al horno (ZT\_ENTRADA\_HORNO), tiempo de salida del horno (ZT\_SALIDA\_HORNO), las diferentes dimensiones teóricas de las chapas (ZESPESOR\_T, ZANCHO\_T, ZLARGO\_T, ZPESO\_T) y las dimensiones reales (ZESPESOR\_R, ZANCHO\_R, ZLARGO\_R y ZPESO\_R).

**Dict: Visualizar tabla**

Tabla transparente: ZCHAPA\_DATA activo

Descripción breve: Info chapas industriales

Atributos Entrega y actualización Campos Ayuda p./Verif.entr. Campos de moneda/cantidad Índices

Campo	Clv	Val.i...	Elem.datos	Tipo de datos	Long.	Decimales	Sist.coord.	Descripción breve
AUFNR	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	AUFNR	CHAR	12	0		0 Número de orden
AUFART	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	AUFART	CHAR	4	0		0 Clase de orden
MATERIAL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	MATNR	CHAR	40	0		0 Número de material
LOTE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CHARG_D	CHAR	10	0		0 Número de lote
PROV ID	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	LIFNR	CHAR	10	0		0 Número de cuenta del proveedor o acreedor
PESO SLAB	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ZPESO_SLAB	DEC	7	2		0 Peso del slab
POR CHAT	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ZPOR_CHAT	DEC	7	2		0 Porcentaje de Chatarra
POR CASC	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ZPOR_CASC	DEC	7	2		0 Porcentaje de Cascarilla
T ENTRADA HORNO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ZT_ENTRADA HORNO	TIMS	6	0		0 Tiempo de entrada al horno
T SALIDA HORNO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ZT_SALIDA HORNO	TIMS	6	0		0 Tiempo de salida del horno
ESPESOR T	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ZESPESOR T	DEC	7	2		0 Espesor teórico de la chapa
ESPESOR R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ZESPESOR R	DEC	7	2		0 Espesor real de la Chapa

Figura 46. Campos ZCHAPA\_DATA 1. Fuente: Elaboración propia

Atributos Entrega y actualización Campos Ayuda p./Verif.entr. Campos de moneda/cantidad Índices

Campo	Clv	Val.i...	Elem.datos	Tipo de datos	Long.	Decimales	Sist.coord.	Descripción breve
T SALIDA HORNO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ZT_SALIDA HORNO	TIMS	6	0		0 Tiempo de salida del horno
ESPESOR T	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ZESPESOR T	DEC	7	2		0 Espesor teórico de la chapa
ESPESOR R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ZESPESOR R	DEC	7	2		0 Espesor real de la Chapa
ANCHO T	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ZANCHO T	DEC	7	2		0 Ancho teórico de la Chapa
ANCHO R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ZANCHO R	DEC	7	2		0 Ancho real de la Chapa
LARGO T	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ZLARGO T	DEC	7	2		0 Largo teórico de la Chapa
LARGO R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ZLARGO R	DEC	7	2		0 Largo real de la Chapa
PESO T	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ZPESO T	DEC	7	2		0 Peso teórico de la Chapa
PESO R	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ZPESO R	DEC	7	2		0 Peso real de la Chapa

Figura 47. Campos ZCHAPA\_DATA 2. Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar en las anteriores figuras (*Figura 46 y Figura 47*), a cada uno de los campos de la tabla “ZCHAPA\_DATA” se le ha asignado su correspondiente tipo de datos, definidos en el punto anterior “5.1.2 Creación de tipos de datos para la tabla ZCHAPA\_DATA”

### 5.1.3 Creación de tipos de datos de la tabla LT\_ORDER\_DATA

En el contexto del presente trabajo de fin de grado, se ha desarrollado una herramienta en SAP ABAP orientada a la optimización del proceso productivo de chapas industriales de acero. Un componente esencial del desarrollo de esta solución informática es la tabla “LT\_ORDER\_DATA”, donde se almacenan los datos útiles para la optimización del proceso de fabricación de las chapas de acero.

Para garantizar una gestión adecuada de la información y facilitar el procesamiento de los datos, de la misma manera que hemos explicado anteriormente para los tipos de datos de la tabla interna “ZCHAPA\_DATA”, definimos tipos de datos específicos para cada uno de los campos de la tabla “LT\_ORDER\_DATA”. Estos tipos de datos incorporan elementos adicionales para el cálculo y visualización de parámetros clave, como el rendimiento metálico teórico y real de cada una de las chapas producidas y los porcentajes de desviación entre los valores teóricos y reales de las características y propiedades físicas de las chapas.

Del mismo modo que los tipos de datos para la tabla “ZCHAPA\_DATA”, la creación de los tipos de datos para la tabla “LT\_ORDER\_DATA” se realiza desde la transacción SE11 de SAP. A continuación, se detallan los tipos de datos creados y su propósito dentro de la aplicación desarrollada:

- **Tipo de datos ZPORDESV\_ESP:** este tipo de datos almacena el porcentaje de desviación entre el espesor teórico y el espesor real de cada una de las chapas de acero producidas. Este campo es fundamental para evaluar la precisión del proceso de fabricación e identificar posibles incoherencias que puedan afectar a la calidad del producto final. El porcentaje de desviación del espesor se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Desviación del Espesor} = \frac{(\text{Espesor Teórico} - \text{Espesor Real})}{\text{Espesor Teórico}} * 100$$



A continuación, mostramos la definición del tipo de datos ZPORDESV\_ESP en SAP ECC para el apartado “Tipo de datos”, donde se define como un número decimal de longitud 5 y como máximo 2 decimales:

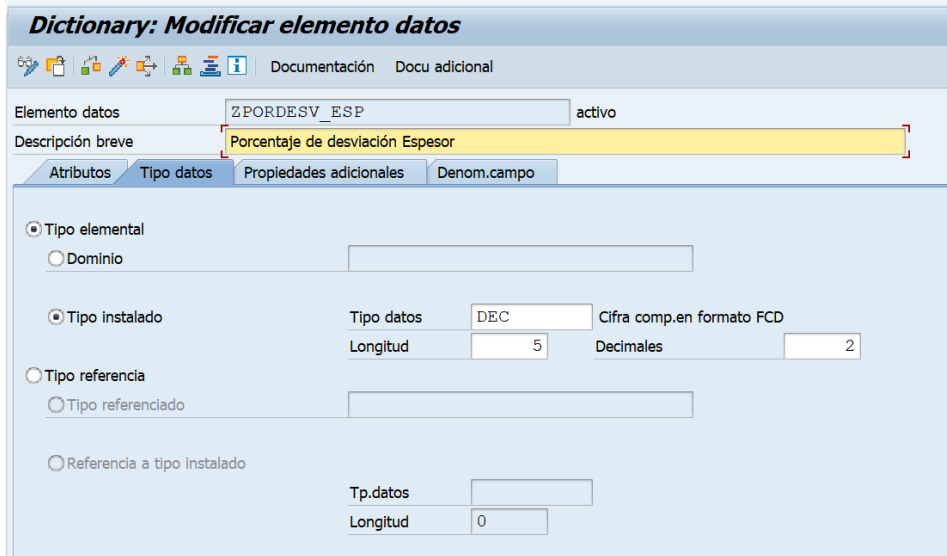


Figura 48. Tipo de datos ZPORDESV\_ESP. Fuente: Elaboración propia

Seguidamente, se define el apartado denominación de campo:

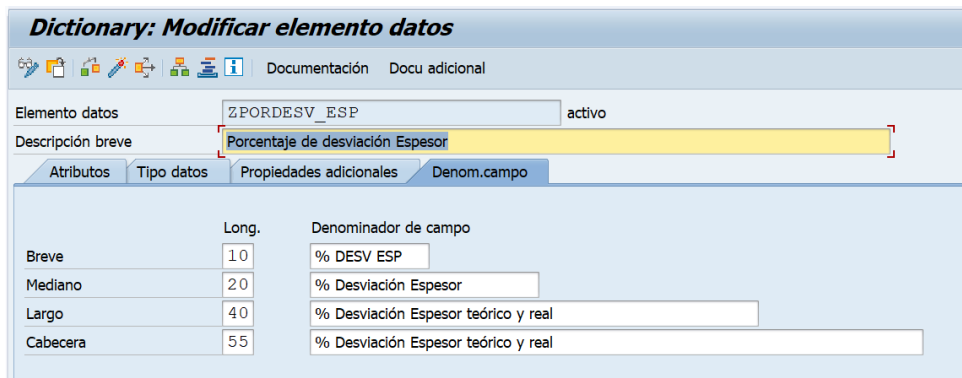


Figura 49. Denominación de campos ZPORDESV\_ESP. Fuente: Elaboración propia

- **Tipo de datos ZPORDESV\_ANCHO:** almacena el porcentaje de desviación entre el ancho teórico y el ancho real de las chapas de acero producidas. El porcentaje de desviación del ancho se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Desviación del Ancho} = \frac{(\text{Ancho Teórico} - \text{Ancho Real})}{\text{Ancho Teórico}} * 100$$

Este tipo de datos, se define en SAP como un número decimal de longitud 5, permitiendo 2 decimales.

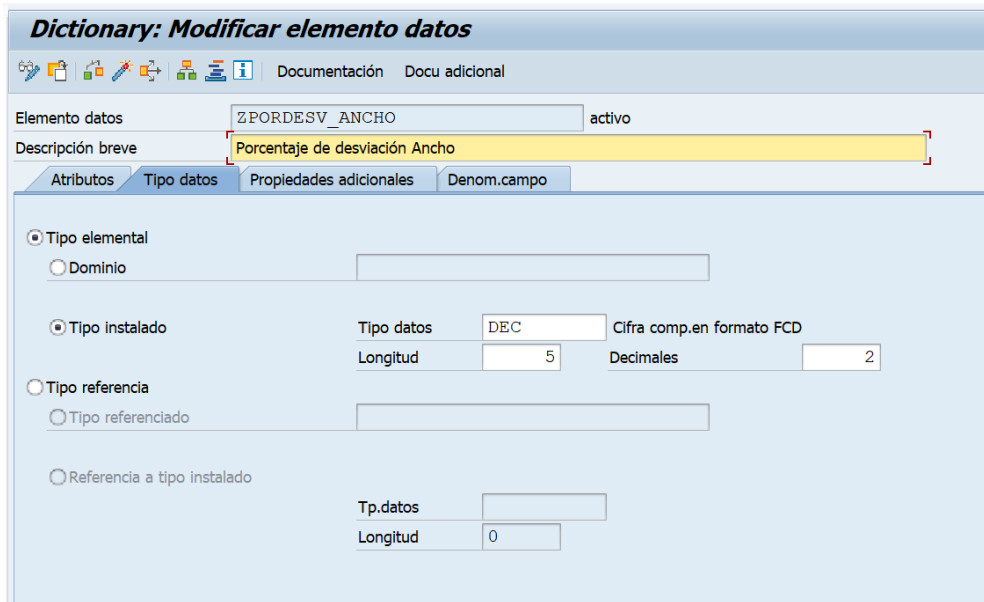


Figura 50. Tipo de datos ZPORDESV\_ANCHO. Fuente: Elaboración propia

El apartado de denominación de campo se declara de la siguiente manera:

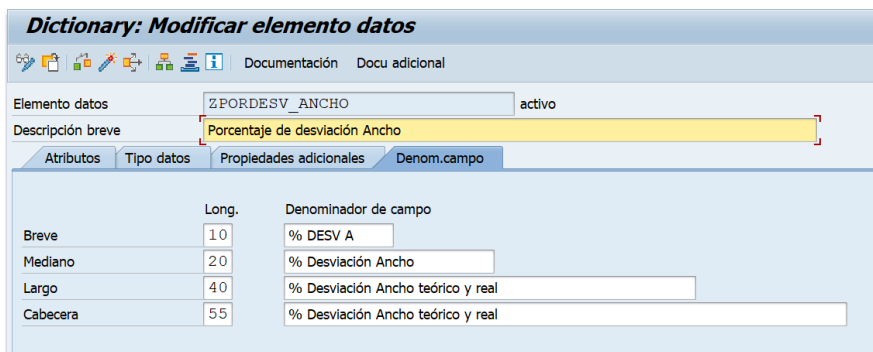


Figura 51. Denominación de campos ZPORDESV\_ANCHO. Fuente: Elaboración propia

- **Tipo de datos ZPORDESV\_LARGO:** permite almacenar el porcentaje de desviación entre el largo teórico y el largo real de las chapas de acero producidas. El porcentaje de desviación del largo de las chapas se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Desviación del Largo} = \frac{(\text{Largo Teórico} - \text{Largo Real})}{\text{Largo Teórico}} * 100$$

Seguidamente se define este tipo de datos en SAP ECC, al igual que el tipo de datos ZPORDESV\_ESP y ZPORDESV\_ANCHO, como un número decimal de 5 cifras permitiendo 2 decimales.

**Dictionary: Modificar elemento datos**

Elemento datos: ZPORDESV\_LARGO activo

Descripción breve: Porcentaje de desviación Largo

**Tipo datos**

Tipo elemental

Dominio

Tipo instalado

Tipo datos: DEC Cifra comp.en formato FCD

Longitud: 5 Decimales: 2

Tipo referencia

Tipo referenciado

Referencia a tipo instalado

Tp.datos: Longitud: 0

Figura 52. Tipo de datos ZPORDESV\_LARGO. Fuente: Elaboración propia

El apartado de denominación de campos para este tipo es el siguiente:

**Dictionary: Modificar elemento datos**

Elemento datos: ZPORDESV\_LARGO activo

Descripción breve: Porcentaje de desviación Largo

**Denom.campo**

Breve	Long.	Denominador de campo
Breve	10	% DESV L
Mediano	20	% Desviación Largo
Largo	40	% Desviación Largo teórico y real
Cabecera	55	% Desviación Largo teórico y real

Figura 53. Denominación de campos ZPORDESV\_LARGO. Fuente: Elaboración propia

- **Tipo de datos ZPORDESV\_PESO:** indica el porcentaje de desviación entre el peso teórico y el peso real de las chapas de acero producidas. Este campo peso se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Desviación del Peso} = \frac{(\text{Peso Teórico} - \text{Peso Real})}{\text{Peso Teórico}} * 100$$

Este tipo de datos se define en SAP ECC como un número decimal de longitud 5 y 2 números decimales.

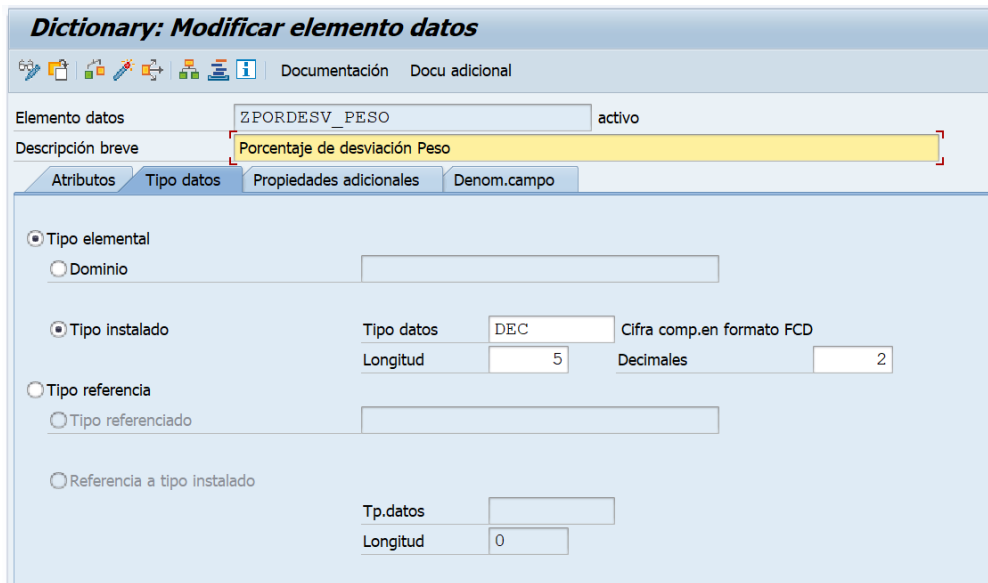


Figura 54. Tipo de datos ZPORDESV\_PESO. Fuente: Elaboración propia

Su respectivo apartado de denominación de campos se define de la siguiente manera:

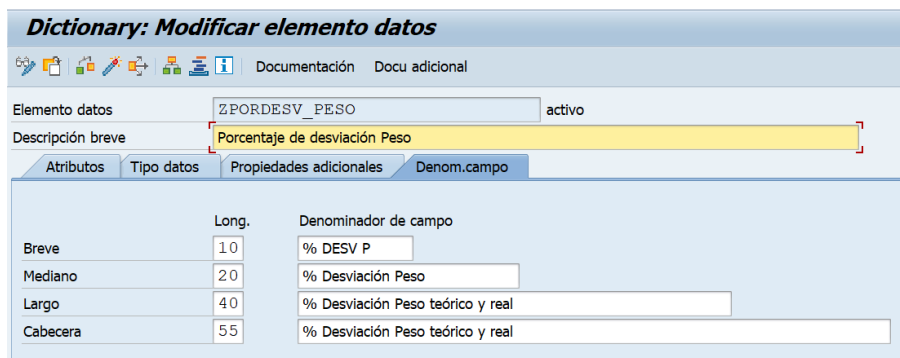


Figura 55. Denominación de campos ZPORDESV\_PESO. Fuente: Elaboración propia

- **Tipo de datos ZT\_HORNEADO:** este campo almacena el tiempo de horneado de las chapas industriales, es decir, el tiempo que pasa cada chapa dentro del horno. La fórmula para calcular el campo ZT\_HORNEADO es la siguiente:

$$\text{Tiempo de horneado} = \text{Tiempo de salida del horno} - \text{Tiempo de entrada al horno}$$

Este tipo de datos también se define como TIMS (Hora en formato horas:minutos:segundos) y con una longitud de 6.

**Dictionary: Modificar elemento datos**

Elemento datos: ZT\_HORNEADO activo

Descripción breve: Tiempo de horneado de la Chapa

Tipo datos: TIMS Hora en formato HHMMSS

Longitud: 6

Tipo elemental (seleccionado)

Referencia a tipo instalado: Tp.datos, Longitud: 0

Figura 56. Tipo de datos ZT\_HORNEADO. Fuente: Elaboración propia

Asimismo, el apartado de denominación de campo se define de la siguiente forma:

**Dictionary: Modificar elemento datos**

Elemento datos: ZT\_HORNEADO activo

Descripción breve: Tiempo de horneado de la Chapa

Denominación de campo:

Breve	Long.	Denominador de campo
Breve	10	T_HORNEADO
Mediano	20	Tiempo de horneado
Largo	40	Tiempo de horneado de la Chapa
Cabecera	55	Tiempo de horneado de la Chapa

Figura 57. Denominación de campos ZT\_HORNEADO. Fuente: Elaboración propia

- **Tipos de datos ZREND\_METAL\_T y ZREND\_METAL\_R:** almacenan los valores del rendimiento metálico teórico y real de las chapas respectivamente. Estos campos son esenciales para evaluar la eficiencia del proceso productivo.

El rendimiento metálico en la fabricación de chapas de acero consiste en la relación entre la cantidad de materia prima utilizada y el producto final obtenido a partir de esta. Este valor se calcula de la siguiente manera:

$$\eta_{\text{metálico}} = \frac{(\text{Peso del Slab de materia prima})}{\sum \text{Peso chapas producidas del mismo lote}} * 100$$

**Dict: Visualizar elemento datos**

Documentación Docu adicional

Elemento datos: ZREND\_METALICO\_T Inactivo

Descripción breve: Rendimiento metalico teórico

Atributos Tipo datos Propiedades adicionales Denom.campo

Tipo elemental

Dominio

Tipo instalado

Tipo datos: DEC  Tra comp.en formato FCD

Longitud: 5 Decimales: 2

Tipo referencia

Tipo referenciado

Referencia a tipo instalado

Tp.datos: Longitud: 0

Figura 59. Tipo de datos ZREND\_METALICO\_T. Fuente: Elaboración propia

**Dictionary: Modificar elemento datos**

Documentación Docu adicional

Elemento datos: ZREND\_METALICO\_T activo

Descripción breve: Rendimiento metálico teórico

Atributos Tipo datos Propiedades adicionales Denom.campo

	Long.	Denominador de campo
Breve	10	REND T
Mediano	20	Rendimiento Teórico
Largo	40	Rendimiento teórico de la Chapa
Cabecera	55	Rendimiento teórico de la Chapa

Figura 58. Denominación de campos ZREND\_METALICO\_T. Fuente: Elaboración propia



**Dictionary: Modificar elemento datos**

Documentación Docu adicional

Elemento datos: ZREND\_METALICO\_R activo

Descripción breve: Rendimiento metalico real

Atributos Tipo datos Propiedades adicionales Denom.campo

Tipo elemental

Dominio

Tipo instalado

Tipo datos: DEC Cifra comp.en formato FCD

Longitud: 5 Decimales: 2

Tipo referencia

Tipo referenciado

Referencia a tipo instalado

Tp.datos

Longitud: 0

Figura 60. Tipo de datos ZREND\_METALICO\_R. Fuente: Elaboración propia

**Dictionary: Modificar elemento datos**

Documentación Docu adicional

Elemento datos: ZREND\_METALICO\_R activo

Descripción breve: Rendimiento metalico real

Atributos Tipo datos Propiedades adicionales Denom.campo

	Long.	Denominador de campo
Breve	10	REND R
Mediano	20	Rendimiento Met Real
Largo	40	Rendimiento metalico real de la Chapa
Cabecera	55	Rendimiento metalico real de la Chapa

Figura 61. Denominación de campos ZREND\_METALICO\_R. Fuente: Elaboración propia

## 5.2 Especificación técnica de la solución

La optimización del proceso productivo de chapas de acero es esencial para maximizar la eficiencia y la calidad en la fabricación de este producto, minimizando los costes y los desperdicios de materia prima, así como los tiempos de producción.

Para alcanzar este objetivo, se ha desarrollado una transacción en SAP ECC utilizando el lenguaje SAP ABAP. Este punto del trabajo de fin de grado describe de manera detallada el desarrollo del código de dicha transacción, explicando como se ha diseñado para recopilar y procesar los datos y mostrar un resultado correcto de manera eficiente.

Primeramente, explicaremos la definición de la tabla resultante LT\_ORDER\_DATA y posteriormente, la definición de la tabla interna ZCHAPA\_DATA y variables auxiliares seguido de la explicación de la lógica desarrollada de la transacción.

### 5.2.1 Definición de la tabla LT\_ORDER\_DATA.

El código de la transacción desarrollada comienza con la declaración de un reporte, “ZREP\_CHP\_IND”. Un reporte en ABAP es un programa que permite la extracción, la manipulación y la visualización de un conjunto de datos de manera estructurada.

```
6 | REPORT ZREP_CHP_IND.  
7 |
```

Figura 62. Definición report ZREP\_CHP\_IND. Fuente: Elaboración propia

Seguidamente, se definen los diferentes tipos de datos correspondientes a la tabla resultante “lt\_order\_data” mediante la estructura “ty\_order\_data”. Una estructura en ABAP es un grupo de campos agrupados que pertenecen a un diccionario de datos. Estos datos son guardados temporalmente en la memoria del programa. Además, las estructuras se usan principalmente como base para manipular tablas de datos dentro de un programa.

La estructura “ty\_order\_data” contiene los campos que se utilizarán para almacenar la información relevante para cada uno de los lotes de chapas de acero producidos. Esta estructura se define y se encapsula utilizando el bloque “TYPES: BEGIN OF ty\_order\_data” y “END OF ty\_order\_data”.

```

6   REPORT ZREP_CHP_IND.
7
8   □ TYPES: BEGIN OF ty_order_data,
9         orden TYPE aufnr, "número de orden"
10        tipo_orden TYPE aufart, "tipo de orden"
11        num_lote TYPE charg_d, "número de lote"
12        material TYPE matnr, "número de material"
13        peso_slab TYPE zpeso_slab, "peso del slab"
14        por_chat TYPE zpor_chat, "porcentaje de chatarra"
15        por_casc TYPE zpor_casc, "porcentaje de cascarilla"
16        t_horneado TYPE zt_horneado, "tiempo de horneado"
17        espesor_t TYPE zespesor_t, "espesor teórico"
18        espesor_r TYPE zespesor_r, "espesor real"
19        ancho_t TYPE zanchos_t, "ancho teórico"
20        ancho_r TYPE zanchos_r, "ancho real"
21        largo_t TYPE zlargos_t, "largo teórico"
22        largo_r TYPE zlargos_r, "largo real"
23        peso_t TYPE zpesos_t, "peso teórico"
24        peso_r TYPE zpesos_r, "peso real"

```

Figura 63. Definición de tipos 1. Fuente: Elaboración propia

```

25        pordesv_esp TYPE zpordesv_esp, "porcentaje de desviación espesor"
26        pordesv_ancho TYPE zpordesv_ancho, "porcentaje de desviación ancho"
27        pordesv_largo TYPE zpordesv_largo, "porcentaje de desviación largo"
28        pordesv_peso TYPE zpordesv_peso, "porcentaje de desviación peso"
29        rend_metal_t TYPE zrend_metalico_t, "rendimiento metálico teórico"
30        rend_metal_r TYPE zrend_metalico_r, "rendimiento metálico real"
31        recomendacion TYPE zrecomendacion, "recomendación"
32        icono TYPE icon_int, "icono de señal"
33
34    END OF ty_order_data.

```

Figura 64. Definición de tipos 2. Fuente: Elaboración propia

A continuación, explicaremos cada uno de los campos definidos:

- **Orden (TYPE aufnr):** Como se ha visto en puntos anteriores, este campo representa el número de orden de producción de cada lote. Este campo es un identificador único y es de tipo "AUFNR", que indica el número de orden en SAP.
- **Tipo\_orden (TYPE aufart):** indica el tipo de orden de producción. Este campo es de tipo "AUFART" (tipo de orden en SAP)
- **Num\_lote (TYPE charg\_d):** este campo representa el número de lote de producción y está asociado al tipo de datos estándar de SAP "CHARG\_D" que indica el número de lote.
- **Material (TYPE matnr):** identifica el código del material, en este caso el material es el slab de materia prima. Este campo es de tipo "MATNR" que indica en SAP el código de material.
- **Peso\_slab (TYPE zpeso\_slab):** peso del slab de materia prima mediante el cual se producen las chapas de acero. El peso del slab es de tipo "ZPESO\_SLAB".

- **Por\_chat (TYPE zpor\_chat) y por\_casc (TYPE zpor\_casc):** porcentajes de chatarra y cascarilla, asociados con el tipo de datos “ZPOR\_CHAT” y “ZPOR\_CASC” respectivamente.
- **T\_horneado (TYPE zt\_horneado):** indica la duración del proceso de horneado en el proceso productivo. Este campo es de tipo “ZT\_HORNEADO”.
- **Espesor\_t (TYPE zespesor\_t) y espesor\_r (TYPE zespesor\_r):** espesor teórico y real de las chapas, de tipos “ZESPESOR\_T” y “ZESPESOR\_R” respectivamente.
- **Ancho\_t (TYPE zanchos\_t) y ancho\_r (TYPE zanchos\_r):** ancho teórico y real de las chapas industriales. Estos campos son de tipo “ZANCHO\_T” y “ZANCHO\_R” respectivamente.
- **Largo\_t (TYPE zlargo\_t) y largo\_r (TYPE zlargo\_r):** largo teórico y real de las chapas. Miden la longitud de la chapa planteada es de tipo “ZLARGO\_T” y la obtenida de tipo “ZLARGO\_R”.
- **Peso\_t (TYPE zpeso\_t) y peso\_r (TYPE zpeso\_r):** peso teórico y real de las chapas. Estos campos son de tipo “ZPESO\_T” y “ZPESO\_R” respectivamente.
- **Podesv\_esp (TYPE zpordesv\_esp), pordesv\_ancho (TYPE zpordesv\_ancho), pordesv\_largo (TYPE zpordesv\_largo) y pordesv\_peso (TYPE zpordesv\_peso):** porcentajes de desviación de espesor, ancho, largo y peso. Estos valores son cruciales para evaluar la precisión del proceso de producción respecto a las propiedades de las chapas. En cuanto a los tipos de datos asociados con cada campo, el porcentaje de desviación del espesor es de tipo “ZPORDESV\_ESP”, el de ancho de tipo “ZPORDESV\_ANCHO”, el de largo de tipo “ZPORDESV\_LARGO” y para el porcentaje de desviación de peso “ZPORDESV\_PESO”.
- **Recomendación (TYPE string):** este campo almacena las recomendaciones basadas en el análisis e interpretación de los datos del rendimiento metálico teórico y real obtenidos. Estas recomendaciones ayudan a la empresa cliente a mejorar y optimizar el proceso productivo. Este campo es de tipo “string” o cadena de caracteres.
- **Icono (TYPE icon\_d):** campo adicional para almacenar una señal visual que se utiliza para indicar de una forma visual el estado del proceso productivo en cuanto al rendimiento metálico teórico y real obtenidos por cada una de las chapas.



### 5.2.2 Definición de datos.

En este punto, explicamos cómo se realiza la declaración de datos en el código desarrollado. Este apartado es esencial para la manipulación de la información y define las tablas y variables que se utilizan para almacenar y procesar los datos relacionados con el proceso productivo.

El primer paso en la definición y declaración de los datos necesarios es definir las tablas y estructuras internas que almacenan la información de los lotes de producción y las chapas de acero. En el lenguaje ABAP, una tabla interna es similar a una lista en otros lenguajes de programación. Estas se utilizan para almacenar múltiples registros de datos.

```
36 |  "Definición tabla resultado"  
37 |  DATA: lt_order_data TYPE TABLE OF ty_order_data,  
38 |         ls_order_data TYPE ty_order_data.  
39 |
```

Figura 65. Definición tabla resultado. Fuente: Elaboración propia

La primera tabla interna es la tabla “lt\_order\_data”. Esta tabla almacena los diferentes datos de cada lote de producción. Está definida con el tipo “ty\_order\_data”, la estructura que se explicó en el punto anterior “5.2.1 Definición de la tabla LT\_ORDER\_DATA”.

La tabla “lt\_order\_data” tiene asociada la estructura “ls\_order\_data”, que almacena temporalmente la tabla en memoria.

A continuación, se define la tabla “lt\_zchapa\_data” y la estructura “ls\_zchapa\_data”:

```
40 |  "Definición tabla ZCHAPA_DATA"  
41 |  DATA: lt_zchapa_data TYPE TABLE OF zchapa_data,  
42 |         ls_zchapa_data TYPE zchapa_data.  
43 |
```

Figura 66. Definición tabla ZCHAPA\_DATA. Fuente: Elaboración propia

La tabla interna “lt\_zchapa\_data”, como hemos visto en anteriores puntos, almacena los datos relacionados con las chapas de acero producidas. Esta tabla está definida con el tipo de datos “zchapa\_data”. Además, la estructura asociada a la tabla es “ls\_zchapa\_data”.

Por otro lado, para la visualización de los datos procesados, se utiliza una instancia de la clase “cl\_salv\_table”, una herramienta de SAP para crear tablas de visualización de tipo ALV (*ABAP List Viewer*).

```

43 |
44 | DATA: alv_table TYPE REF TO cl_salv_table. "instancia de la clase cl_salv_table"
45 |

```

Figura 67. Instancia de la clase cl\_salv\_table. Fuente: Elaboración propia

“alv\_table” es una referencia a un objeto de la clase “cl\_salv\_table”, que se utiliza para mostrar los datos procesados de manera estructurado e intuitiva para el usuario final.

Asimismo, también se declaran variables para el manejo de mensajes errores y excepciones:

```

46 | "Definición mensajes alv"
47 | DATA: alv_msg TYPE string.
48 | DATA: cx_salv_msg TYPE REF TO cx_salv_msg.

```

Figura 68. Definición mensajes alv. Fuentes: Elaboración propia

“alv\_msg” es una variable de tipo “string” que almacena mensajes de texto para ser mostrados al usuario en caso de errores o notificaciones. Además, “cx\_salv\_msg” es una referencia a un objeto de la clase “cx\_salv\_msg”, que se utiliza para llevar a cabo el tratamiento de excepciones y mensajes de errores de la clase “cl\_salv\_table”.

Finalmente, declaramos las variables que se utilizan para realizar cálculos de manera dinámica durante la ejecución del código desarrollado.

```

50 | "Definición variables sumatorio peso teórico y real y peso slab"
51 | DATA: lv_sumpesot TYPE p DECIMALS 4,
52 |       lv_sumpesor TYPE p DECIMALS 4.

```

Figura 69. Definición variables sumatorios. Fuente: Elaboración propia

La variable “lv\_sumpesot”, guarda el sumatorio de los pesos teóricos de las chapas producidas y la variable “lv\_sumpesor”, almacena el sumatorio de los pesos reales de las chapas.

### 5.2.3 Extracción de datos de la tabla ZCHAPA\_DATA.

En este apartado del trabajo de fin de grado, explicamos cómo se realiza la extracción de datos desde la base de datos de SAP en el código desarrollado para la solución planteada. Esta sección del código se encarga de seleccionar los datos necesarios de la base de datos para posteriormente almacenarlos en una estructura interna.

El fragmento de código que se presenta seguidamente se trata de una instrucción ABAP para seleccionar datos específicos de una tabla de la base de datos de SAP. Una de las funciones del lenguaje de programación propio de la compañía alemana es que puede integrar código SQL para el tratamiento y la manipulación de datos y tablas de datos directamente dentro de un programa.

```

55|      "Consulta a la base de datos
56|      SELECT *
57|      INTO TABLE @lt_zchapa_data
58|      FROM zchapa_data
59|      ORDER by lote.

```

Figura 70. Consulta a la base de datos. Fuente: Elaboración propia

Esta consulta SQL está compuesta de una sentencia “SELECT” que selecciona todos los datos de la tabla que más adelante especificamos en la sentencia “FROM”. En este caso, la tabla es “ZCHAPA\_DATA”. Asimismo, la sentencia “INTO\_TABLE @lt\_zchapa\_data” indica que los datos seleccionados deben ser almacenados en la tabla interna “lt\_zchapa\_data” definida anteriormente. El símbolo “@” se utiliza en ABAP para indicar que se está utilizando una variable del programa.

Además, la consulta SQL utiliza una sentencia “ORDER BY” que ordena los datos seleccionados según su valor en el campo “lote”. Ordenar los datos recuperados de esta manera es importante para facilitar el análisis y estructurar los diferentes registros según su correspondiente lote de producción.

#### 5.2.4 Procesamiento de los datos.

En el siguiente apartado describimos el procesamiento de los datos extraídos previamente de la base de datos. Estos fragmentos de código se encargan de realizar los cálculos necesarios y las asignaciones pertinentes para evaluar el rendimiento del proceso productivo de las chapas industriales de acero.

Primeramente, se inicia un bucle que itera sobre cada registro de la tabla “lt\_zchapa\_data”. Dentro de este bucle, se definen y almacenan los diferentes datos que posteriormente se visualizan en la ejecución del código. Este fragmento, muestra cómo se asignan los datos a la estructura final “ls\_order\_data” para la visualización y el análisis posterior de los datos.

```

60 "Bucle para recorrer cada una de las capa"
61 □ LOOP AT lt_zchapa_data INTO ls_zchapa_data.
62
63 "Asignación variables tabla resultante"
64 ls_order_data-orden = ls_zchapa_data-aufnr.
65 ls_order_data-tipo_orden = ls_zchapa_data-aufart.
66 ls_order_data-material = ls_zchapa_data-material.
67 ls_order_data-num_lote = ls_zchapa_data-lote.
68 ls_order_data-peso_slab = ls_zchapa_data-peso_slab.
69 ls_order_data-por_chat = ls_zchapa_data-por_chat.
70 ls_order_data-por_casc = ls_zchapa_data-por_casc.
71
72 " Calcular el tiempo de horneado "
73 ls_order_data-t_horneado = ls_zchapa_data-t_salida_horno - ls_zchapa_data-t_entrada_horno.
74
75 ls_order_data-espesor_t = ls_zchapa_data-espesor_t.
76 ls_order_data-espesor_r = ls_zchapa_data-espesor_r.
77 ls_order_data-ancho_t = ls_zchapa_data-ancho_t.
78 ls_order_data-ancho_r = ls_zchapa_data-ancho_r.
79 ls_order_data-largo_t = ls_zchapa_data-largo_t.
80 ls_order_data-largo_r = ls_zchapa_data-largo_r.
81 ls_order_data-peso_t = ls_zchapa_data-peso_t.
82 ls_order_data-peso_r = ls_zchapa_data-peso_r.
83

```

Figura 71. Inicialización del primer bucle. Fuente: Elaboración propia

- **ls\_order\_data-orden = ls\_zchapa\_data-aufnr:** se asigna el número de orden de producción del registro actual de la tabla “ZCHAPA\_DATA” al campo “orden” de la estructura “ls\_order\_data”.
- **ls\_order\_data-tipo\_orden = ls\_zchapa\_data-aufart:** esta sentencia asigna el tipo de orden de producción (aufart), a la estructura “ls\_order\_data” en el campo “tipo\_orden”.
- **ls\_order\_data-material = ls\_zchapa\_data-material:** se asigna el número de material a la variable “material” de la estructura “ls\_order\_data”.
- **ls\_order\_data-peso\_slab = ls\_zchapa\_data-peso\_slab:** esta sentencia asigna el peso del *slab* de materia prima al campo “peso\_slab” de la estructura “ls\_order\_data”.
- **ls\_order\_data-por\_chat = ls\_zchapa\_data-por\_chat:** se asigna el porcentaje de chatarra resultante del proceso productivo de las chapas a la variable “por\_chat” de la estructura “ls\_order\_data”.
- **ls\_order\_data-por\_casc = ls\_zchapa\_data-por\_casc:** en esta sentencia se asigna el valor del porcentaje de cascarilla que se desprende en el proceso de laminación del proceso productivo al campo “por\_casc” de la estructura “ls\_order\_data”.

Asimismo, en este fragmento de código se lleva a cabo el cálculo del tiempo de horneado como “ls\_order\_data-t\_horneado = ls\_zchapa\_data-t\_salida\_horno – ls\_zchapa\_data-t\_entrada\_horno” donde se resta el tiempo de salida del horno de las chapas al tiempo de entrada al horno de estas. Posteriormente, se almacena el resultado obtenido en la variable “t\_horneado” de la estructura de la tabla resultado “ls\_order\_data”.



Seguidamente, se asignan y se definen los campos de la estructura “ls\_order\_data” restantes:

- **ls\_order\_data-espesor\_t = ls\_zchapa\_data-espesor\_t:** se define el espesor teórico de la estructura “ls\_order\_data”.
- **ls\_order\_data-espesor\_r = ls\_zchapa\_data-espesor\_r:** asigna el valor del espesor real de la tabla “ZCHAPA\_DATA” al campo “espesor\_r” de la estructura “ls\_order\_data”.
- **ls\_order\_data-ancho\_t = ls\_zchapa\_data-ancho\_t:** esta sentencia define el ancho teórico de la chapa en la estructura “ls\_order\_data”.
- **ls\_order\_data-ancho\_r = ls\_zchapa\_data-ancho\_r:** define el ancho real de la chapa y lo asigna a la estructura “ls\_order\_data”.
- **ls\_order\_data-largo\_t = ls\_zchapa\_data-largo\_t:** asigna el valor del largo teórico de las chapas a la variable “largo\_t” de la estructura “ls\_order\_data”.
- **ls\_order\_data-largo\_r = ls\_zchapa\_data-largo\_r:** asigna el valor del largo real de las chapas a la variable “largo\_r” de la estructura “ls\_order\_data”.
- **ls\_order\_data-peso\_t = ls\_zchapa\_data-peso\_t:** define el peso teórico de las chapas y lo asigna a la variable “peso\_t” de la estructura “ls\_order\_data”.
- **ls\_order\_data-peso\_r = ls\_zchapa\_data-peso\_r:** define el peso real de las chapas y lo asigna a la variable “peso\_r” de la estructura “ls\_order\_data”.

En este apartado también se realiza el cálculo del porcentaje de desviación entre las propiedades teóricas de las chapas y las propiedades reales de las chapas. Este cálculo se lleva a cabo de la siguiente manera:

```
" Calcular porcentajes de desviación"  
ls_order_data-pordesv_esp = ( ls_zchapa_data-espesor_t - ls_zchapa_data-espesor_r ) / ls_zchapa_data-espesor_t * 100.  
ls_order_data-pordesv_ancho = ( ls_zchapa_data-ancho_t - ls_zchapa_data-ancho_r ) / ls_zchapa_data-ancho_t * 100.  
ls_order_data-pordesv_largo = ( ls_zchapa_data-largo_t - ls_zchapa_data-largo_r ) / ls_zchapa_data-largo_t * 100.  
ls_order_data-pordesv_peso = ( ls_zchapa_data-peso_t - ls_zchapa_data-peso_r ) / ls_zchapa_data-peso_t * 100.
```

Figura 72. Cálculos porcentajes de desviación. Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, para cada una de las propiedades se siguen las fórmulas descritas en el apartado “Definición de tipo de la tabla LT\_ORDER\_DATA”. Los resultados obtenidos de los cálculos se almacenan en su variable de la estructura “ls\_order\_data” correspondiente.

Seguidamente, se muestra el fragmento del código desarrollado que muestra cómo se itera sobre los diferentes registros de la tabla interna “ZCHAPA\_DATA” y se definen y se calculan los

sumatorios de los pesos teóricos y reales de las chapas que pertenecen a un mismo número de lote.

```
94 | "inicialización de las variables de los sumatorios de peso teórico y real"  
95 | lv_sumpesot = 0.  
96 | lv_sumpesor = 0.  
97 |  
98 | " Sumar los pesos teóricos y reales para el lote actual "  
99 | LOOP AT lt_zchapa_data INTO ls_zchapa_data WHERE lote = ls_zchapa_data-lote.  
100 |  
101 |     lv_sumpesot = lv_sumpesot + ls_zchapa_data-peso_t.  
102 |     lv_sumpesor = lv_sumpesor + ls_zchapa_data-peso_r.  
103 |  
104 | ENDLOOP.  
105 |
```

Figura 73. Sumatorios pesos y bucle anidado. Fuente: Elaboración propia

El fragmento de código acaba con la sentencia “ENDLOOP”.

Posteriormente, se realiza el cálculo tanto del rendimiento metálico teórico como el rendimiento metálico real de las chapas de acero producidas. Las fórmulas expuestas en el punto “Definición de tipos de la tabla LT\_ORDER\_DATA” se trasladan al código desarrollado de la siguiente manera, realizando los cálculos pertinentes solo si las variables lv\_sumpesot y lv\_sumpesor almacenan un valor diferente de 0. De esta manera, se asegura que el usuario final no pueda introducir valores nulos en los campos referentes al peso teórico y al peso real de las chapas en la tabla interna ZCHAPA\_DATA.

```
106 | "Cálculo del rendimiento metálico teórico"  
107 | IF lv_sumpesot <> 0.  
108 |     ls_order_data-rend_metal_t = ( ls_order_data-peso_slab / lv_sumpesot ) * 100.  
109 | ENDIF.  
110 | "Calculo del rendimiento metálico real "  
111 | IF lv_sumpesor <> 0.  
112 |     ls_order_data-rend_metal_r = ( ls_order_data-peso_slab / lv_sumpesor ) * 100.  
113 | ENDIF.  
...
```

Figura 74. Cálculo de rendimientos metálicos. Fuente: Elaboración propia

Seguidamente, se añade al código de la solución, la funcionalidad de mostrar una serie de recomendaciones al usuario según el valor de la diferencia entre el rendimiento metálico real y el rendimiento metálico teórico obtenidos en el cálculo explicado anteriormente.

Cuando el valor de la diferencia entre los rendimientos metálicos esté comprendido entre -1 y 1, se mostrará al usuario una cadena de texto a modo de recomendación con el contenido “*Se ha optimizado correctamente*” y se mostrará una señal de color verde indicando que el proceso productivo ha sido realizado correctamente.

```

114 | "Determinar recomendación "
115 | IF ls_order_data-rend_metal_r - ls_order_data-rend_metal_t BETWEEN -1 AND 1 .
116 |     ls_order_data-recomendacion = 'Se ha optimizado correctamente'.
117 |     write icon_green_light as icon to ls_order_data-icone.

```

Figura 75. Primera recomendación. Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, cuando el valor de esta diferencia sea mayor que 0, se mostrará la cadena de texto *“Se podría utilizar menos materia prima”* y se dibujará una señal de color amarilla, indicándole al usuario que para producir una determinada chapa podría haberse utilizado una menor cantidad de materia prima con la finalidad de optimizar el uso de esta.

```

118 | ELSEIF ls_order_data-rend_metal_r - ls_order_data-rend_metal_t > 0.
119 |     ls_order_data-recomendacion = 'Se podría utilizar menos materia prima'.
120 |     write icon_yellow_light as icon to ls_order_data-icone.

```

Figura 76. Segunda recomendación, Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se muestra la cadena de texto *“Se ha optimizado demasiado y es posible que no se haya llegado a las medidas necesarias”* y se mostrará una señal de color rojo, cuando no se haya optimizado correctamente el proceso productivo o se hayan conseguido desproporciones en las propiedades y características de las chapas. Además, mediante la sentencia *“APPEND”* de ABAP se introducen y almacenan todos los cambios realizados sobre la estructura *“ls\_orrder\_data”* a la tabla final *“lt\_order\_data”*.

```

121 | ELSEIF ls_order_data-rend_metal_r - ls_order_data-rend_metal_t < 0.
122 |     ls_order_data-recomendacion = 'Se ha optimizado demasiado y es posible que no se haya llegado a las medidas necesarias'.
123 |     write icon_red_light as icon to ls_order_data-icone.
124 | ENDIF.
125 |
126 | " Añadir fila procesada a la tabla final "
127 | APPEND ls_order_data TO lt_order_data.
128 |
129 | ENDLLOOP.

```

Figura 77. Tercera recomendación. Fuente: Elaboración propia

## 5.2.4 Visualización de los resultados con ALV (ABAP List Viewer).

Por último, para la visualización de la tabla resultante del desarrollo se implementa el siguiente fragmento de código que permite mostrar de manera interactiva y estructurada los datos procesados y de esta manera, facilitar el análisis posterior de la producción de las chapas industriales de acero.

```
131      "creación ALV"
132      try.
133          call method cl_salv_table=>factory(
134              importing
135                  r_salv_table = alv_table
136                  changing
137                      t_table = lt_order_data
138              ).
139
140      catch cx_salv_msg INTO cx_salv_msg .
141          alv_msg = cx_salv_msg->get_text( ).
142          MESSAGE alv_msg TYPE 'E'.
143
144      endtry.
145
146      "Visualización del ALV final"
147      alv_table->display( ).
```

Figura 78. Creación del ALV. Fuente: Elaboración propia

La visualización de la tabla resultante en formato ALV (*ABAP List Viewer*) empieza con la sentencia “try” que inicia un bloque de código en el que se intenta ejecutar una serie de instrucciones. Como en otros lenguajes de programación como Java, esta sentencia se utiliza en el manejo de excepciones y permite gestionar posibles errores durante la ejecución del código de una forma controlada.

Posteriormente a la sentencia “try” se llama al método “factory” de la clase “cl\_salv\_table” que tiene el papel de crear una instancia del ALV. Este método importará el parámetro “r\_salv\_table” que se utiliza para devolver la referencia a la tabla ALV creada y sea asigna a la variable “alv\_table”. Además, este método, con la sentencia “CHANGING” almacena en “t\_table” la tabla de datos “lt\_order\_data” que sirve para visualizar la información del proceso productivo en el ALV.

Por otro lado, para complementar a la sentencia “try” se añade una sentencia “catch” para capturar los posibles errores que puedan ocurrir durante la creación del ALV y se captura la excepción en la variable “cx\_salv\_msg”. Asimismo, se extrae y se almacena el error en la variable “alv\_msg” y si existiese este error de tipo ‘E’, se muestra al usuario su contenido.

Con la sentencia “ENDTRY” finaliza el bloque de manejo de excepciones y mediante “alv\_table->display ()”, se llama al método “display()” de la instancia “alv\_table” para mostrar la tabla ALV por pantalla.

### 5.2.5 Creación del código de la transacción.

Para facilitar la ejecución del código a los usuarios finales, se ha creado un código de transacción en SAP. Este código permite que los usuarios ejecuten directamente el programa desarrollado sin necesidad de interactuar con el código fuente de la transacción. Al utilizar este código, los usuarios lo ingresan en el sistema de SAP ECC y son redirigidos automáticamente a los resultados obtenidos de la ejecución del programa para la optimización del proceso productivo de chapas industriales.

A continuación, se muestra el proceso de creación del código “ZINFORME\_CHAPAS” para la ejecución del programa de forma automática. Este código se crea desde la transacción SE93 de SAP:



Figura 79. Código de transacción ZINFORME\_CHAPAS. Fuente: Elaboración propia

Desde esta transacción, se introduce el programa “ZREP\_CHP\_IND” que se ejecutará automática una vez introducido el código de la transacción “ZINFORME\_CHAPAS” en el sistema.

**Crear Transacción report**

Código de transacción: ZINFORME\_CHAPAS

Paquete:

Texto transacción: Informe producción de chapas

Opciones inicio

Programa: ZREP\_CHP\_IND

Imagen de selección: 1000

Inicio con variante:

Objeto autorización: Valores

Clasificación

Clasificación de transacción

Transacc.usuario profesional

Transacción Easy Web Servicio

Activo globalm.

Capacidad GUI

SAP GUI for HTML

SAP GUI for Java

SAP GUI for Windows

Figura 80. Creación transacción ZINFORME\_CHAPAS. Fuente: Elaboración propia

## 6. Pruebas

---

Realizar pruebas que verifiquen que un desarrollo cumple con los requisitos y especificaciones establecidas, es un requisito crucial en cualquier proyecto de software. Por este motivo, en el siguiente apartado se lleva a cabo una prueba para evaluar el funcionamiento de la transacción de SAP realizada.

Esta prueba permite verificar la precisión en los cálculos realizado por la transacción y la correcta visualización del ALV final (*ABAP List Viewer*). Además, se evalúa la funcionalidad general de la transacción, asegurando que los usuarios finales puedan utilizarla eficazmente y de manera intuitiva.

### 6.1 Introducción de los datos en la tabla interna ZCHAPA\_DATA

Primeramente, se muestran los datos contenidos en la tabla “ZCHAPA\_DATA”, que contiene los datos de entrada de la transacción. Recordemos, que esta tabla almacena información sobre las chapas producidas. Los datos de esta tabla se introducen desde la transacción SE16N de SAP.

Orden	Cl.	Material	Lote	Proveedor	Peso Slab	Por_Chat	Por_Casc	T_E_HORNO	T_S_HORNO	ESPESOR T	Espesor Real	ANCHO T	ANCHO R	LARGO T	LARGO R	PESO T	Peso Real
100001	ZP01	1001	0101	11111111111	28.000,00	11,52	2,30	08:00:00	11:31:06	115,20	113,44	1.500,00	1.525,00	6.000,00	5.800,00	8.138,88	7.876,50
100002	ZP01	1001	0101	11111111111	28.000,00	11,52	2,30	08:00:00	11:31:06	115,20	113,44	1.500,00	1.525,00	6.000,00	5.967,00	8.138,88	8.103,29
100003	ZP01	1001	0101	11111111111	28.000,00	11,52	2,30	08:00:00	11:31:06	115,20	113,44	1.500,00	1.525,00	6.000,00	6.000,00	8.138,88	8.148,11
100004	ZP01	1001	0202	44444444444	30.000,00	3,80	0,75	15:39:59	17:25:07	90,30	92,50	2.000,00	2.068,00	5.000,00	4.948,00	7.088,55	7.430,05
100005	ZP01	1001	0202	44444444444	30.000,00	3,80	0,75	15:39:59	17:25:07	90,30	92,50	2.000,00	2.068,00	5.000,00	4.900,00	7.088,55	7.357,97
100006	ZP01	1001	0202	44444444444	30.000,00	3,80	0,75	15:39:59	17:25:07	90,30	92,50	2.000,00	2.068,00	5.000,00	4.955,00	7.088,55	7.440,56
100007	ZP01	1001	0202	44444444444	30.000,00	3,80	0,75	15:39:59	17:25:07	90,30	92,50	2.000,00	2.068,00	5.000,00	4.300,00	7.088,55	6.456,99
100008	ZP01	1001	0303	88888888888	31.200,00	15,50	3,10	18:38:45	20:45:00	110,29	110,30	1.800,00	1.803,00	5.400,00	5.403,00	8.415,34	8.434,82
100009	ZP01	1001	0303	88888888888	31.200,00	15,50	3,10	18:38:45	20:45:00	110,29	110,30	1.800,00	1.803,00	5.400,00	5.416,00	8.415,34	8.455,11
100010	ZP01	1001	0303	88888888888	31.200,00	15,50	3,10	18:38:45	20:45:00	110,29	110,30	1.800,00	1.803,00	5.400,00	5.406,00	8.415,34	8.439,50

Figura 81. Datos tabla ZCHAPA\_DATA prueba. Fuente: Elaboración propia

Cabe recalcar que este conjunto de datos se aproxima a la realidad, teniendo en cuenta las diferentes fórmulas para realizar los cálculos de algunos campos y las características del proceso productivo de las chapas industriales. Sin embargo, esto no significa que sean datos reales o se hayan extraído de algún caso real.

Como observamos en la figura anterior, se han definido 10 chapas que pertenecen a 3 números de lote distintos. 3 de ellas pertenecen al lote 0101, 4 al lote 0202 y las restantes al lote 0303. Para cada una de estas chapas se han introducido sus respectivas características y se han realizado los cálculos necesarios para el buen funcionamiento de la transacción. Para ello, debemos tener en cuenta que los tiempos de entrada y salida del horno, deben ser los mismo para cada chapa que pertenezca al mismo número de lote. Además, los pesos teóricos, el espesor y el ancho teóricos también deben ser el mismo para cada chapa que tenga el mismo número de lote.

En un entorno real, el usuario final debe hacer uso de esta tabla e introducir los datos pertinentes a las chapas producidas manualmente.

## 6.2 Ejecución de la transacción

El segundo paso es ejecutar la transacción desde el código de transacción creado en el punto “5.2.5 Creación del código de la transacción”. Este código, recordemos que es “ZINFORME\_CHAPAS”.

Introducidos en el sistema de SAP ECC el código de la transacción:

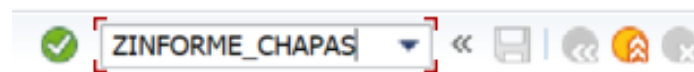


Figura 82. Ejecución código transacción. Fuente: Elaboración propia

Ejecutamos la transacción y obtenemos los siguientes resultados para los campos orden, tipo de orden, lote, material, peso del *slab*, porcentaje de chatarra, porcentaje de cascarilla y tiempo de horneado:

Orden	Cl.or...	Lote	Material	Peso del Slab	Por_Chat	Por_Casc	T_HORNEA...
100001	ZP01	0101	1001	28.000,00	11,52	2,30	03:31:06
100002	ZP01	0101	1001	28.000,00	11,52	2,30	03:31:06
100003	ZP01	0101	1001	28.000,00	11,52	2,30	03:31:06
100004	ZP01	0202	1001	30.000,00	3,80	0,75	01:45:08
100005	ZP01	0202	1001	30.000,00	3,80	0,75	01:45:08
100006	ZP01	0202	1001	30.000,00	3,80	0,75	01:45:08
100007	ZP01	0202	1001	30.000,00	3,80	0,75	01:45:08
100008	ZP01	0303	1001	31.200,00	15,50	3,10	02:06:15
100009	ZP01	0303	1001	31.200,00	15,50	3,10	02:06:15
100010	ZP01	0303	1001	31.200,00	15,50	3,10	02:06:15

Figura 83. Resultados órdenes chapas. Fuente: Elaboración propia

Como observamos, para los diferentes campos, se asignan correctamente a sus respectivos valores. Además, para el tiempo de horneado se ha calculado correctamente la diferencia entre el valor del tiempo de salida del horno y el tiempo de entrada al horno de cada chapa, utilizando para ello los datos de entrada respectivos a cada campo de la tabla de entrada “ZCHAPA\_DATA”.

Además, el ALV (*ABAP List Viewer*) también muestra los resultados para los campos de espesor, ancho, largo y peso, tanto sus valores teóricos como los reales.

(Orosz, 2011) (Moxon, 2012) (Al-Amin, Tanjim Hossain, Jahidul Islam, & Kumar Biwas, 2023) (Leimbach, 2008)

Espesor Teórico	Espesor Real	Ancho Teórico	Ancho Real	Largo Teórico	Largo Real	Peso Teórico	Peso Real
115,20	113,44	1.500,00	1.525,00	6.000,00	5.800,00	8.138,88	7.876,50
115,20	113,44	1.500,00	1.525,00	6.000,00	5.967,00	8.138,88	8.103,29
115,20	113,44	1.500,00	1.525,00	6.000,00	6.000,00	8.138,88	8.148,11
90,30	92,50	2.000,00	2.068,00	5.000,00	4.948,00	7.088,55	7.430,05
90,30	92,50	2.000,00	2.068,00	5.000,00	4.900,00	7.088,55	7.357,97
90,30	92,50	2.000,00	2.068,00	5.000,00	4.955,00	7.088,55	7.440,56
90,30	92,50	2.000,00	2.068,00	5.000,00	4.300,00	7.088,55	6.456,99
110,29	110,45	1.800,00	1.814,00	5.400,00	5.403,00	8.415,34	8.420,82
110,29	110,45	1.800,00	1.814,00	5.400,00	5.416,00	8.415,34	8.470,26
110,29	110,45	1.800,00	1.814,00	5.400,00	5.406,00	8.415,34	8.502,54

Figura 84. Resultados propiedades chapas. Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, en la tabla resultante también se muestran los resultados para los porcentajes de desviación de cada una de las propiedades de las chapas.





% DESV...	% DESV...	% DESV...	% DESV...	REND T	REND R
1,53	1,67	3,33	3,22	114,68	116,05
1,53	1,67	0,55	0,44	114,68	116,05
1,53	1,67	0,00	0,11	114,68	116,05
2,44	3,40	1,04	4,82	105,80	104,58
2,44	3,40	2,00	3,80	105,80	104,58
2,44	3,40	0,90	4,97	105,80	104,58
2,44	3,40	14,00	8,91	105,80	104,58
0,01	0,17	0,06	0,23	123,58	123,18
0,01	0,17	0,30	0,47	123,58	123,18
0,01	0,17	0,11	0,29	123,58	123,18

Figura 85. Resultados porcentajes de desviación y rendimientos. Fuente: Elaboración propia

La primera columna obtenida hace referencia al porcentaje de desviación entre el espesor teórico y real. Observamos que tenemos unos porcentajes de desviación bastante pequeños, lo que sugiere que el control del espesor de las chapas es bastante preciso. Debemos tener en cuenta, que el espesor es una característica fundamental en el proceso productivo descrito en este trabajo de fin de grado, ya que este valor repercute significativamente en el peso de la chapa y por lo tanto en su rendimiento metálico. Cuanto mayor sea el valor del espesor de una chapa, mayor será su peso.

La segunda columna muestra la diferencia porcentual entre el ancho teórico y el ancho real de cada una de las chapas. Este campo es similar al espesor, también es repercute sobre el peso de la chapa y en su rendimiento metálico. En este caso las desviaciones son pequeñas, aunque para las chapas con número de lote 0202 este valor es el más elevado, lo que podría ser determinante a la hora de saber si se ha optimizado correctamente el proceso productivo.

Asimismo, se muestra también la tercera columna referente a la desviación en forma de porcentaje entre el largo teórico y real de cada chapa de acero. Este valor es el menos significante a la hora de optimizar el proceso productivo, ya que este no repercute significativamente en el peso de las chapas y por lo tanto tampoco en su rendimiento metálico. Observando los resultados, vemos que existe una gran variabilidad entre los datos, esto se debe a que cada chapa, según los requerimientos de negocio y las necesidades del cliente, puede adoptar una largarías diferente. Además, se puede observar un porcentaje destacable en la última chapa procedente del lote 0202, con una desviación del 14% entre su largo teórico y real.

Para la última de las desviaciones, la columna del porcentaje de desviación entre el peso teórico y real, podemos observar que los valores de este campo varían considerablemente. Esto se debe a que el campo referente al peso real de las chapas contiene una gran variedad de valores.

Por último, encontramos las dos columnas que indican el rendimiento teórico y real de las chapas. Estos valores reflejan la eficiencia teórica y real esperada del proceso, ya que un rendimiento metálico bajo puede indicar un uso eficiente de la materia prima. En este caso, las chapas

procedentes del lote 0202 tienen un menor valor de rendimiento metálico, lo que podría sugerir que la producción de estas chapas no se ha conseguido optimizar correctamente y no se ha cumplido con los requisitos esperados.

Finalmente, el ALV (*ABAP List Viewer*) generado, muestra las diferentes recomendaciones establecidas para indicar el estado del proceso productivo con sus respectivas señales.

Recomendacion segun resultados	
Se podría utilizar menos materia prima	
Se podría utilizar menos materia prima	
Se podría utilizar menos materia prima	
Se ha optimizado demasiado y es posible que no se haya llegado a las medidas necesarias	
Se ha optimizado demasiado y es posible que no se haya llegado a las medidas necesarias	
Se ha optimizado demasiado y es posible que no se haya llegado a las medidas necesarias	
Se ha optimizado demasiado y es posible que no se haya llegado a las medidas necesarias	
Se ha optimizado correctamente	
Se ha optimizado correctamente	
Se ha optimizado correctamente	

Figura 86. Resultado recomendaciones. Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar, para las chapas procedentes del lote 0101 se recomienda utilizar menos materia prima. Por ello, el usuario debe revisar el proceso productivo y reducir el exceso de material utilizado, además, puede considerar realizar ajustes en la maquinaria o en los parámetros de corte y moldeo para optimizar el uso de la materia prima.

Para las recomendaciones referentes a las chapas con número de lote 0202, donde se señala que el proceso productivo ha sido optimizado de manera incorrecta, el usuario debe ajustar los parámetros para asegurar que se alcancen las medidas necesarias.

Por último, para las chapas procedentes del lote 0303 se señala que el proceso productivo ha sido optimizado correctamente. En este caso, se debe mantener el monitoreo y control del proceso para asegurar que los resultados sigan siendo óptimos y asegurarse que las máquinas y herramientas se mantengan en buenas condiciones.

## 7. Conclusiones

---

En conclusión, mediante la realización de este trabajo de fin de grado, se ha abordado la optimización del proceso productivo en una planta de laminación de chapas de acero mediante la implementación de una herramienta en el sistema SAP ECC. Los objetivos del trabajo se han cumplido satisfactoriamente, ya que se ha logrado desarrollar una herramienta que no solo proporciona información crucial sobre el desempeño del proceso, sino que también ofrece recomendaciones para mejorar la eficiencia y la calidad el producto final.

La herramienta desarrollada y los métodos aplicados en este trabajo tienen una alta aplicabilidad en un entorno de producción de chapas de acero real, proporcionando datos precisos y un análisis detallado que permite tomar decisiones informadas con la finalidad de optimizar correctamente el proceso productivo.

Este trabajo de fin de grado ha demostrado cómo la integración de una herramienta de software en un sistema SAP ECC puede conducir a grandes mejoras en los procesos productivos de la industria metalúrgica. La solución desarrollada permite identificar áreas de mejora y además proporciona recomendaciones y buenas prácticas a los usuarios finales.

Este tipo de avances en sectores como el metalúrgico, establecen un marco para la mejora continua y la innovación en las fábricas. Las soluciones tecnológicas, como la desarrollada en el presente trabajo de fin de grado, son esenciales para mantener la competitividad en el mercado, asegurando la comercialización de productos de alta calidad y una gestión eficiente de los recursos materiales y económicos. Este aspecto es crucial para el éxito a largo plazo de la industria metalúrgica, ya que permite no solo optimizar procesos de producción actuales, sino que también establece una base sólida para futuras innovaciones y mejoras en el control y la gestión de procesos de producción en este sector.

## Referencias

---

- Al-Amin, M., Tanjim Hossain, M., Jahidul Islam, M., & Kumar Biwas, S. (2023). History, Features, Challenges, and Critical Success Factors of Enterprise Resource Planning (ERP) in The Era of Industry 4.0. *European Scientific Journal, ESJ*, 29.
- Kiadehi, E. F., & Mohammadi, S. (2012). Cloud ERP: Implementation of Enterprise Resource Planning Using Cloud Computing Technology. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 11422-11427.
- Kiadehi, E. F., & Mohammadi, S. (2012). Cloud ERP: Implementation of Enterprise Resource Planning Using Cloud Computing Technology. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 11422-11427.
- Leimbach, T. (2008). The SAP Story: Evolution of SAP within the German Software Industry. *IEE Annals of the History of Computing*, 60-76.
- Mahmoud Bahssas, D., Mustafa AlBar, D., & Raikbul Hoque, M. (2015). Enterprise resource planning (ERP) systems: design, trends and deployment. *The International Technology Management Review*, 72-81.
- Minh, Q. (2023, agosto 13). *Linkedin*. Retrieved from *Linkedin*: <https://www.linkedin.com/pulse/evolution-impact-sap-empowering-businesses-through-digital-quang-minh/>
- Moxon, P. (2012). *Beginner's guide to SAP ABAP: An Introduction To Programming SAP Applications Using ABAP*. SAPPROUK.
- Orosz, T. (2011). Analysis of SAP Development Tools and Methods. 2011 (p. 5). Poprad: INES.
- S.Gerometta. (2007). Qué es un software ERP. *Industria y química N 356-Gente y Empresas*, 46-57.
- Uslar, M., Rohjans, S., Spetch, M., & González Vázquez, J. M. (2010). What is the CIM lacking? *IEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe (ISGT Europe)*, 1-8.

# Anexo

## Anexo 1. Objetivos de desarrollo sostenible



Grado de relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son una serie de 17 objetivos globales adoptados por todos los Estados Miembros de las Naciones Unidas en 2015. Estos objetivos son una llamada universal a la acción para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y mejorar las vidas y perspectivas de las personas en todo el mundo.

Objetivos de Desarrollo Sostenibles	Alto	Medio	Bajo	No Procede
ODS 1. <b>Fin de la pobreza.</b>				X
ODS 2. <b>Hambre cero.</b>				X
ODS 3. <b>Salud y bienestar.</b>				X
ODS 4. <b>Educación de calidad.</b>	X			X
ODS 5. <b>Igualdad de género.</b>				X
ODS 6. <b>Agua limpia y saneamiento.</b>				X
ODS 7. <b>Energía asequible y no contaminante.</b>				X
ODS 8. <b>Trabajo decente y crecimiento económico.</b>	X			
ODS 9. <b>Industria, innovación e infraestructuras.</b>	X			
ODS 10. <b>Reducción de las desigualdades.</b>				X
ODS 11. <b>Ciudades y comunidades sostenibles.</b>				X
ODS 12. <b>Producción y consumo responsables.</b>	X			
ODS 13. <b>Acción por el clima.</b>				X
ODS 14. <b>Vida submarina.</b>				X
ODS 15. <b>Vida de ecosistemas terrestres.</b>				X
ODS 16. <b>Paz, justicia e instituciones sólidas.</b>				X
ODS 17. <b>Alianzas para lograr objetivos.</b>				X

El trabajo de fin de grado realizado, presenta una relación con varios de estos ODS, contribuyendo de manera directa e indirecta a su consecución. A continuación, se detalla como este trabajo se alinea con algunos de estos ODS:

- **ODS 4. Educación de calidad:** este tipo de proyectos como el trabajo de fin de grado fomenta la educación de calidad al intergrar conocimientos prácticos teóricos con aplicaciones prácticas en un entorno real, promoviendo el aprendizaje continuo y el desarrollo profesional.
- **ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico:** el desarrollo de una herramienta para la optimización del proceso productivo en la industria metalúrgica contribuye a mejorar la eficiencia y la productividad de las fábricas. Esto, promueve un crecimiento económico sostenible y la creación de condiciones de trabajo decentes.
- **ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras:** el presente trabajo de fin de grado está directamente relacionado con este ODS, ya que se enfoca en la innovación y la mejora de los procesos industriales mediante la implementación de una herramienta en SAP ECC. La optimización de los procesos productivos fortalece la infraestructura industrial y fomenta la innovación. Estos aspectos son cruciales para el desarrollo sostenible de la industria.
- **ODS 12. Producción y consumo responsables:** la herramienta desarrollada en este trabajo de fin de grado permite una gestión más eficiente de los recursos materiales y económicos en la producción de chapas de acero, contribuyendo a un consumo y una producción más responsable. Al reducir los desperdicios y optimizar el uso de la materia prima, se promueve una industria más sostenible y respetuosa con el medio ambiente.



