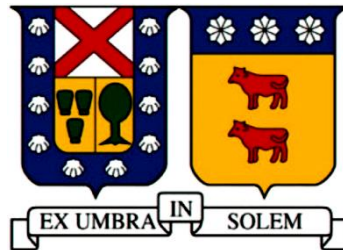


UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA
VALPARAÍSO – CHILE



**“SISTEMA PARA EL CONTROL Y
GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE
ESTRUCTURAS DE ACERO”**

ÁLVARO DANIEL BRAVO MERCADO

**MEMORIA DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL ELECTRÓNICO**

PROFESOR GUÍA:

AGUSTÍN GONZALEZ

PROFESOR CO- REFERENTE:

MAURICIO SOLAR

MAYO 2017

Agradecimientos

A mi esposa, Pamela,

mis hijos, Nicolás, Gabriela y Francisco,

mis padres Evaristo y Ana María

mis hermanos, Manuel, Felipe y Camila

mis compañeros Antonio, Rodrigo, y Nelson

Resumen

Este trabajo consiste en el desarrollo de un sistema para la planificación, control y gestión de la producción para una empresa del rubro metalmecánico, en particular para Maestranza JOMA S.A.

Los objetivos de este trabajo son los de brindar una herramienta que permita planificar la producción a partir de listados, controlar el avance de los procesos y la calidad de los elementos, asignar prioridades con fechas y generar despachos a obra.

El trabajo fue realizado con una metodología de desarrollo basada en el Modelo en Cascada, identificando cada una de las fases, actividades y roles del proceso. Se definen los requerimientos en conjunto con los usuarios, lo que sirve de base para modelar el sistema utilizando diagramas de entidad relación, casos de uso y modelos de datos lógicos. Como estrategia de desarrollo, el software se divide en componentes, que se denominan módulos y que luego se integran para conformar el sistema completo. El sistema se implementa con plataformas Web de código libre tales como PHP, MySQL y Apache.

El sistema es evaluado y probado primero en la etapa de desarrollo y luego por el usuario, luego de lo cual es aceptado y se pone en producción. Actualmente el sistema se utiliza para fabricar en promedio 3.000 elementos mensuales.

Palabras claves: desarrollo de software, modelo en cascada, diagramas entidad relación, casos de uso, modularidad,

Abstract

This work consists of the development of a system for the planning, control and management of production for a company of the metalworking sector, in particular for Maestranza JOMA S.A.

The objectives of this work are to provide a tool to plan production from listings, control the progress of processes and the quality of the elements, assign priorities with dates and generate dispatches to work.

The work was done with a development methodology based on the Cascade Model, identifying each of the phases, activities and roles of the process. Requirements are defined in conjunction with users, which serves as a basis for modeling the system using relationship entity diagrams, use cases and logical data models. As a development strategy, the software is divided into components, which are called modules and then integrated to form the complete system. It implements the system with free code Web platforms such as PHP, MySQL and Apache.

The system is evaluated and tested first in the development stage and then by the user, after which it is accepted and put into production. Currently the system is used to manufacture an average of 3,000 monthly items.

Keywords: software development, cascade model, entity relationship diagrams, use cases, modularity,

Glosario

CAD: del inglés “Computer-Aided Design”, o diseño asistido por computadora en castellano.

CNC: Control Numérico Computarizado.

BPMN: del inglés “Business Process Model Notation”, o Modelo y Notación de Procesos de Negocio en castellano

UML: por sus siglas en inglés “Unified Modeling Language”, o lenguaje unificado de modelado en castellano.

Apache: acrónimo del inglés “a patchy server”, es un servicio de páginas web HTTP de código abierto.

MySQL: es un sistema de gestión de base de datos relacional (RDBMS) de código abierto, accedido vía lenguaje de consulta estructurado (SQL)

PHP: acrónimo recursivo de “Hypertext Pre Processor”

IDE: del inglés “Integrated Development Environment”, o entorno de desarrollo integrado en castellano

HTTP: del inglés “Hyper Text Transfer Protocol”, o protocolo de transferencia de hipertextos en castellano, que se utiliza en algunas direcciones de internet.

JavaScript: es un lenguaje de programación interpretado

CSS: son las siglas de “Cascading Style Sheets”, o Hojas de Estilo en Cascada en español, que es un lenguaje de presentación de documentos estructurados

RFI: del inglés “Request for Information”, o solicitud de información en castellano

ABM: del inglés “Advance Bill of Material” o avanzada de lista de materiales en castellano.

BOM: del inglés “Bill of material”, o lista de materiales en castellano.

Índice de Contenidos

Agradecimientos	i
Resumen.....	ii
Abstract.....	iii
Glosario.....	iv
1. Introducción y Objetivos.....	viii
2. Sistemas de control y gestión de la producción usados en la industria metalmecánica	11
2.1. StruMIS.....	11
2.2. Lantek Integra	14
2.3. Selección de la Alternativa	17
3. Análisis y Diseño del Sistema.....	21
3.1. Requerimientos	22
3.1.1. Procesos de Negocio	23
3.1.1.1. Proceso de Ingeniería	24
3.1.1.2. Proceso de Negocio de Planificación.....	25
3.1.1.3. Proceso de Negocio de Producción.....	26
3.1.1.4. Proceso de Montaje.....	27
3.1.1.5. Proceso de Calidad.....	28
3.2. Modelado de los Requerimientos.....	29
3.2.1. Diagramas Entidad Relación.....	29
3.2.2. Casos de Uso.....	32
3.2.3. Modelo de Datos Lógico.....	36
3.2.4. Diseño de Interfaz	37
4. Implementación de Sistema ACEROS	38
4.1. Herramientas de Desarrollo	38

4.1.1.	Plataforma de Desarrollo	38
4.1.2.	Entorno de Desarrollo	38
4.1.3.	Administrador de Base de Datos.....	39
4.1.4.	Complementos	39
4.2.	Implementación del Modelo de Datos	39
4.3.	Módulos del Sistema.....	46
4.3.1.	Panel de Control.....	46
4.3.1.1.	Módulo Usuarios.....	47
4.3.1.2.	Módulo Perfiles.....	47
4.3.1.3.	Módulo Roles.....	48
4.3.1.4.	Módulo de Grupos de Inspección	49
4.3.1.5.	Módulo de Grupos de Control	49
4.3.1.6.	Módulo Taller	50
4.3.1.7.	Módulo de Usuarios Móviles.....	50
4.3.2.	Aplicación de Escritorio.....	51
4.3.2.1.	Módulo de Ingreso	51
4.3.2.1.	Módulo de Programación.....	52
4.3.2.2.	Módulo de Prioridades	52
4.3.2.3.	Módulo de Calidad.....	53
4.3.2.4.	Módulo de Obras.....	53
4.3.2.5.	Módulo de Clientes	54
4.3.2.6.	Módulo de Contratistas	54
4.3.2.7.	Módulo de Estadísticas	55
4.3.3.	Aplicación para Dispositivos Móviles	56
4.3.3.1.	Módulo de Inspección.....	56

4.3.3.2.	Módulo de Calidad.....	57
4.3.3.3.	Módulo de Ingreso a Terminaciones.....	58
4.3.3.4.	Módulo de Terminaciones Zona Franca	58
4.3.3.5.	Módulo de Despacho	59
4.3.3.6.	Módulo de Escaneo.....	60
5.	Evaluación y Pruebas del Sistema ACEROS.....	61
5.1.	Pruebas de Software.....	61
5.1.1.	Pruebas Unitarias	61
5.1.2.	Pruebas de Sistema	61
5.2.	Pruebas de Usuario	62
6.	Conclusiones y Trabajo Futuro	63
	Referencias.....	65
	Anexo A – Procesos de Negocio.....	67
	Anexo B – Descripción de Casos de Uso	78
	Anexo C – Reglas de Transformación	84

1. Introducción y Objetivos

Producto del estancamiento actual de la economía, hoy se generan menos proyectos de inversiones en comparación a periodos anteriores. Esto genera una gran competencia entre empresas para la adjudicación de proyectos, obligándolas a vender más barato. Lo anterior también sucede en el área de la construcción, particularmente en el rubro de las maestranzas metalmecánicas que se dedican a la fabricación de estructuras metálicas.

La competitividad del rubro metalmecánico obliga a las maestranzas a optimizar sus recursos, mejorar la planificación y el control de la producción y mejorar la detección y seguimiento de elementos defectuosos. Todo lo anterior es necesario para disminuir los costos de producción y así poder generar ofertas con precios más atractivos para sus clientes, y poder así ganar licitaciones y adjudicarse proyectos.

En el presente trabajo llamado “Sistema para el Control y Gestión de la Producción para una Industria Metalmecánica” se desarrolla el Sistema ACEROS como una herramienta que ayude a una maestraza, particularmente a Maestraza JOMA S.A., en el desafío de manejar grandes volúmenes de información, mejorar los procesos de planificación y programación de la producción, facilitar los procesos de avance, control de calidad y despacho de elementos; en cuanto a la gestión, es necesario disponer de información para ayudar a la toma de decisiones.

El proceso de una maestraza comienza con el modelamiento del proyecto a través de un software 3D realizado por el Departamento de Ingeniería, desde donde se obtiene un listado detallado con miles de estructuras metálicas, las que deberán ser ingresadas en forma masiva al sistema Aceros, tarea que actualmente se realiza de forma manual y por varias personas. A su vez, las estructuras deben ser agrupadas de acuerdo al tipo de estructura para optimizar el proceso de producción.

Los supervisores que trabajan en terreno se encargan de registrar el avance de los procesos de producción, a través de dispositivos móviles, realimentando el sistema y permitiendo a las jefaturas y gerencias detectar a tiempo aquellos elementos que aún faltan por fabricar, de modo de cumplir con los compromisos adquiridos con el cliente.

Actualmente esta tarea la realizan 2 a 3 personas por cada proceso rellenando papeletas en forma manual, incurriendo en errores y necesitando de mucho tiempo.

Por último, durante el proceso de fabricación, cada elemento defectuoso debe ser marcado para ser reparado, impidiendo a la vez que se siga con la etapa de fabricación siguiente mientras no se libere de su condición defectuosa. De otra forma el defecto se terminaría corrigiendo en terreno, donde el costo de reparación es mucho mayor para la empresa. Luego se podrán generar reportes estadísticos que identifiquen los errores más comunes para cuantificarlos y realizar correcciones en el proceso de fabricación para que vayan disminuyendo con el tiempo. Lo anterior es muy difícil de manejar sin un sistema donde se centralice la información.

Por lo tanto, el sistema propuesto ACEROS permitirá cumplir los siguientes objetivos:

- Planificar la producción disminuyendo el error humano en el manejo de grandes volúmenes de información.
- Controlar y gestionar la producción realizando un seguimiento de avance de los procesos en tiempo real, y tomando las acciones correctivas para cumplir con los plazos comprometidos con el cliente.
- Controlar la calidad realizando un seguimiento de las no-conformidades, evitando avances de elementos defectuosos hasta que sean reparados e identificando los errores más comunes, atendiéndolos para que éstos vayan disminuyendo con el tiempo.

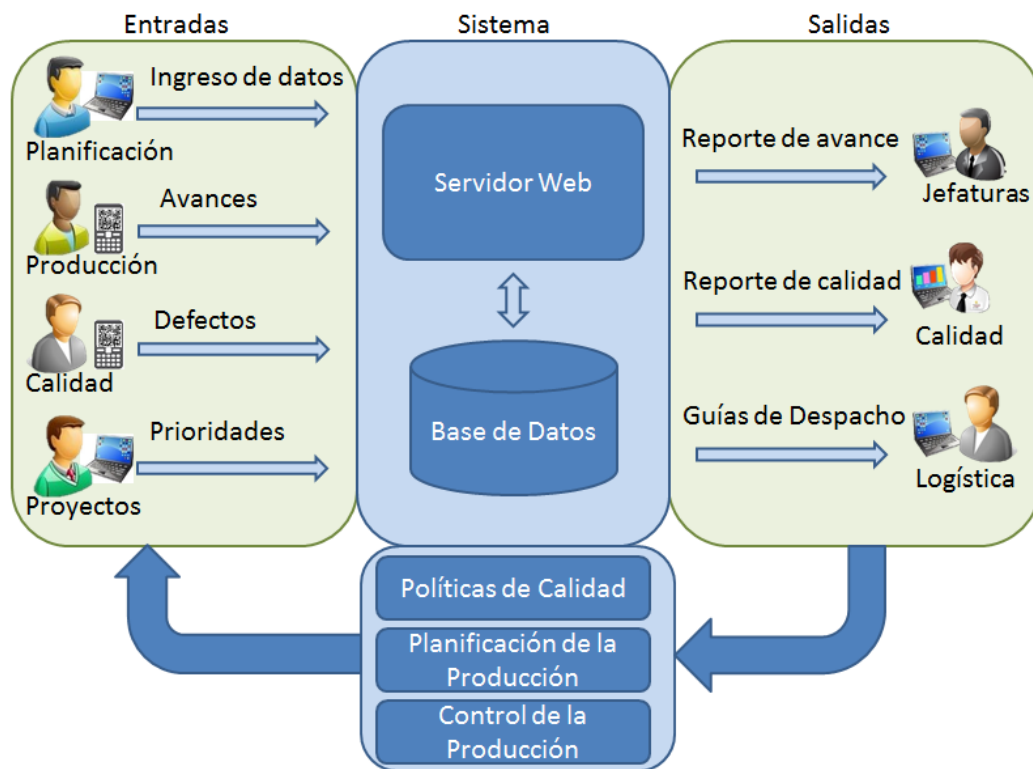


Figura 1-1: Diagrama del Sistema

2. Sistemas de control y gestión de la producción usados en la industria metalmecánica

En este capítulo se revisa el estado del arte, particularmente en la industria del software donde existen productos relacionados al control de la producción de empresas metalmecánicas, entre los cuales destacan Strumis [1] y Lantek Integra [2]. Estos paquetes de software permiten el control del proceso de fabricación, reciben información desde software de modelamiento en 3D. Además, incluyen módulo de ventas y clientes, inventario para la administración de las materias primas, gestión de compras, maquinarias relacionadas a la preparación de la materia prima y producción para administrar los procesos productivos.

2.1.StruMIS

Este software está diseñado para fabricantes de acero y les permite gestionar todas las etapas de un proyecto desde la oferta inicial hasta el montaje, controlando el presupuesto durante todas las etapas, entregando calidad y eficiencia para las operaciones. Está compuesto por varios módulos para suplir las necesidades de los distintos departamentos de la empresa, los que serán detallados a continuación.

Solicitudes y Presupuestos: en este módulo se crean cotizaciones con valores predefinidos de estimación, accediendo a la base de datos de aceros para obtener propiedades de peso, área y precio, proporcionando una estimación de costos de procesos como pintura, galvanización, etc.

Compras y Proveedores: las órdenes de compra de materia prima se generan automáticamente desde el asistente de aprovechamiento, asegurando compras eficientes y que luego son enviadas al proveedor.

Las recepciones de inventario permiten verificar y asignar el material rápidamente. Además, permite ingresar información de certificados de calidad y número de seguimiento, permitiendo una trazabilidad de la materia prima.

Control de Documentos: este módulo permite importar archivos de control numérico, planos y certificados de calidad directamente desde los sistemas de modelamiento 3D,

disminuyendo tiempos de ingreso y eliminando errores. La revisión, ubicación e historia de todos los documentos se controlan en todo momento.

Gestión de Contratos: este módulo permite la creación de contratos que contienen información crítica como cliente, peso, área, fases, dibujos, marcas de ensamblaje, hitos de facturación, etc. La función de presupuesto de contrato importa automáticamente los valores de estimación/oferta y los costos (material, mano de obra, servicios), luego los compara con los compromisos (asignación de inventario, órdenes de compra) y los costos reales (horas de trabajadores), proporcionando un rendimiento financiero constante y claro.

En este módulo se importa el listado de conjuntos y partes a fabricar, con compatibilidad con muchos componentes de software de modelamiento en 3D de estructuras metálicas, principalmente con Tekla [3], utilizando por la mayoría de los fabricantes de ACERO en Chile.

Las modificaciones en el diseño durante el proceso de fabricación (una de las principales complicaciones de las empresas) se gestionan fácilmente en el sistema, gracias a la trazabilidad se identifican los cambios específicos, identificando las nuevas compras de materia prima y los nuevos elementos que se deben fabricar, eliminando errores costosos.

Ventas y Clientes: permite ingresar los detalles de contactos, direcciones, nombres y luego se pueden vincular a proyectos adjudicados. Permite la creación de solicitudes de venta. Las facturas de ventas se crean automáticamente en los hitos a lo largo del contrato, el módulo de ventas muestra el estado de producción de todos los conjuntos, permitiendo facturar en ciertas etapas de producción o hitos. Los valores de la factura de ventas se exportan al módulo de presupuesto para la comparación de costos con el gasto.

Elementos e Inventario: este módulo entrega un estado del inventario en tiempo real. La materia prima asociada a un contrato se puede controlar, al igual que sus consumibles, y realiza un ajuste automático con las órdenes de compra recibidas, emitidas y consumidas, por lo que no es necesario realizar ajustes manuales. Existe una trazabilidad y seguimiento completos. Los estados del inventario son: libre, asignado, remanente y trabajo en curso. El módulo de inventario permite realizar un seguimiento a través de los números de colada, número de pedido, número de orden de entrega, fecha de pedido y fecha de recepción, estos

datos críticos permiten cumplir con las normas de control de calidad para la trazabilidad y el control.

El valor de inventario se muestra como costo por tipo de materia prima, precio unitario por metro de estructura lineal o por tonelada. Además, existen numerosos informes de gestión, por ejemplo: El valor/estado del inventario, el uso histórico por tipo o proveedor y ubicación del inventario.

Control de Producción: este módulo entrega una visión clara y transparente del progreso, monitoreo y estado actual de cada conjunto y parte, las que pueden ser avanzadas a la siguiente etapa y proceso. Se definen agrupaciones o Lotes, con sus respectivas fechas de fabricación y entrega.

La generación de órdenes de producción se realiza interrogando los archivos de control numérico CAM/NC para obtener tiempos, asignar procesos y máquinas de corte, perforado, etc. de forma automática. Con esto se obtienen las cargas de trabajo por máquina, empleado o proceso, permitiendo una adecuada planificación de la producción.

El seguimiento de la producción se puede realizar visualmente a través del modelo 3D del proyecto. Este módulo permite la creación de notas de entrega entre procesos, guías de despacho a subcontrato, y guías de despacho a obra de productos terminados (que se puede realizar a través de código de barra). También se obtienen informes de las horas invertidas por cada trabajador.

Entre las ventajas y desventajas de este software se pueden mencionar las siguientes

Ventajas

- Permite integración con software de modelamiento 3D, entre ellos Tekla, para el ingreso de conjuntos y partes a fabricar.
- Permite controlar y gestionar los procesos productivos, el control de calidad, montajes, etc., con un nivel de detalle importante.
- Este software es bastante configurable, lo que es bastante útil en empresas metalmecánicas sin tanto proceso automatizado y que realizan varios procesos manuales y en forma dinámica.

Desventajas

- Los costos de licenciamiento son bastante elevados para una empresa metalmecánica promedio.
- Los tiempos de implementación de esta solución se extienden por al menos 6 meses, dado que contempla varios departamentos dentro de la empresa.

2.2.Lantek Integra

Corresponde a una plataforma de software para gestión de fabricación en empresas que producen piezas a partir de perfiles, tubos y planchas metálicas. Lantek Integra se compone de varios módulos funcionales, donde cada uno cubre la gestión de un área de la empresa: ventas, fabricación, compras y almacén, los que se detallan a continuación.

Lantek Integra CRM: corresponde a un módulo comercial, que permite gestionar fichas de información de clientes, presupuestos, pedidos y órdenes. También permite gestionar el riesgo antes de cerrar una acción comercial. Por otro lado, permite generar presupuestos de forma rápida incluyendo herramientas de duplicado a partir de presupuestos históricos, definición de presupuestos estándar y envío automático a clientes. Estos presupuestos se generan a partir de los archivos de control numérico CAD/CAM, permitiendo además agregar el resto de los procesos productivos como plegado, soldadura, pintura, montaje, etc. Por último, este módulo también permite realizar análisis de costos en base a datos históricos de presupuestos.

Lantek Integra Manufacturing: Este módulo permite gestionar los procesos de fabricación y su integración con máquinas de control numérico. Para la gestión del taller, el sistema permite administrar la carga de trabajo de las máquinas, operarios y subcontratos. Permite reservar materia prima para un contrato en particular y priorizar algunas tareas por sobre otras. Además, permite el ingreso de tiempos y consumos de materia prima para cada proceso de fabricación.

Para el seguimiento de una orden de fabricación, el sistema incorpora herramientas de búsqueda según máquina, material, espesor, fecha de entrega, pedido de venta, cliente, etc. permitiendo al usuario saber en tiempo real el estado de avance del producto.

Se realizan aprovechamientos de materia prima y tiempos de fabricación, reduciendo los costos de fabricación. Además, permite realizar seguimiento del cumplimiento de los plazos de entrega comprometidos con el cliente.

Lantek Integra Manufacturing permite realizar comparaciones entre el costo estimado y el costo real, permitiendo conocer la desviación de costos para cada producto.

Lantek Integra Inventory: Este módulo de gestión de inventario permite conocer el stock real de materia prima, partes y productos finales. Además, genera y gestiona retales de planchas y perfiles, permitiendo un mejor control de la materia prima.

Permite seleccionar el método de control de costos, ya sea FIFO, LIFO o Media. Cada vez que se realiza un movimiento de inventario, el sistema actualiza el costo, permitiendo saber el costo real de los productos almacenados y el valor total del inventario.

Se realiza gestión de trazabilidad y los estados de la materia prima, ya sea disponible, reservada, por recibir, etc.

Lantek Integra Sales: en este módulo se da cobertura a todo el ciclo de ventas: presupuestos, pedidos, notas de entrega y facturas. Existe integración con los otros módulos de Lantek Integra mencionados anteriormente. Esto permite visualizar tanto los costos y precios, así como realizar un seguimiento del pedido. Además, se puede comprobar si un producto ya está fabricado y/o enviado.

El sistema permite facturar contra pedido, nota de entrega o a solicitud del usuario, permitiendo acceder a las facturas pendientes por contabilizar, contabilizadas y pagadas. También permite gestionar a los clientes que están impagos y que representan un riesgo para la empresa.

Lantek Integra Purchases: esta solución permite acceder a la información de proveedores, órdenes de compra, facturas de compra, envíos realizados, precios, etc. Además, al recibir material asociado a una compra, se genera un documento de recepción y la orden cambia de estado. También se genera la factura de compra de forma automática.

Lantek Integra Products: permite gestionar los datos asociados a los productos, tales como diseño, estructuras, medidas, costos, precios de venta, precios de compra, operaciones de

fabricación, etc. Lantek Integra Products ofrece integración con software CAD 2D y CAD 3D, aquí es importante mencionar la compatibilidad con Tekla, sistema más utilizado en Chile en las Maestranzas. El programa permite importar los productos y la definición de su estructura (conjuntos y partes)

En este módulo se define con detalle el costo de cada producto: estaciones de trabajo, materia prima, mano de obra, etc., ingresando esa información al resto de los módulos: ventas, fabricación, compras y almacenes.

Entre las ventaja y desventajas de este software se pueden mencionar las siguientes

Ventajas

- Permite integración con software de modelamiento 3D Tekla, del cual se puede importar el listado con conjuntos y partes a fabricar.
- Permite gestionar el proceso productivo, calidad, montajes.

Desventajas

- Al igual que el software anterior, los costos de licenciamiento de esta solución son bastante elevados para una empresa metalmecánica promedio.
- Los tiempos de implementación de esta solución, suponen al menos unos 8 meses, dado que abarca varios departamentos dentro de la empresa.
- Este sistema apunta a talleres metalmecánicos automatizados con máquinas CNC, por lo que no es aplicable a la mayoría de las maestranzas a nivel nacional donde la mayor parte de los procesos son manuales.

2.3. Selección de la Alternativa

A continuación, se evalúan las alternativas de solución descritas anteriormente, en conjunto con la alternativa de desarrollar un sistema propio. Para la toma de decisión, se utilizan criterios cualitativos en base a las necesidades de una empresa metalmecánica, en particular de Maestranza JOMA S.A. A cada criterio se le otorga un valor de ponderación, lo que finalmente entregará un resultado final por cada alternativa.

Criterios de Selección

A continuación, se describen los distintos criterios para evaluar las alternativas:

Tiempo de implementación: corresponde al tiempo en que se finaliza el período de marcha blanca, es decir, que el sistema ya está instalado e implementado, y que los usuarios ya están capacitados en el uso del sistema.

Costos de implementación: el valor que tiene implementar una solución para al menos 5 usuarios, tanto en licencia como en servicios.

Compatibilidad con software de modelamiento 3D: La facilidad del sistema para interpretar e ingresar la información proveniente de Tekla.

Permite trabajar con código de barras: Posibilidad de trabajar en terreno con etiquetas y equipos de código de barra para registrar el avance de la producción y los despachos.

Corresponde a una solución integral: Si el sistema contiene los módulos necesarios para todos los departamentos de la empresa, tales como ventas, compras, inventario, producción.

La ponderación que se le asigna a cada criterio, de acuerdo a las condiciones, recursos y tiempo del que se dispone, se indica en la Tabla 2-1.

Criterio de Selección	Ponderación
Tiempo de implementación	30%
Costos de implementación	30%
Compatibilidad con software de modelamiento 3D	10%
Permite trabajar con código de barras	25%
Corresponde a una solución integral	5%

Tabla 2-1: Ponderación de cada uno de los criterios de evaluación

Evaluación de las Alternativas

Para evaluar cada una de las alternativas se utilizará el siguiente sistema de puntuación:

A continuación la evaluación de las distintas alternativas.

Alternativa 1: LANTEK INTEGRA

- Tiempo de implementación: Puntuación = 70 (bastante tiempo de implementación, ya que tarda 8 meses)
- Costos de implementación: Puntuación = 70 (alternativa muy costosa)
- Compatibilidad con software de modelamiento 3D: Puntuación = 100 (es compatible con Tekla)
- Permite trabajar con código de barras: Puntuación = 40 (solo permite código de barras en el manejo del inventario, pero no en el control de la producción)
- Corresponde a una solución integral: Puntuación = 100 (contiene módulos para todos los departamentos)

Alternativa 2: STRUMIS

- Tiempo de implementación: Puntuación = 60 (ya que 6 meses es bastante tiempo de implementación)
- Costos de implementación: Puntuación = 60 (Es una alternativa muy costosa, 60 millones de pesos)
- Compatibilidad con software de modelamiento 3D: Puntuación = 100 (es compatible con Tekla)
- Permite trabajar con código de barras: Puntuación = 100 (es posible utilizar código de barras para el control de la producción y despachos)
- Corresponde a una solución integral: Puntuación = 100 (contiene módulos para todos los departamentos).

Alternativa 3: DESARROLLO DE SISTEMA

- Tiempo de implementación: Puntuación = 80 (4 meses es un tiempo razonable de implementación)
- Costos de implementación: Puntuación = 90 (se estima en 20 millones, monto bastante razonable considerando usuarios ilimitados)
- Compatibilidad con software de modelamiento 3D: Puntuación = 90 (es compatible con Tekla, pero es necesario procesar la información antes de ingresarla al sistema)
- Permite trabajar con código de barras: Puntuación = 100 (es posible trabajar con código de barras en el control de la producción y en el despacho)
- Corresponde a una solución integral: Puntuación = 50 (solo tiene módulo de producción, el resto de los departamentos utilizará software externo)

En la Tabla 2-2 se observa la evaluación de cada una de las alternativas, de acuerdo a la ponderación de cada criterio. Ella muestra con una puntuación de 87,5 que la mejor alternativa es “Desarrollo de Sistema”, seguida de “StruMIS” con una puntuación de 76, y finalmente “Lantek-Integra” con una puntuación de 67.

Criterio de selección	Ponderación	Puntuación		
		Lantek Integra	StruMIS	Desarrollo de Sistema
Tiempo de implementación	30%	50	60	80
Costos de implementación	30%	50	60	90
Compatibilidad con software 3D	10%	100	100	90
Permite trabajar con código de barras	25%	40	100	100
Corresponde a una solución integral	5%	100	100	50
Puntuación Total	100%	67	76	87,5

Tabla 2-2: Tabla de evaluación de cada alternativa.

Alternativa Seleccionada

Dado los resultados expuestos en la tabla anterior, se concluye que la alternativa más adecuada para cumplir los objetivos presentados en este proyecto es la alternativa 3, que considera el desarrollo de un sistema a medida. Esto se debe principalmente al bajo de costo de implementación y a que se adecúa de mejor manera a los requerimientos de la empresa, por ejemplo, al incluir código de barras.

3. Análisis y Diseño del Sistema

Para el proceso de desarrollo de software del sistema ACEROS se siguió el modelo en cascada de acuerdo a lo especificado en SOMMERVILLE [4], en donde se realiza una planeación inicial y cada etapa va seguida de otra, por eso su nombre (ver figura 3-1).

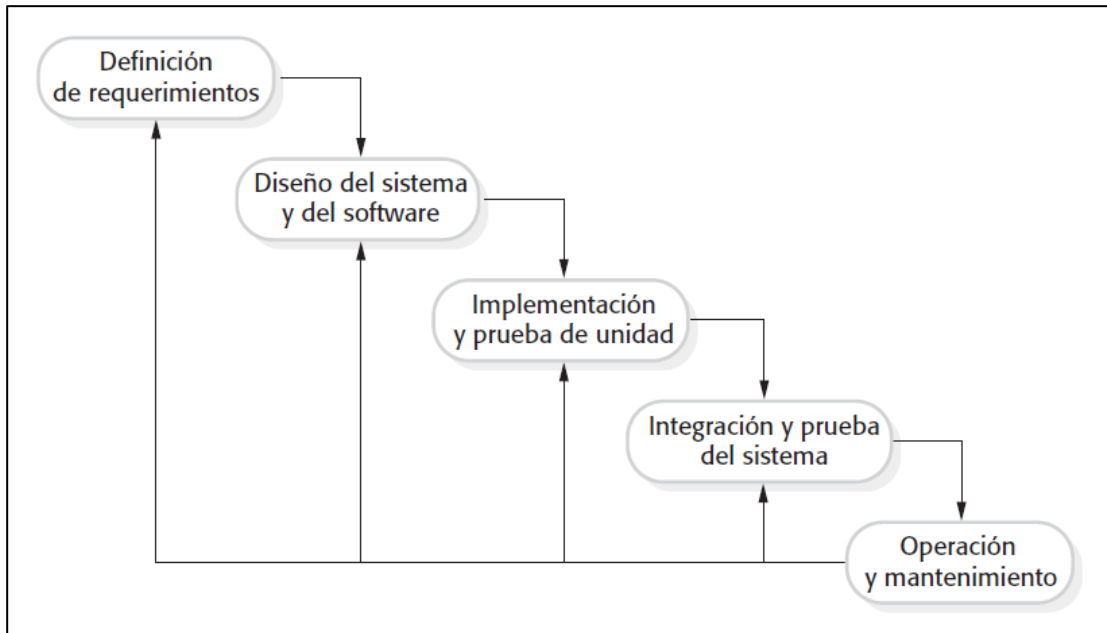


Figura 3-1: Modelo en Cascada

Las principales etapas del modelo en cascada corresponden a actividades fundamentales de un proceso de desarrollo de software:

Análisis y definición de requerimientos: los servicios, las restricciones y las metas del sistema se establecen mediante consulta a los usuarios. Luego, se definen con detalle y sirven como especificación del sistema.

Diseño del sistema y del software: el proceso de diseño de sistemas asigna los requerimientos de hardware o software estableciendo una arquitectura de sistema global. El diseño del software implica identificar y describir las abstracciones fundamentales del sistema de software y sus relaciones.

Implementación y prueba de unidad: durante esta etapa, el diseño de software se realiza como un conjunto de programas o unidades del programa. La prueba de unidad consiste en verificar que cada unidad cumpla con su especificación.

Integración y prueba de sistema: las unidades del programa o los programas individuales se integran y prueban como un sistema completo para asegurar que se cumplan los requerimientos de software. Después de probarlo, se libera el sistema de software al cliente.

Operación y mantenimiento: en esta fase el sistema se instala y se pone en práctica. El mantenimiento incluye corregir los errores que no se detectaron en etapas anteriores del ciclo de vida, mejorar la implementación de las unidades del sistema e incrementar los servicios del sistema conforme se descubren nuevos requerimientos.

3.1.Requerimientos

Los requerimientos son descripciones de lo que el sistema de software debe hacer: el servicio que ofrece y las restricciones en su operación. Tales requerimientos reflejan las solicitudes de los clientes por un sistema que atienda sus necesidades.

Para la obtención de los requerimientos se siguieron las etapas definidas en PRESSMAN [5], están son:

- **Indagación:** entrevistar al cliente, usuarios y a otras personas para consultarles cuales son los objetivos del sistema.
- **Elaboración:** La información obtenida del cliente es ampliada, modelando los requerimientos, identificando la función, comportamiento e información del software.
- **Negociación:** ordenamiento de los requerimientos según su prioridad, para eliminar posibles conflictos.
- **Especificación:** elaboración por escrito, acompañado de objetos gráficos de lo que se espera del sistema.

3.1.1. Procesos de Negocio

Para la obtención de requerimientos del sistema ACEROS se realizaron entrevistas a los trabajadores de los distintos departamentos de Maestranza JOMA S.A. Con la información recopilada se analizaron los procesos de negocio para comprender las diferentes actividades que se realizan y cómo éstas intercambian información. Esto establece las etapas implicadas para realizar cada proceso de negocio y la información que se transmite entre estas etapas.

Luego se realizó una etapa de modelado de requerimientos y negociación con el cliente para la elaboración de las especificaciones. En ellas se define el flujo de trabajo del proceso de negocio, utilizando la notación gráfica del estándar BPMN [6], y son acompañados de una descripción de cada proceso de negocio.

Algunos conceptos centrales de BPMN que se usan para crear modelos de flujo de trabajo son:

- Las actividades se representan mediante un rectángulo con esquinas redondeadas. Una actividad puede ser ejecutada por una persona o mediante un servicio automatizado.
- Los eventos se representan por medio de círculos. Un evento es algo que sucede durante un proceso empresarial. Un círculo sencillo se usa para representar un evento inicial y un círculo más oscuro para un evento final. Un círculo doble se usa para representar un evento intermedio. Los eventos pueden ser eventos de reloj, lo que en consecuencia permite que los flujos de trabajo se ejecuten periódicamente o de manera cronometrada.
- Un diamante se usa para representar una compuerta. Una compuerta es una etapa en el proceso donde se hace una elección.
- Una flecha sólida se usa para mostrar la secuencia de actividades, mientras que una flecha punteada representa mensajes que fluyen entre actividades.

A continuación, se presentan los diagramas de flujo de trabajo de los procesos de negocio. El detalle con la descripción de los procedimientos de cada proceso de negocio se encuentra disponible en el Anexo A

3.1.1.1. Proceso de Ingeniería

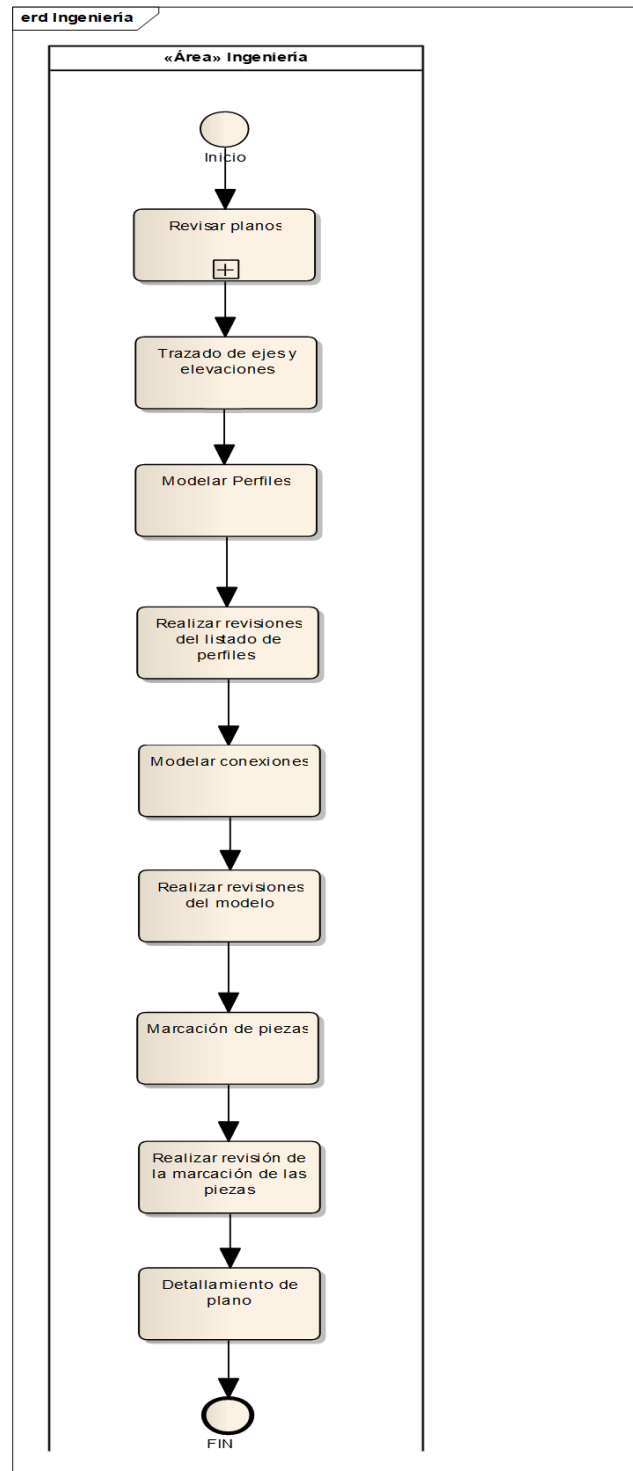


Figura 3-2: Diagrama de Proceso de Ingeniería

3.1.1.2. Proceso de Negocio de Planificación

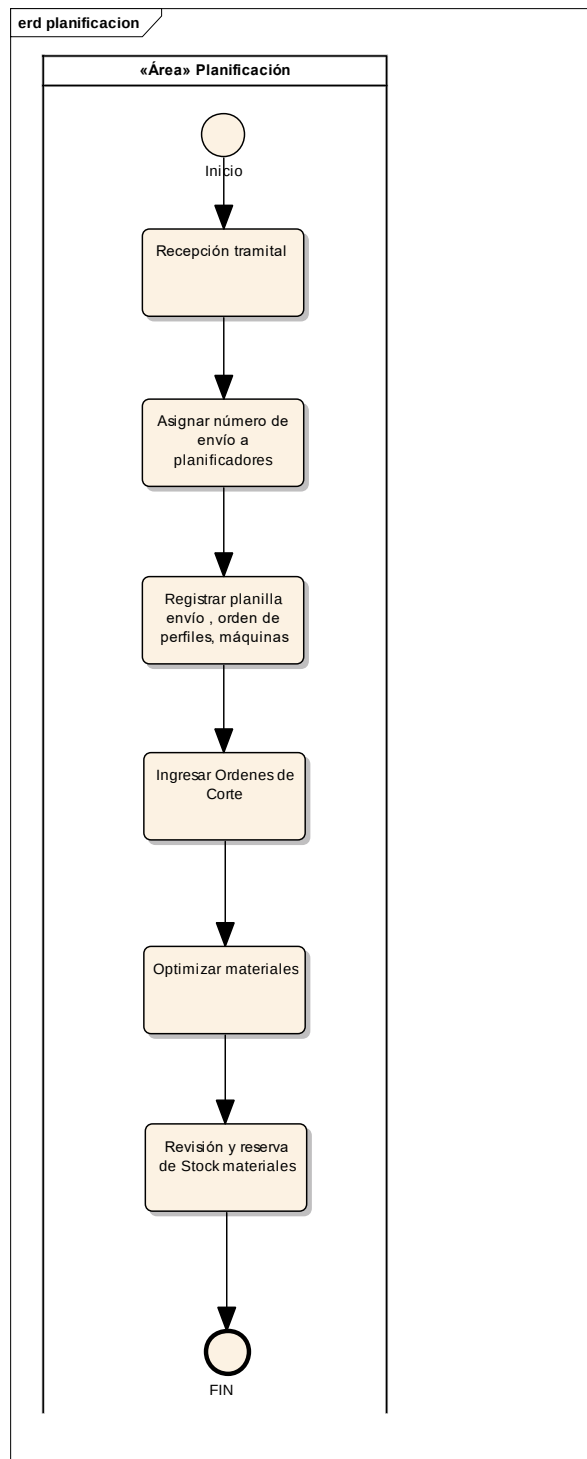


Figura 3-3: Diagrama de Proceso de Planificación

3.1.1.3. Proceso de Negocio de Producción

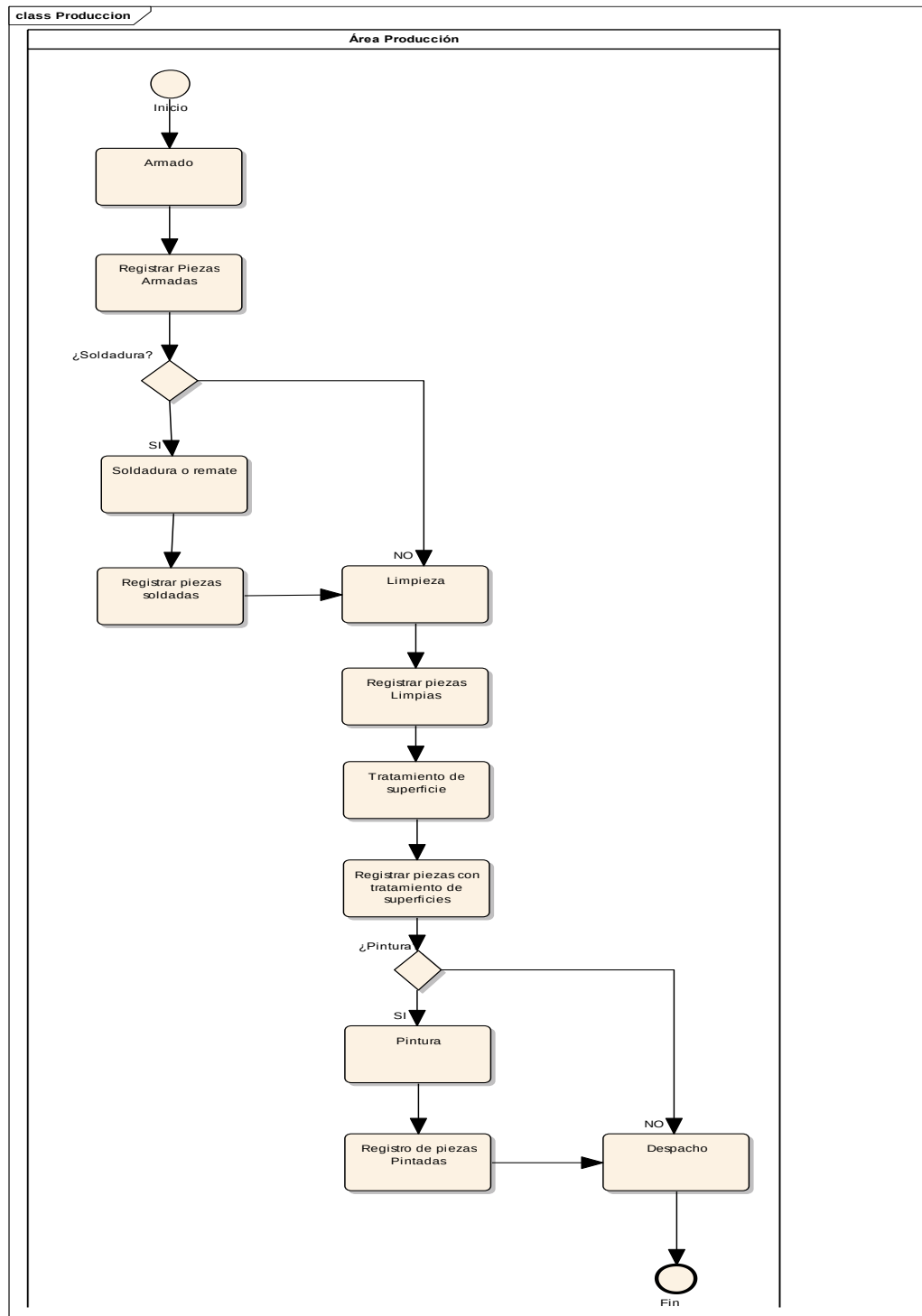


Figura 3-4: Diagrama de Proceso de Producción

3.1.1.4. Proceso de Montaje

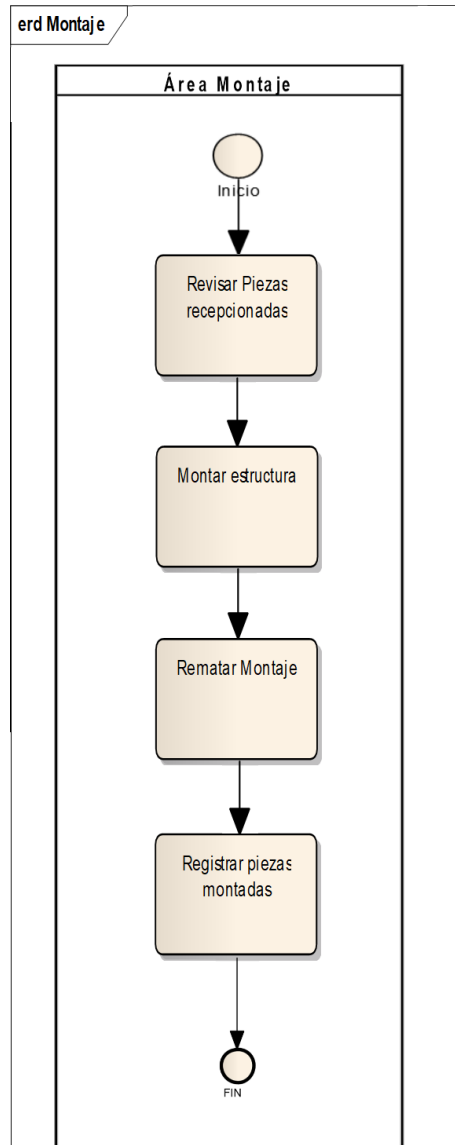


Figura 3-5: Diagrama de Proceso de Montaje

3.1.1.5. Proceso de Calidad

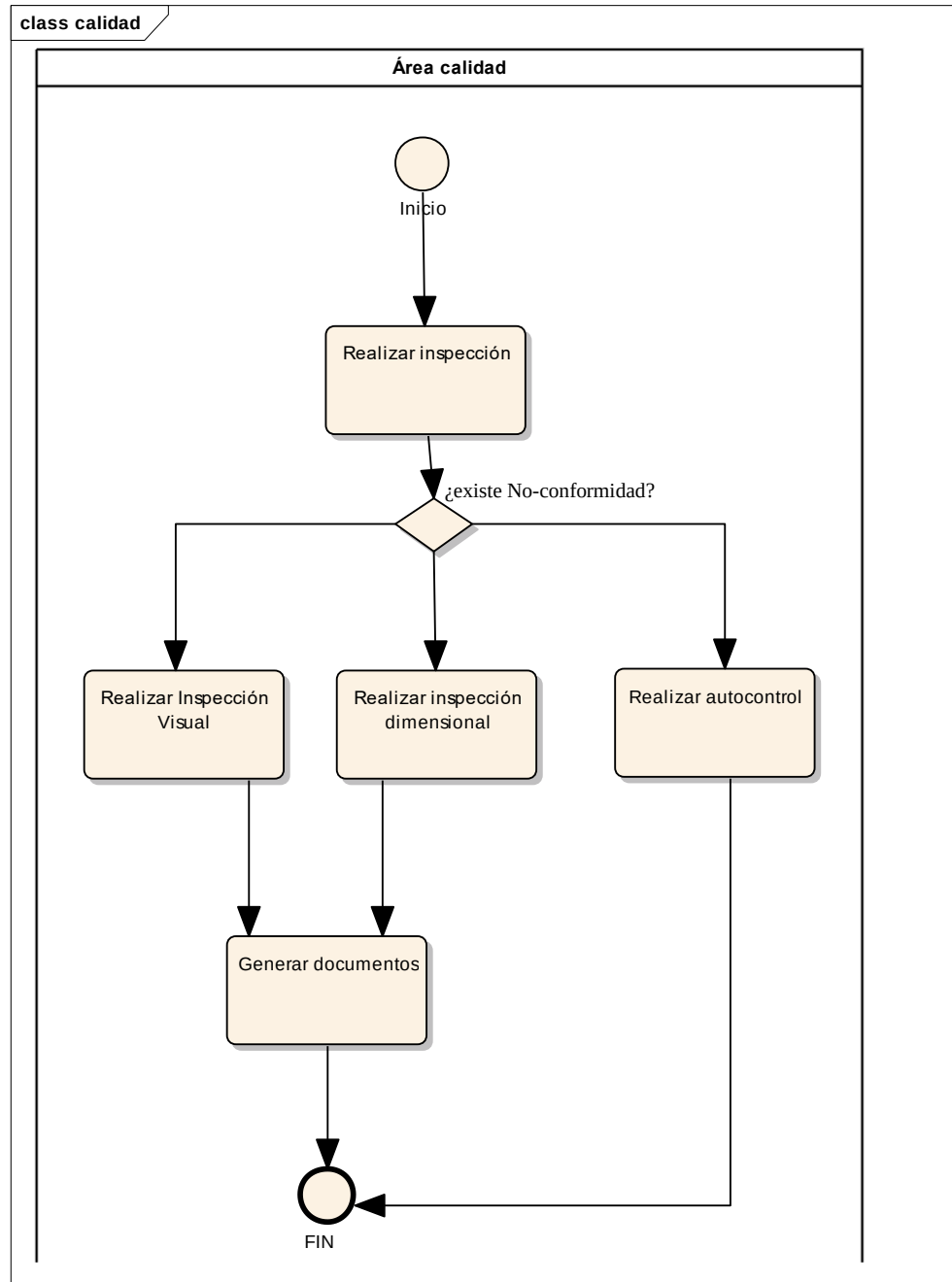


Figura 3-6: Diagrama de Proceso de Calidad

3.2.Modelado de los Requerimientos

Del proceso de análisis de los requerimientos y sus reglas se desprenden las principales entidades de negocio, que se describen en el Diagrama de Entidad junto con sus principales Relaciones. Luego se utilizó el modelado UML [7] de Casos de Uso para identificar las interacciones entre el sistema y los usuarios. Por último, se establece un modelo de datos que define cómo se estructurarán los datos de la empresa en la base de datos del sistema.

3.2.1. Diagramas Entidad Relación

Para el Modelo Conceptual del sistema, se procedió a analizar la especificación de requerimientos, desde donde se desprenden las entidades de negocio y sus relaciones, permitiendo generar un esquema conceptual de entidad relación.

El Diagrama de Entidad Relación [8] es una herramienta para el modelado de datos que permite representar las entidades relevantes de un sistema de información, así como sus interrelaciones y propiedades

La entidad puede ser un objeto con existencia física o conceptual, y está descrita y se representa por sus características o atributos. La relación describe la dependencia entre entidades o permite la asociación de las mismas.

La cardinalidad es el número de entidades con la cual otra entidad se puede asociar mediante una relación binaria. Los valores posibles de cardinalidad son:

- "0" si cada instancia de la entidad no está obligada a participar en la relación.
- "1" si toda instancia de la entidad está obligada a participar en la relación y, además, solamente participa una vez.
- "*" si cada instancia de la entidad no está obligada a participar en la relación y puede hacerlo cualquier número de veces.

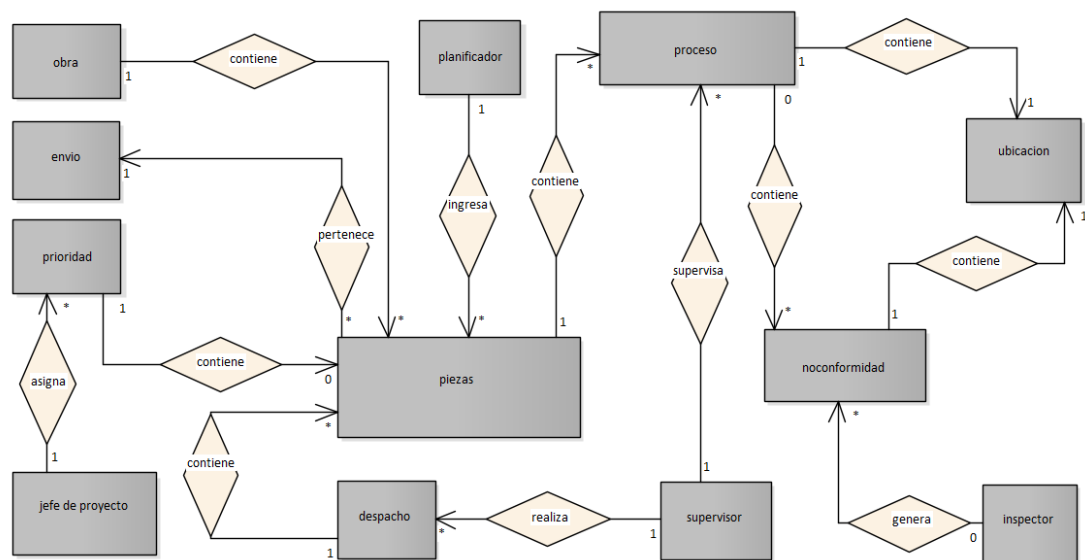


Figura 3-7: Diagrama Entidad Relación

Las entidades que participan en este diagrama son las siguientes:

Entidad	Descripción
Obra	Posee la información general de cada proyecto (cliente, dirección de obra, kilos totales, fechas de inicio y término)
Piezas	Posee información de cada elemento (nombre, perfil, dimensiones, cantidad)
Envío	Agrupar elementos de acuerdo a criterios de fabricación
Prioridad	Posee información de fechas de entrega acordadas con el cliente
Jefe de proyecto	Usuario encargado de asignar las prioridades

Planificador	Usuario encargado de ingresar la información de elementos
Despacho	Registra las guías de despacho enviadas al cliente
Proceso	Registra la información de los procesos de producción que deben cumplir cada elemento
Supervisor	Usuario encargado de registrar el cumplimiento de los procesos
No-conformidad	Registra las fallas en los procesos de producción de los elementos
Inspector	Usuario encargado de registrar las no-conformidades
Ubicación	Taller físico donde se realizan los procesos y las inspecciones de calidad

3.2.2. Casos de Uso

Los casos de uso se han convertido en una característica fundamental del modelado de lenguaje unificado. Un caso de uso identifica las interacciones entre el sistema y sus usuarios u otros sistemas, y nombra el tipo de interacción.

De acuerdo a SOMERVILLE [4], los casos de uso se documentan con el empleo de un diagrama de caso de uso de alto nivel. Los actores en el proceso, que pueden ser individuos u otros sistemas, se representan como figuras sencillas. Cada clase de interacción se constituye como una elipse con etiqueta. Líneas vinculan a los actores con la interacción. De manera opcional, se agregan puntas de flecha a las líneas para mostrar cómo se inicia la interacción.

Luego se complementa con información adicional que describe la interacción con el sistema. La información adicional puede ser una simple descripción textual, o una descripción estructurada en una tabla o un diagrama de secuencia UML [7] o un gráfico de estado. En este caso se utilizará un formato tabular estándar, por considerarse como el más adecuado para el nivel de detalle que se quiere para el modelamiento del sistema. Estas descripciones están disponibles en el Anexo B.

A continuación, se detallan los diagramas de casos de uso.

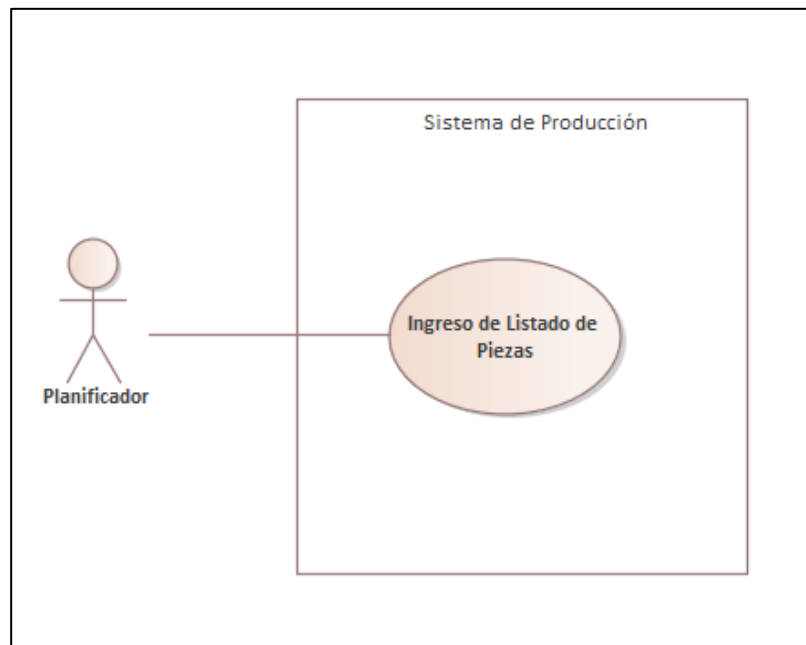


Figura 3-8: Diagrama de Caso de Uso Planificación

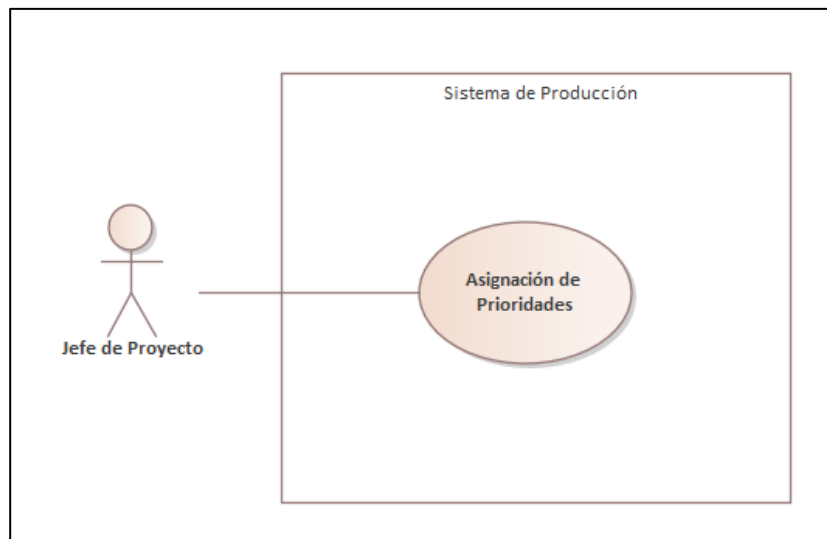


Figura 3-9: Diagrama de Caso de Uso Asignación de Prioridades

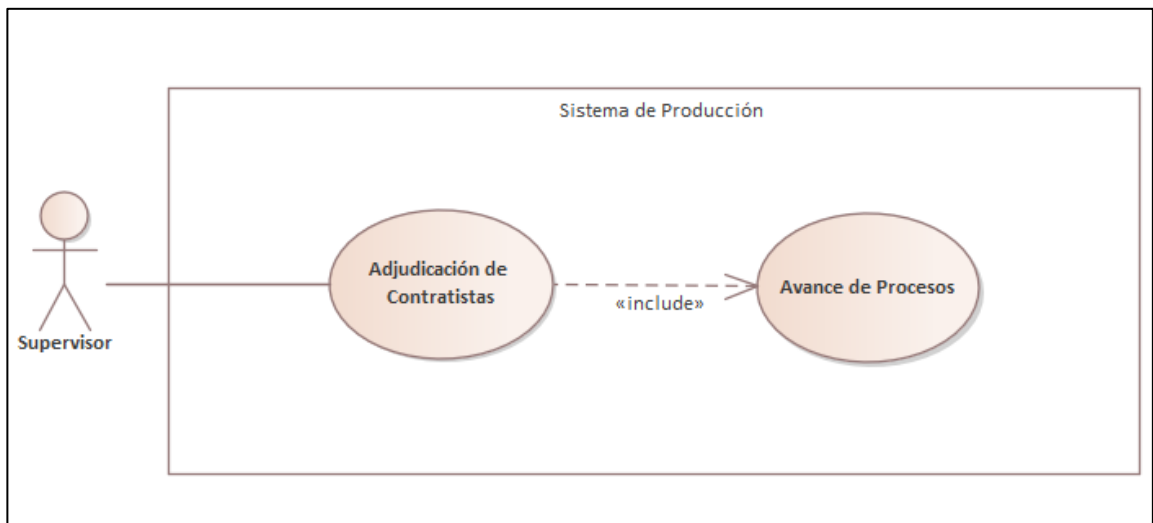


Figura 3-10: Diagrama de Caso de Uso Producción

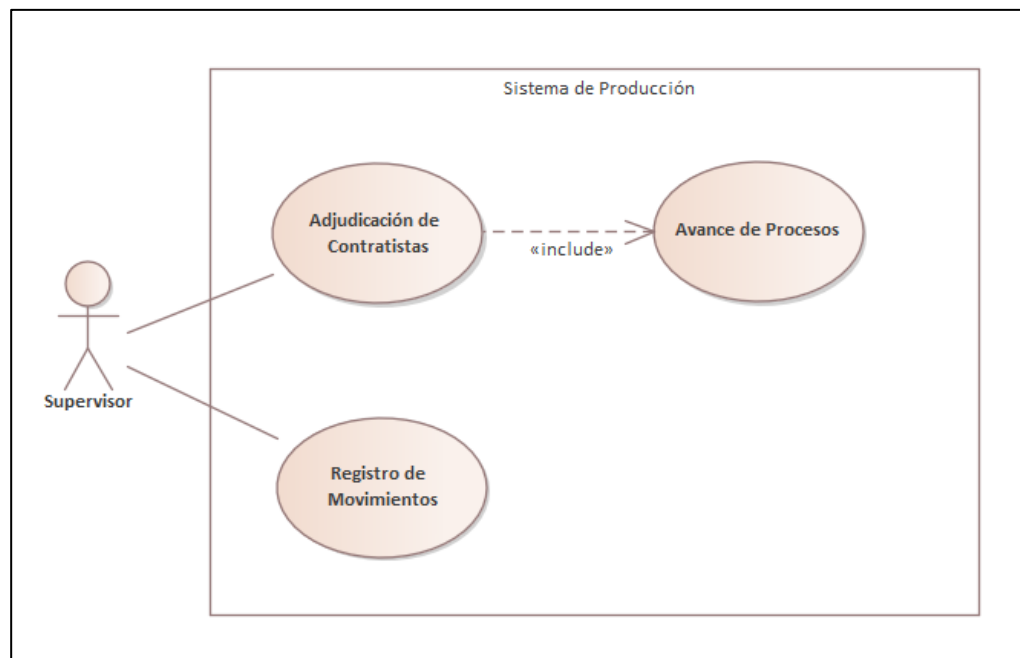


Figura 3-11: Diagrama de Caso de Uso Terminaciones

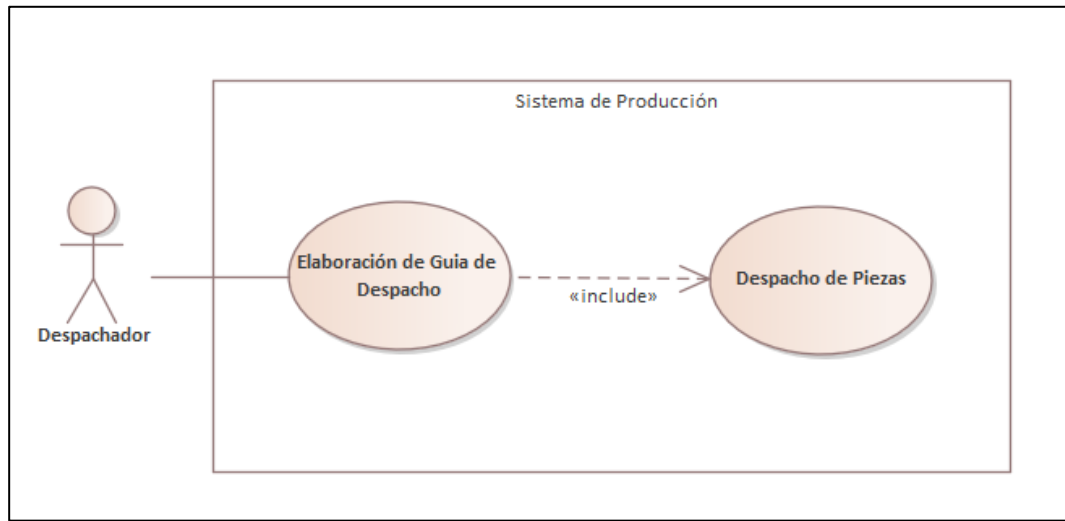


Figura 3-12: Diagrama de Caso de Uso Despacho

3.2.3. Modelo de Datos Lógico

Un esquema conceptual basado en el modelo Entidad-Relación puede ser transformado, de acuerdo con unas sencillas reglas, en un esquema lógico del modelo relacional según ELMASRI, NAVATHE [9] y SILBERSCHATZ, KORTH, SUDARSHAN [10].

Estas reglas de transformación se encuentran en el Anexo C

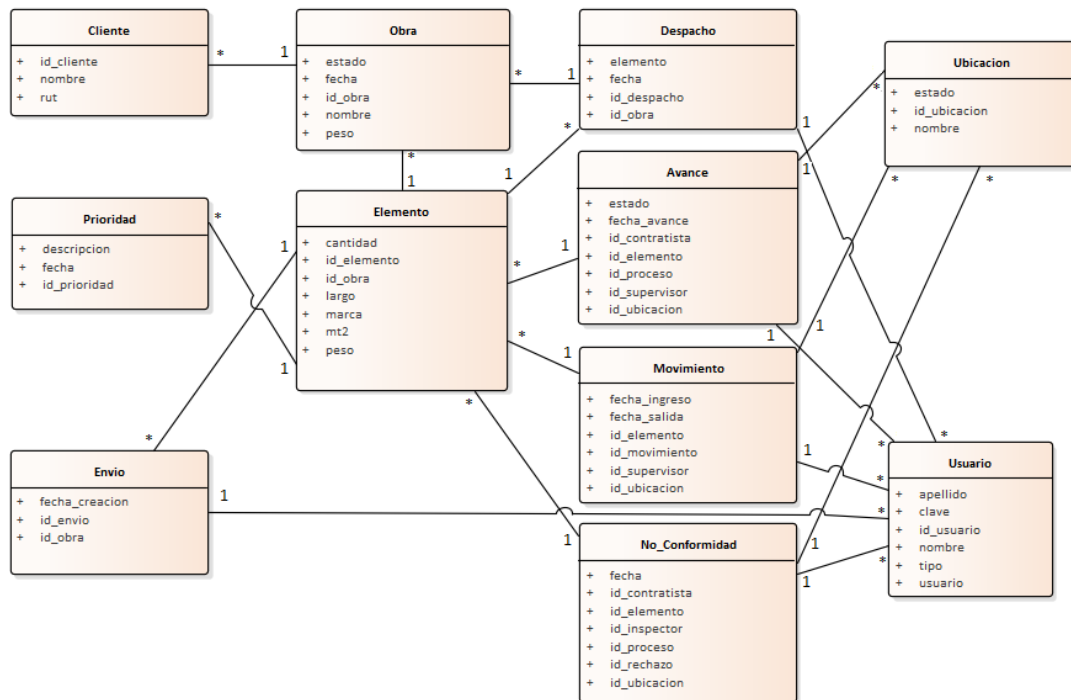


Figura 3-13: Diagrama de Diseño Lógico de Datos

3.2.4. Diseño de Interfaz

Según SOMMERVILLE [4], el diseño de la interfaz se define como el proceso de diseñar la forma en la que los usuarios del sistema pueden ingresar a la funcionalidad de éste, y la forma en que se despliega la información producida por el sistema.

En el sistema ACEROS, las interfaces dependen del perfil de usuario y del tipo de labor que realizan. Aunque todas las interfaces están basadas en la Web, algunas están diseñadas para utilizarse en estaciones de trabajo en oficina y otras están desarrolladas para utilizarse en dispositivos móviles en terreno que pueden ser tabletas o lectores de código de barra, dependiendo del tipo de función específica que desarrolla el usuario. Por lo tanto se definen 3 tipos de interfaces:

- Interfaz de panel de control: están diseñadas para trabajar en oficina para que los administradores de sistema puedan crear, modificar o eliminar elementos tales como clientes, obras, roles y usuarios.
- Interfaz de aplicaciones de escritorio: estas interfaces están diseñadas para trabajar en oficina para que los planificadores, inspectores de calidad y jefes de producción puedan ingresar obras, clientes, y contratistas. Además de programar la producción, revisar estadísticas e ingresar no-conformidades
- Interfaz de aplicaciones de dispositivo móviles: estas interfaces están diseñadas para trabajar en terreno para ser utilizadas por los supervisores de producción, inspectores de calidad y despachadores. Los supervisores encargados de los procesos productivos de armado y soldadura utilizan dispositivos de código de barra con sistema operativo Windows Mobile, por lo tanto, las interfaces Web están diseñadas para interpretar este tipo de información. Luego en los procesos productivos de limpieza, pintura e inspección de calidad, donde no es posible trabajar con etiquetas de código de barra ya que se destruyen en el proceso, se utilizan tabletas con sistema operativo Android y se diseñan interfaces que permiten sacarle provecho a las pantallas de 7 pulgadas a través de menús táctiles. Para el despacho se vuelve a utilizar etiquetas de código de barra, para ir registrando los elementos que se van cargando en el camión en las guías de despacho.

4. Implementación de Sistema ACEROS

En el presente capítulo se detalla la implementación del sistema ACEROS, describiendo la plataforma, entorno y complementos utilizados en el desarrollo. Luego se describe la implementación del modelo de datos a través de los diagramas de entidad-relación para cada módulo. Finalmente se detallan los módulos que componen el sistema ACEROS, describiendo su funcionalidad.

4.1.Herramientas de Desarrollo

A continuación, se procede a detallar las herramientas utilizadas para el desarrollo e implementación del sistema ACEROS, tales como la plataforma, entorno de desarrollo, administración de base de datos y complementos necesarios para proveer la funcionalidad necesaria.

4.1.1. Plataforma de Desarrollo

Para el desarrollo de este proyecto se ha utilizado la plataforma de desarrollo web WAMP Server [11], llamado así por utilizar las siguientes herramientas:

- Windows: como sistema operativo.
- Apache [12]: como servidor web HTTP.
- MySQL [13]: como gestor de bases de datos relacional multi-hilo y multiusuario.
- PHP [14]: como lenguaje de programación interpretado, diseñado para la creación de páginas web dinámicas.

Estos paquetes de software funcionan en Windows como sistema operativo y bajo licenciamiento GNU [15], lo que no implica un costo para la empresa. Además, incluye la herramienta PhpMyAdmin que permite administrar fácilmente la base de datos.

4.1.2. Entorno de Desarrollo

Como entorno de desarrollo integrado (IDE) se ha utilizado la herramienta de código libre “NetBeans IDE for PHP” [16]

La ventaja de esta herramienta es que incluye funcionalidades específicas para desarrollar aplicaciones en PHP, tales como tooltips de parámetros, sugerencias, correcciones de código inteligente, Xdebug como depurador, compatibilidad con HTML, JavaScript y CSS.

4.1.3. Administrador de Base de Datos

Para la generación de consultas se utilizó el administrador de base de datos Navicat [17]. Esta herramienta contiene un buscador y permite generar consultas de forma gráfica, lo que facilita enormemente el desarrollo de reportes.

4.1.4. Complementos

Para que el sistema ACEROS tenga la funcionalidad necesaria para cumplir con los requerimientos solicitados, se han agregado los siguientes complementos:

- **JPGraph:** [18] es una librería para PHP para la creación de gráficos orientados a objetos, completamente desarrollada en PHP y que es compatible con cualquier proyecto que tenga versión PHP5.1 o superior
- **domPdf:** [19] librería escrita en PHP que permite convertir documentos HTML a PDF. Soporta CSS2.1 y HTML 4.0
- **PHPMailer:** [20] es una clase creada específicamente para enviar emails, admite el envío de adjuntos y conexiones con autenticación de seguridad

4.2.Implementación del Modelo de Datos

A continuación, se detallan los diagramas de entidad relación del modelo de datos, separado por cada módulo.

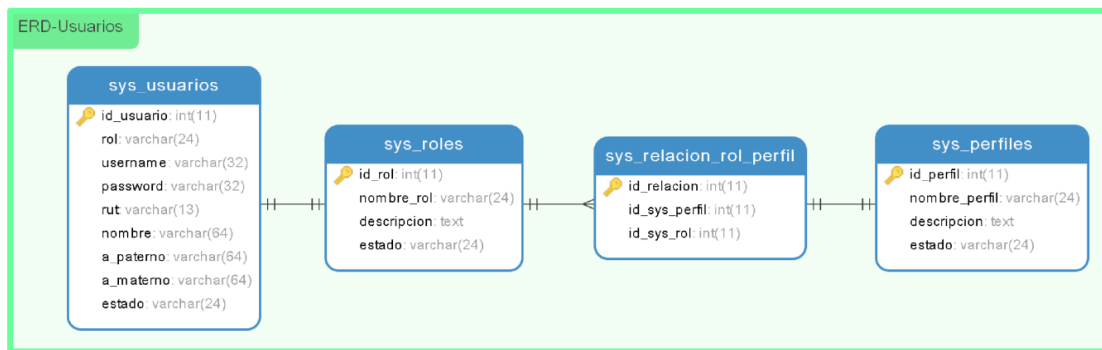


Figura 4-1: ERD Usuarios

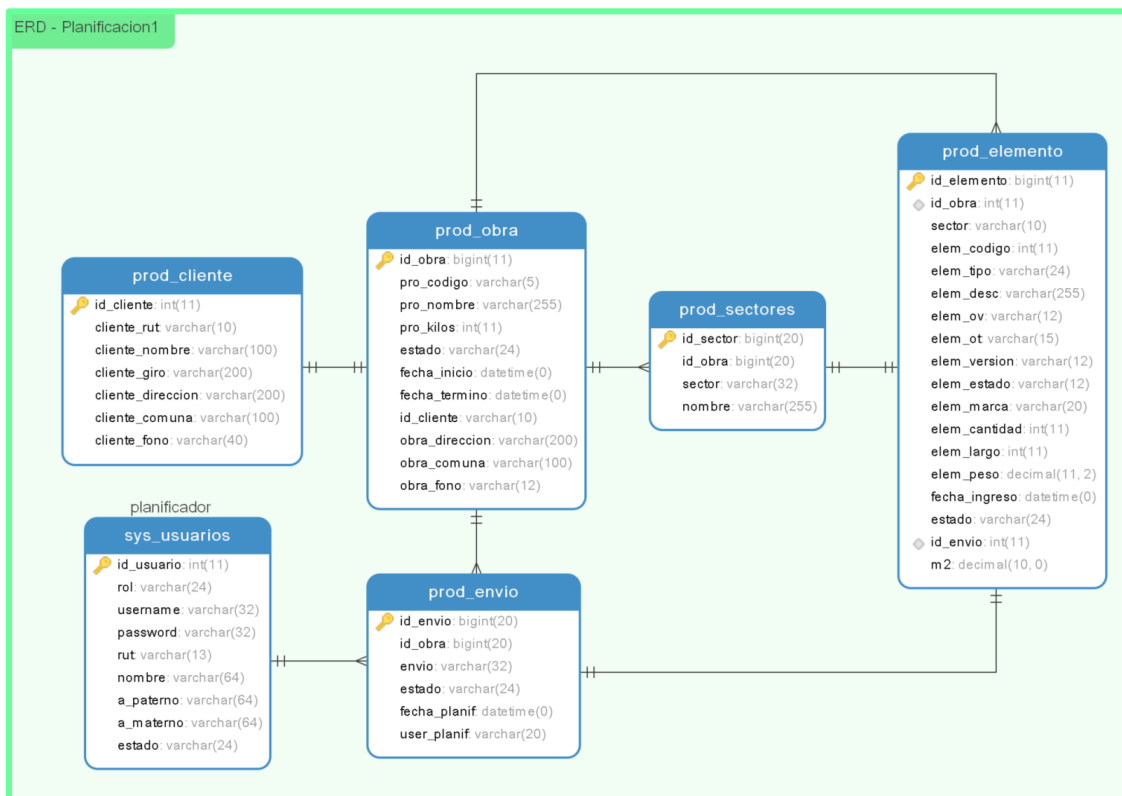


Figura 4-2: ERD – Planificación

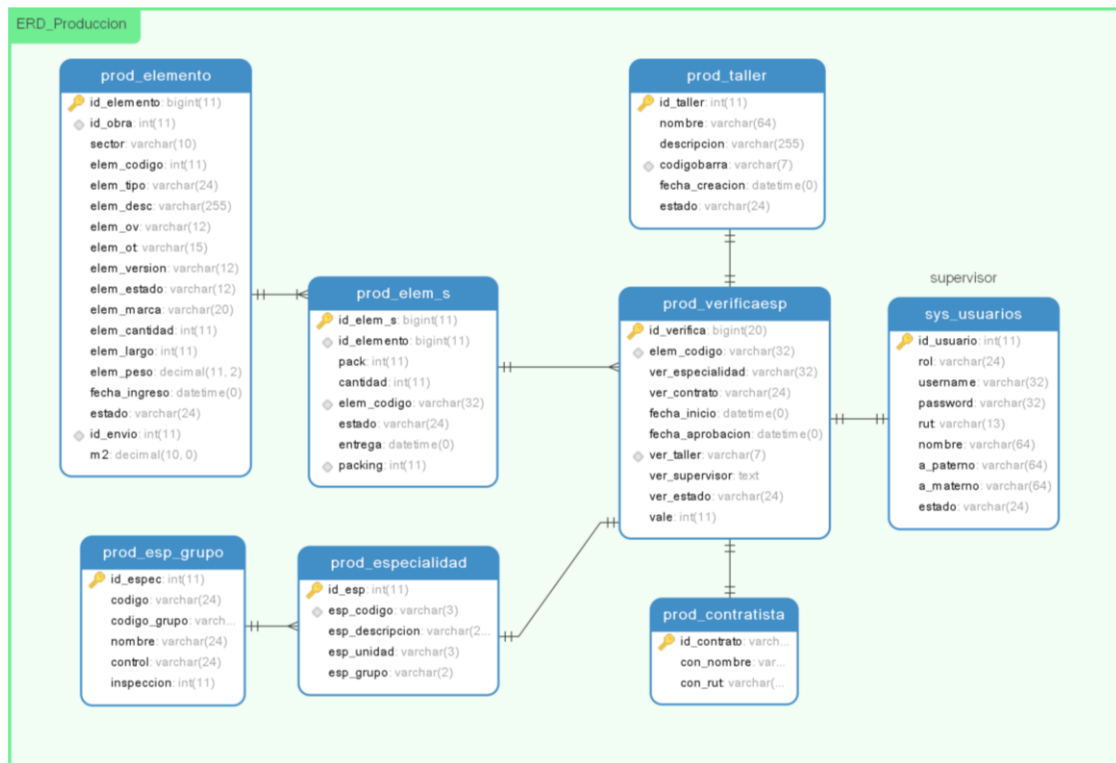


Figura 4-3: ERD Producción

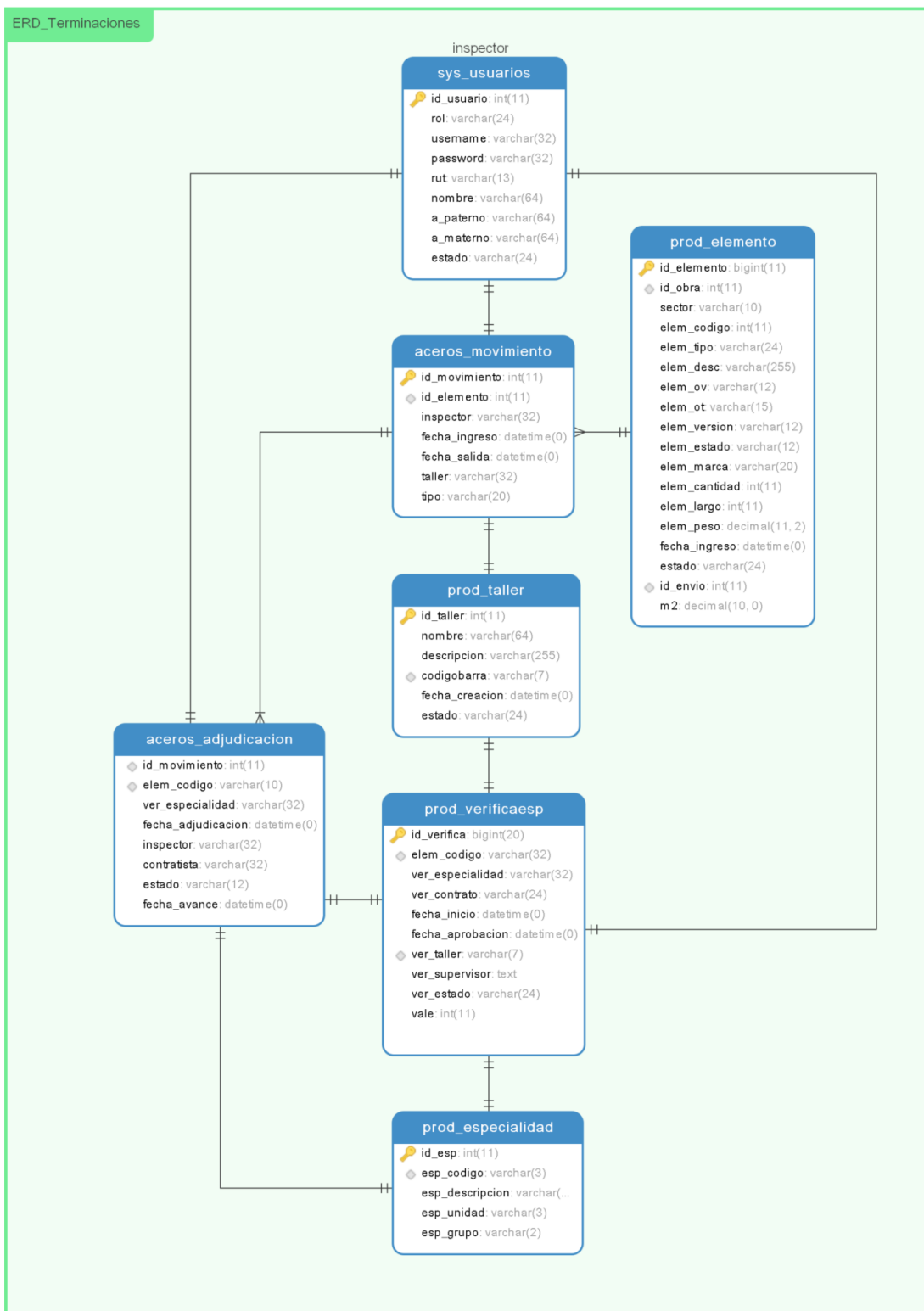


Figura 4-4: ERD - Avances Terminaciones

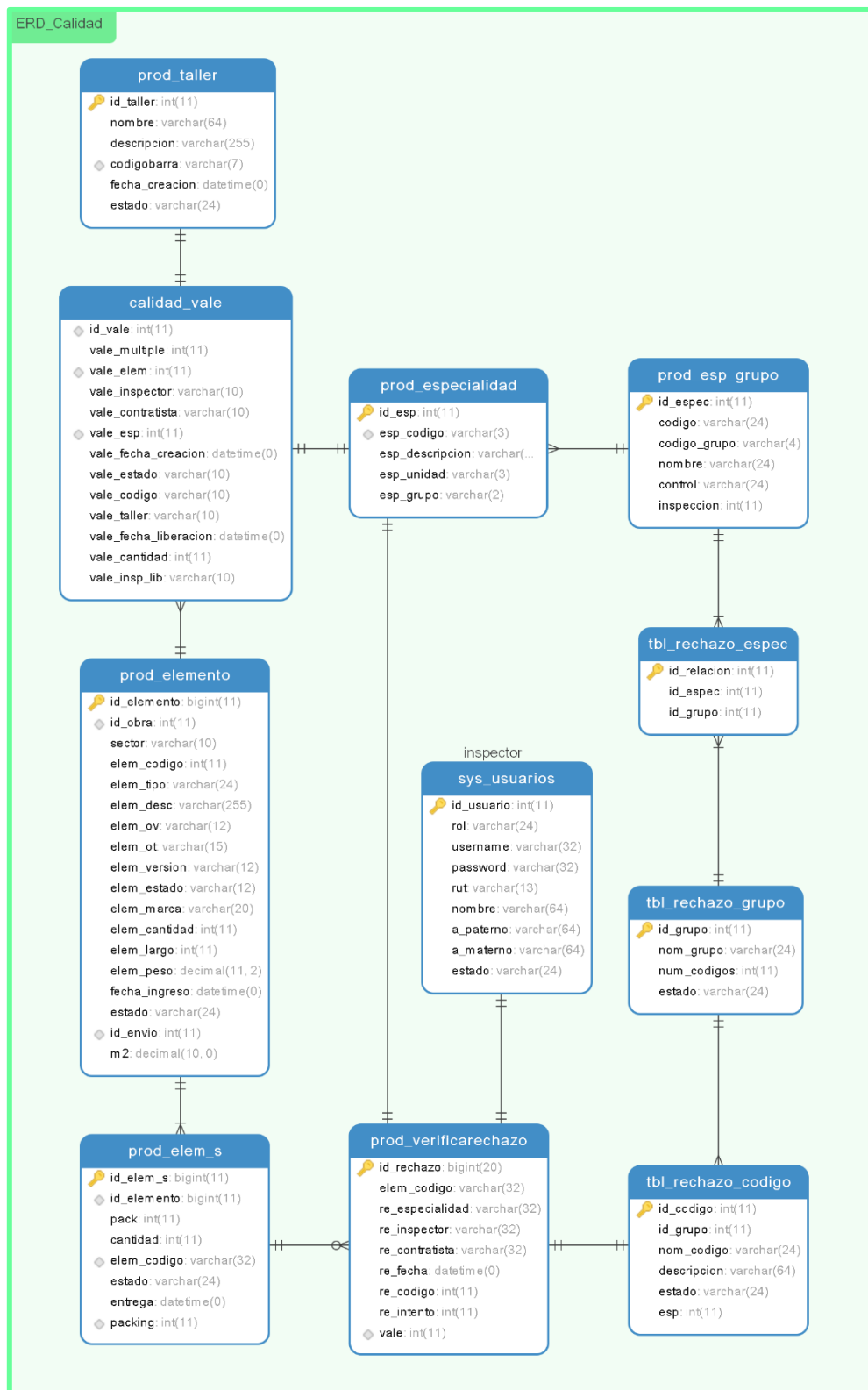


Figura 4-5: ERD – Calidad

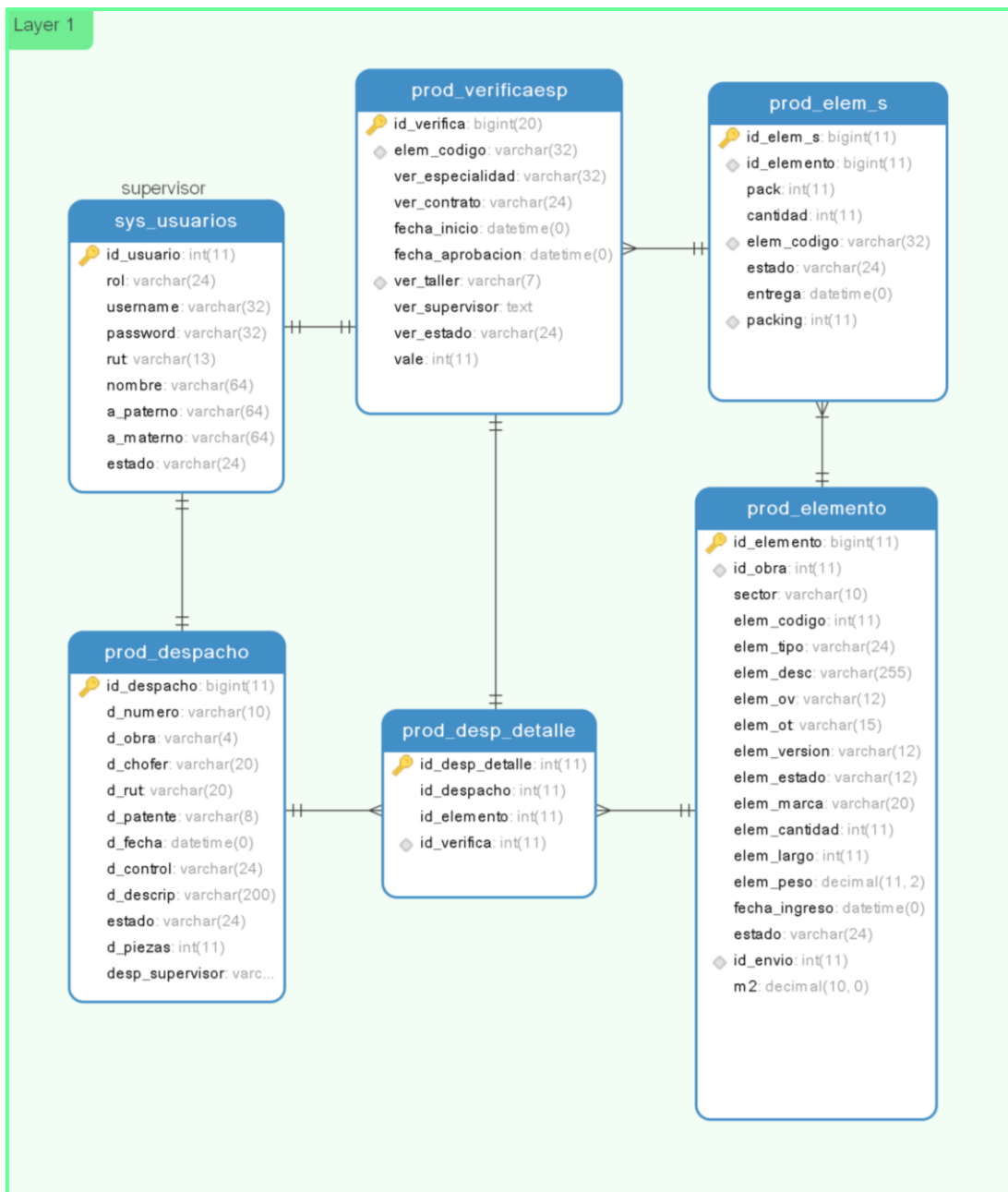


Figura 4-6: ERD – Despacho

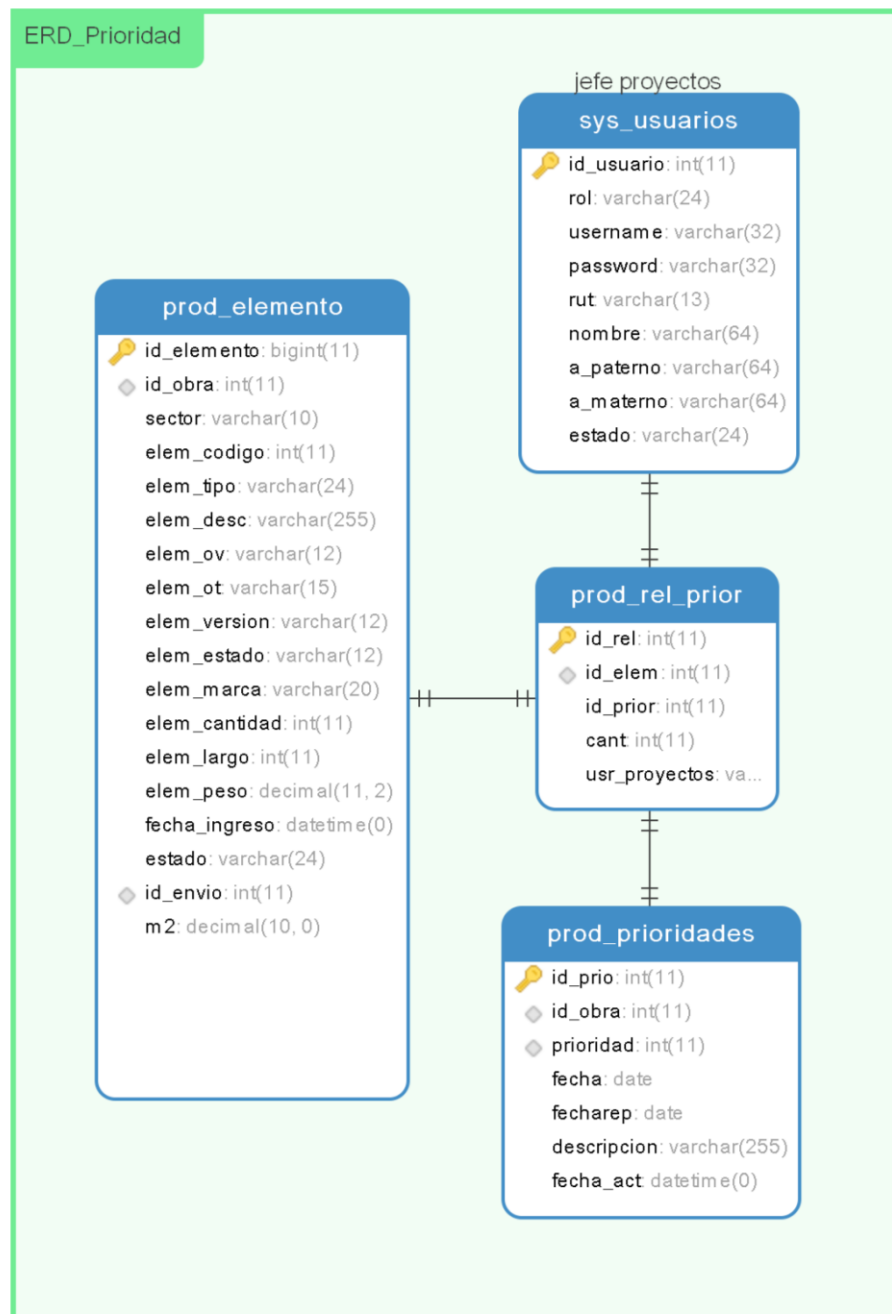


Figura 4-7: ERD Prioridades

4.3.Módulos del Sistema

Según el concepto de modularidad propuesto en SOMMERVILLE [4], el software se divide en componentes con nombres y ubicaciones determinados que se denominan módulos y que se integran para satisfacer los requisitos del problema. Si el programa está compuesto por un único módulo se le denomina software monolítico, el cual es inabarcable y prácticamente irrealizable dado que el número de caminos de control, expansión de las referencias, número de variables y complejidad global, hacen imposible su correcta comprensión. La solución, como muchos problemas en el mundo de la programación, se encuentra en el axioma de 'divide y vencerás', ya que es más fácil resolver un problema complejo cuando se divide en trozos manejables llamados módulos. Lo anterior también se explica porque el esfuerzo de desarrollo de un módulo individual disminuye conforme aumenta el número total de módulos; sin embargo, al crecer el número de módulos, el esfuerzo de realizar las interfaces de conexión entre los módulos también crece. Esto quiere decir que debemos evitar tanto una excesiva modularidad como una muy pobre.

El sistema ACEROS se divide en varios módulos, según el tipo de función que cumplen. Además, los módulos están agrupados según la plataforma o el tipo de función que desempeñan. Es así como los módulos de administración de sistema se encuentran en la sección de Panel de Control, los módulos trabajo de escritorio se encuentran en la sección de Aplicaciones de Escritorio y los módulos específicamente desarrollados para trabajar en terreno se encuentran en la sección de Aplicaciones para Dispositivos Móviles.

4.3.1. Panel de Control

Esta sección contiene los módulos que permiten crear, modificar o eliminar elementos tales como clientes, obras, roles y usuarios. Esta sección está desarrollada principalmente para proveer herramientas para administrar y configurar el sistema. A continuación se detallan los módulos que conforman esta sección.

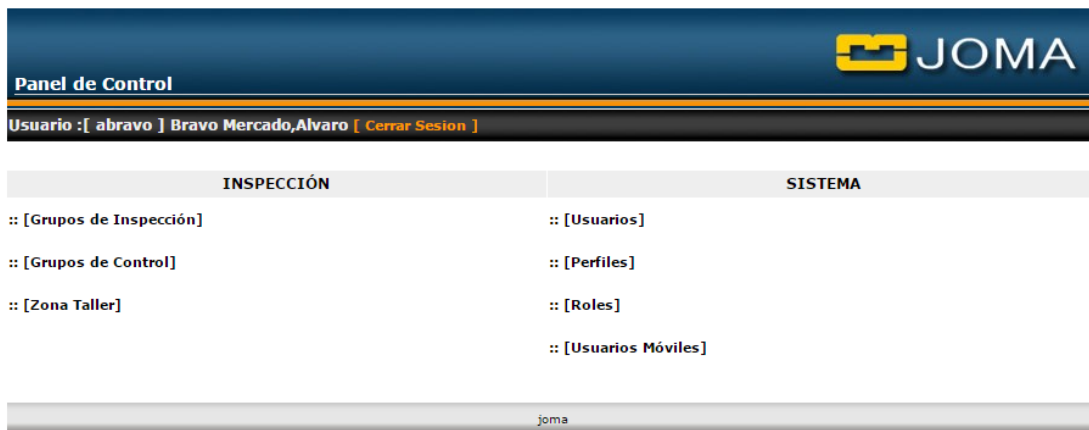


Figura 4-8: Interfaz Panel de Control

4.3.1.1. Módulo Usuarios

En este módulo se crean, modifican y eliminan usuarios del sistema. Cada usuario tiene nombres y apellidos, contraseña y un perfil.

Figura 4-9: Interfaz Módulo Usuarios

4.3.1.2. Módulo Perfiles

En este módulo se crean, modifican y eliminan perfiles de usuario. Cada perfil tiene asignado uno o más roles.



Panel de Control

Usuario :[abravo] Bravo Mercado,Alvaro [Cerrar Sesión]

[\[Regresar \]](#)

:: Perfiles
 Modificar Perfil

nombre perfil
 descripción

Rol	Descripción	Permiso
ACT	Actualizacion de Insumos de Bodegas	☒
BOD	Guia de Despacho (Unysoft) para Bodega de Insumo	☒
DESP	Guías de Despacho a Obra	☒
IMP	Impresion de codigos	☒
MOD	Modificacion Guia Despacho	☒
NC	Ingreso de No Conformidades	☒
PRI	Ingreso de Prioridades	☒
PROG	Programacion de Elementos	☒
STD	Estadísticas	☒
VALE	Vale de Autorizacion de Materiales	☒

Figura 4-10: Interfaz Módulo Perfiles

4.3.1.3. Módulo Roles

En este módulo se crean, modifican y eliminan roles. Cada rol representa un permiso para realizar una acción en el sistema, como ingreso de elementos o ingreso de no-conformidades.



Panel de Control

Usuario :[abravo] Bravo Mercado,Alvaro [Cerrar Sesión]

[\[Regresar \]](#)

:: Roles
 Modificar Rol

nombre rol
 descripción

Figura 4-11: Interfaz Módulo Roles

4.3.1.4. Módulo de Grupos de Inspección

En este módulo se crean, modifican y eliminan grupos de inspección y sus códigos. Un grupo de inspección es un conjunto de códigos de errores que tienen características similares. Por ejemplo en el grupo dimensional se encuentran errores asociados al largo, espesor, trazado, etc.

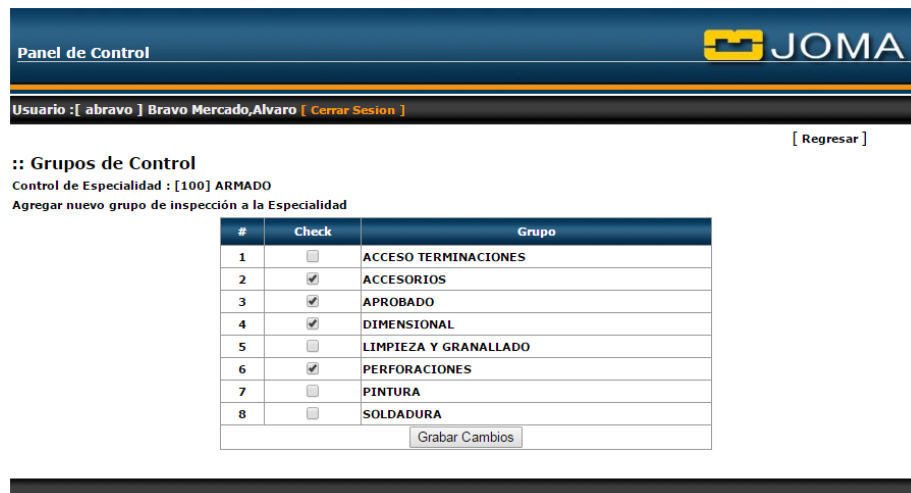


#	Grupo	# Cod.	Opciones
1	DIMENSIONAL	[7]	[MOD] [DEL]
2	ACCESORIOS	[6]	[MOD] [DEL]
3	PERFORACIONES	[6]	[MOD] [DEL]
4	SOLDADURA	[7]	[MOD] [DEL]
5	LIMPIEZA Y GRANALLADO	[7]	[MOD] [DEL]
6	PINTURA	[7]	[MOD] [DEL]
7	APROBADO	[1]	[MOD] [DEL]
8	ACCESO TERMINACIONES	[8]	[MOD] [DEL]

Figura 4-12: Interfaz Módulo de Grupos de Inspección

4.3.1.5. Módulo de Grupos de Control

En este módulo se crean, modifican y eliminan grupos de control, los cuales corresponden a la asignación de grupos de inspección a los procesos productivos.



#	Check	Grupo
1	☐	ACCESO TERMINACIONES
2	☒	ACCESORIOS
3	☒	APROBADO
4	☒	DIMENSIONAL
5	☐	LIMPIEZA Y GRANALLADO
6	☒	PERFORACIONES
7	☐	PINTURA
8	☐	SOLDADURA

Grabar Cambios

Figura 4-13: Interfaz Módulo de Grupos de Control

4.3.1.6. Módulo Taller

En este módulo se crean, modifican y eliminan los talleres físicos, los cuales permiten identificar la ubicación física donde se realizan los procesos productivos.



Figura 4-14: Interfaz Módulo Taller

4.3.1.7. Módulo de Usuarios Móviles

En este módulo se crean, modifican y eliminan los usuarios de dispositivos móviles.



Figura 4-15: Interfaz Módulo de Usuarios Móviles

4.3.2. Aplicación de Escritorio

Esta sección contiene los módulos que permiten planificar, controlar y gestionar la producción. Además, desde aquí es posible crear, modificar o eliminar elementos tales como obras, clientes, y contratistas. También se realiza el ingreso y programación de elementos y de la producción; acceder a las estadísticas y a las no-conformidades. Esta sección está orientada principalmente a planificadores y jefes de producción que trabajan en estaciones de trabajo, por lo tanto, las interfaces serán de escritorio. A continuación, se detallan los módulos que conforman esta sección.

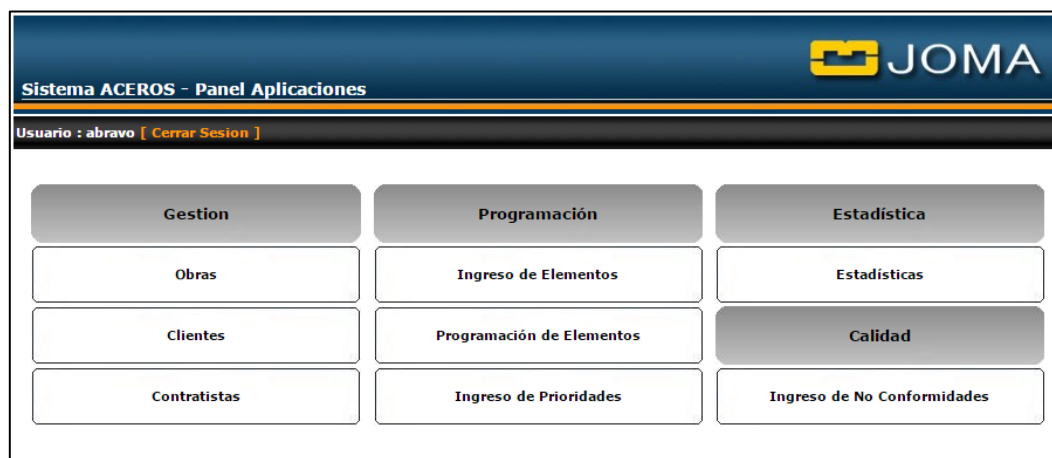


Figura 4-16: Interfaz Aplicación de Escritorio

4.3.2.1. Módulo de Ingreso

A través de este módulo se ingresan los elementos a las obras, además de permitir la agrupación de los elementos en envíos.



Figura 4-17: Interfaz Módulo de Ingreso

4.3.2.1. Módulo de Programación

En este módulo es posible acceder a la información de los envíos: estado de avance, impresión de etiquetas de elementos, edición de elementos, modificación de cantidades, agregar o quitar procesos, cambios de marca. Es decir, todo lo que tiene que ver con cambios de diseño de la obra.

Inspección de Elementos						
JOMA						
Usuario : abravo [Cerrar Sesión]						
<< Regresar						
Proyectos - Resumen [Sector] - [Envío] - [Prioridades]						
PROGRAMACIÓN DETALLE: Obra:[1642] Caballerizas Santa Martina						
Envío	Nº elementos	Nº de piezas	Total Kgs.	Valor Total	Avances	Acción
0	16	16	0	830.369		
28117	9	220	11.303	1.762.545	[Info Envío]	Envío Procesado [Editar]
28118	18	106	3.871	1.006.346	[Info Envío]	Envío Procesado [Editar]
28119	13	792	3.197	863.877	[Info Envío]	Envío Procesado [Editar]
28120	12	25	171	48.660	[Info Envío]	Envío Procesado [Editar]

Figura 4-18: Interfaz Módulo de Programación

4.3.2.2. Módulo de Prioridades

Este módulo permite crear, editar y eliminar prioridades, que corresponden a grupos de elementos que deben ser entregados en una fecha determinada. Desde aquí es posible asignar un número de prioridad, descripción y fecha de entrega al cliente.

JOMA								
<< Regresar								
PROGRAMACIÓN PRIORIDADES: Obra:[1645] Edificio Control [Descargar] [Visualizar]								
Última Actualización: 2016-01-30 18:00:03								
Buscar Envío: [Seleccionar Envío ▼]			[Exportar Prioridades] [Modificar Prioridades] [Actualizar Prioridades]					
Prioridad	Descripción	Fecha Original	Fecha Reprogramada	Kg	Kg Pend Armado	Kg Pend ZF	Kg Pend Despacho	Opciones
1	Estructura principal 9@6	2016-01-22	0000-00-00	11.840,6	0	0	0	[Descargar][Visualizar]
2	Estructura principal eje 6@4	2016-01-26	0000-00-00	12.332,9	2,8	0	1.796,3	[Descargar][Visualizar]
3	Estructura eje 4@	2016-01-28	0000-00-00	13.885,5	0	0	1.380,5	[Descargar][Visualizar]
4	Estructura eje 2@1	2016-02-02	0000-00-00	10.844,8	0	0	1.383,7	[Descargar][Visualizar]
-	-	-	-	743,0	-	-	419,3	[Detalles]

Figura 4-19: Interfaz Módulo de Prioridades

4.3.2.3. Módulo de Calidad

Este módulo permite ingresar no-conformidades desde una estación de trabajo en oficina. Generalmente el ingreso de no-conformidades se realizará en terreno a través de dispositivos móviles, pero a través de este módulo se podrá realizar el mismo ingreso desde una estación de trabajo.

Figura 4-20: Interfaz Módulo de Calidad

4.3.2.4. Módulo de Obras

En este módulo se crean, modifican y eliminan obras, ingresando datos tales como número de obra, descripción, dirección, comuna, y teléfono.

Figura 4-21: Interfaz Módulo de Obras

4.3.2.5. Módulo de Clientes

En este módulo se crean, modifican y eliminan clientes. Se ingresan datos tales como Rut, nombre, giro, dirección, comuna y teléfono.



Sistema ACEROS - Gestión Clientes

Usuario : abravo [Cerrar Sesión]

[Menú]

:: Clientes
Mantenición de clientes en ACEROS

PAGE: (1) 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Siguiente > Última >>

#	Rut	Nombre	Giro	Dirección	Comuna	Fono	Opciones
1	76103558-4	3D Ingeniería y Const					GUARDAR
2	76101472-2	Acertech Ltda		Parcela 32 galpón 6	San Berna		GUARDAR
3	77289020-6	ACG. Terranova Ltda.		Santa Cruz de Loreto	Santiago	98269713	GUARDAR
4	79856460-9	ACM Arquitectos Asoc					GUARDAR
5	77912430-4	Agrícola Teno			Santiago		GUARDAR
6	96827470-8	Agromillora Sur S.A.					GUARDAR
7	77083280-2	Alcorp S.A.					GUARDAR
8	10729820-7	Alejandro Galarce F					GUARDAR
9	7975672-5	Alfredo Hidalgo M					GUARDAR
10	88279500-4	American Academy S					GUARDAR
							NUEVO

Figura 4-22: Interfaz Módulo de Clientes

4.3.2.6. Módulo de Contratistas

En este módulo se crean, modifican y eliminan contratistas, además de configurar qué procesos productivos realiza cada contratista.



Actualización Listado Contratistas

Usuario : abravo [Cerrar Sesión]

[Menu]

Seleccionar Especialidades para Contratista

Contratista	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	199	201	202	203	299	301	302	303	304	305	306	307	308	399	401	402	499	Elim
AARO	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	[x]
ACUSTE	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	[x]
ALFAME	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	[x]
AREVA	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	[x]
ARM_1	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	[x]
ARRIAG	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	[x]

Figura 4-23: Interfaz Módulo de Contratistas

4.3.2.7. Módulo de Estadísticas

Este módulo permite ejecutar reportes de las siguientes áreas:

- **Producción:** se dispone de un calendario que contiene las prioridades y su estado de cumplimiento; reportes de avance de producción; informes de rendimientos de producción y de supervisores.
- **Inspección:** se dispone de un informe de no-conformidades por obra, y reporte de no-conformidades por fecha, los cuales permiten realizar seguimiento a los errores más comunes, contratistas con más rechazos y obras con mayores problemas de calidad.
- **Despacho:** se dispone de informe resumen por guías de despacho y un reporte de elementos despachados por fecha.
- **Email:** se programa el envío de correos electrónicos los cuales contienen reportes de producción e inspección por peso, con una frecuencia diaria, semanal y mensual.



Figura 4-24: Interfaz Módulo de Estadísticas

4.3.3. Aplicación para Dispositivos Móviles

Esta aplicación está desarrollada para el trabajo en terreno a través de dispositivos móviles, donde supervisores e inspectores cumplen sus labores de producción y calidad respectivamente. Para los procesos de Armado y Soldadura se utilizan dispositivos con lector de código de barra incorporado, a los cuales se les ha desarrollado una interfaz web compatible con su sistema operativo Windows Mobile. Luego para los procesos de Calidad y Zona Franca, se utilizan tabletas con Android para aprovechar las pantallas táctiles de mayor tamaño, necesarias para interactuar con otras opciones como mapas y listados de rechazos. Para estas tabletas se utiliza una interfaz web desarrollada para html5.



Figura 4-25: Interfaz Aplicación para Dispositivos Móviles

4.3.3.1. Módulo de Inspección

Este módulo permite dar avance a un elemento cuando se ha completado un proceso productivo, registrando la fecha, ubicación, supervisor y contratista asociados al elemento.

Figura 4-26: Interfaz Módulo de Inspección

4.3.3.2. Módulo de Calidad

Este módulo permite ingresar y liberar las no-conformidades asociadas a un elemento, registrando la ubicación, contratista, proceso, cantidad y defecto encontrado. Cabe señalar, que al encontrarse con una no-conformidad vigente, el elemento no podrá ser avanzado al proceso siguiente hasta que la no-conformidad sea levantada.



(ABRAVO) Ingreso No Conformidades

[Menú]

OBRA

INSPECTOR

ESTADO

1636 - Ofic ▼

Inspector ▼

Escoja esta ▼

LISTADO NO CONFORMIDADES

N°	obra	sect	ot	#	insp	esp	cont	motivo	fecha	opc
55997	1636	C1	D19	1	HC	107-ARM	DONO	2F-Deformacio	18-01-16	
55996	1636	C1	D18	1	HC	107-ARM	DONO	2F-Deformacio	18-01-16	
55995	1636	C1	P1	1	HC	107-ARM	DONO	1A-No cumple	18-01-16	
54534	1636	B1	D24	2	FA	107-ARM	GUAJ	0-Pieza Apro	16-11-15	
54533	1636	B1	D23	1	FA	107-ARM	GUAJ	0-Pieza Apro	16-11-15	
54532	1636	B1	D21	1	FA	107-ARM	GUAJ	0-Pieza Apro	16-11-15	

Figura 4-27: Interfaz Módulo de Calidad

4.3.3.3. Módulo de Ingreso a Terminaciones

Este módulo permite registrar que el elemento ha finalizado sus etapas de armado y remate, y ha sido ingresado al área de terminaciones. Esto corresponde a un hito importante para el departamento de producción que debe ser registrado.

Acceso Terminaciones			
ABRAVO [Regresar] [Salir]			
Elemento			
1572_A410_4-CN32_A			
[L: 456mm] [P: 38.80kg]			
CONECTOR			
Envío: 28401			
Avances			
Esp	Estado	Contrat	
ARMADO	PROGRAMADO		
REMATE	PROGRAMADO		
LIMPIE	PROGRAMADO		
PINTUR	PROGRAMADO		
Prioridades			
P	Fecha	ZF	Desp
Opciones			
Taller Destino: Elija Taller ▼			
Aceptar		Rechazar	

Figura 4-28: Interfaz Módulo de Ingreso a Terminaciones

4.3.3.4. Módulo de Terminaciones Zona Franca

En este módulo se realiza el ingreso y salida de elementos a las distintas naves. También permite adjudicar procesos a un contratista, y dar avances una vez que se ha finalizado dicho proceso. La importancia de este módulo, es que permite llevar un control de la ubicación del elemento, ya sea en un taller productivo o en una zona de acopio de material.

<< Mapa Resúmen Ingreso Adjudicar Avance Salida >>

RESÚMEN

Obra	Esp	Sector	Contrat
1645 280.0Kg 7.0m2			
Total			280Kg 7m2

ACCIÓN

INGRESO

ADJUDICAR

SALIDA

DETALLE

Obra	Sector	Marca	Fecha	Cant	Esp	Contrat	Cant	Prior	Cnt	Fecha
1645	A1	V18	2016-01-29 16:33:18	1				4	1	2016-02-02

Figura 4-29: Interfaz Módulo de Terminaciones Zona Franca

4.3.3.5. Módulo de Despacho

Este módulo permite crear, editar y eliminar guías de despacho para el proceso de transporte de las estructuras terminadas que se entregan al cliente. Los elementos se van agregando a la guía mediante el escaneo de las etiquetas de código de barra.

Usuario: ABRAVO

<< Regresar

Guia:1

Obra: 1585 - Bodega Concentrado
Minera TECK

Fecha: 2015-04-16

Chofer: ALVARO BREAO

Patente: FGGS49

#	sect	marc	desc	op.
1	A1.4	A1_L29	COSTANERA_LATERAL	[X]
2	A1.4	A1_L37	COSTANERA_LATERAL	[X]

Guia N°:

Chofer:

Patente:

Emitir Guia de Despacho

Figura 4-30: Interfaz Módulo de Despacho

4.3.3.6. Módulo de Escaneo

En este módulo, simplemente entrega información básica de elementos, supervisores y talleres, cada vez que se escanea un código de barra.



The image shows a software interface for a scanning module. At the top, there is a blue header bar with a yellow icon and the word "Scan". Below this is a "[Menu]" label. The main content area contains several items: "TIPO: TALLER" in a blue box, "Nombre Taller" in a grey box, "Nave 1" in a bold black font, "Descripción:" in a grey box, "Preparacion de Materiales" in a bold black font, and a yellow box containing the code "T000001". At the bottom, there is a grey button labeled "Buscar".

Figura 4-31: Interfaz Módulo de Escaneo

5. Evaluación y Pruebas del Sistema ACEROS

De acuerdo con lo presentado en PRESSMAN [5] el software se prueba para descubrir errores que se cometieron de manera inadvertida conforme se diseñó y construyó, además de verificar que el sistema resuelve el problema y que se cumpla con los requerimientos. Este proceso se conoce como verificación y validación. La verificación se refiere al conjunto de tareas que garantizan que el software implementa correctamente una función específica: “¿Construimos el producto correctamente?”. Por otro lado, la validación es un conjunto de tareas que aseguran que el software que se construye sigue los requerimientos del cliente: “¿Construimos el producto correcto?”.

5.1.Pruebas de Software

Las pruebas de software buscan descubrir errores en el software y corregirlos antes de comenzar a utilizar el sistema. Estas pruebas se realizaron a 2 niveles, los cuales se detallan a continuación.

5.1.1. Pruebas Unitarias

En este primer nivel de pruebas se enfocan los esfuerzos en cada uno de los módulos en forma individual. La prueba consistió en utilizar los módulos y sus funciones y verificar que el código no provoque excepciones en su ejecución, además de comprobar que se producen las salidas y eventos esperados, como el registro de un dato en la base o la emisión de un reporte.

Se realizaron pruebas siguiendo todos los caminos y decisiones lógicas dentro de cada módulo con el fin de descubrir errores no detectados anteriormente. También se realizaron pruebas sobre la interfaz del software buscando inconsistencias o errores en el acceso a los datos. Además, se verificó que aceptara adecuadamente la entrada de datos y que no se produjeran errores en la salida y representación de los resultados.

5.1.2. Pruebas de Sistema

Este segundo nivel de pruebas se enfoca en el sistema ACEROS completo, integrando los distintos módulos incrementalmente para verificar que sean compatibles, interactúen correctamente y que se transfieran los datos correctamente.

También se verificó que el sistema cumpliera con los requerimientos funcionales, tales como restricción de permisos de usuario, pruebas de carga con grandes listados de elementos y desempeño del sistema al realizar consultas a la base de datos.

5.2.Pruebas de Usuario

En esta etapa son los usuarios los que realizaron pruebas sobre el sistema, para decidir si está listo o no para ser aceptado e instalado y si cumple con los requerimientos definidos originalmente. Los usuarios pueden identificar problemas y conflictos que no son aparentes para el desarrollador, ya que él solo trabaja a partir de los requerimientos, pero no reflejan el uso práctico del software.

Entre las pruebas realizadas por los usuarios se encuentran las siguientes:

- **Ingreso de listados de elementos:** esta prueba se realizó correctamente y el usuario quedó satisfecho de la facilidad en el ingreso de información
- **Planificación de la producción:** el usuario pudo agrupar elementos, definir procesos de producción y quedó satisfecho con la funcionalidad que le entregó el sistema ACEROS.
- **Asignación de Prioridades:** el usuario puede ingresar prioridades para cada elemento, y la producción se puede controlar para cumplir con esas prioridades. Pero en esta etapa se encontraron algunas dificultades debido a que el cliente puede cambiar el orden de montaje de los elementos en la obra, lo que exigirá que el usuario reordene las prioridades, en cuyo caso se solicitó desarrollar en forma posterior el conservar las prioridades originales para efectos de consulta.
- **Control de Producción:** Esta etapa se probó satisfactoriamente y se acogió una nueva solicitud de parte del cliente para permitir agilizar el proceso de avance de producción, la que consistió en agrupar elementos en paquetes y darles avance en forma conjunta simplemente indicando la cantidad de elementos.

Se finalizaron las pruebas de usuario con la aceptación de parte de las jefaturas de cada departamento. Los pasos siguientes correspondieron a la capacitación de los usuarios y definición del periodo de marcha blanca, para finalizar con la puesta en marcha del sistema ACEROS.

6. Conclusiones y Trabajo Futuro

Este trabajo desarrollado y anteriormente expuesto se evalúa como exitoso al haber cumplido con los objetivos propuestos. En efecto, se construyó un sistema que permite controlar y gestionar la producción.

Para el departamento de planificación el sistema ACEROS permite ingresar cómodamente los listados de elementos provenientes del software de modelamiento 3D, sin necesidad de disponer de personal para la digitación. También permite agrupar elementos en envíos para cumplir con los criterios de producción. Los procesos son asignados a cada elemento y los cambios de diseño se pueden gestionar de buena manera en el sistema.

El departamento de producción puede controlar el avance de los procesos desde terreno gracias a la aplicación diseñada para dispositivos móviles. Las jefaturas ahora disponen de información fidedigna y en tiempo real del estado de la producción.

Los jefes de proyecto ahora pueden ingresar y controlar las prioridades indicadas por el cliente y tomar las acciones correctivas necesarias para cumplir con los compromisos.

El departamento de calidad ahora puede generar y liberar las no-conformidades fácilmente mientras está realizando el proceso de inspección de los elementos en terreno, impidiendo que los elementos defectuosos sean avanzados mientras no sean reparados. Las jefaturas ahora disponen de información diaria, semanal y mensual de inspecciones realizadas, errores más comunes y reportes por obra y por contratista.

Desde el punto de vista de la metodología también se cumplió con un objetivo importante, puesto que la documentación de requerimientos y casos de uso de este desarrollo de software sirvieron para implementar procedimientos dentro de la empresa, permitiendo erradicar papeletas con avances de producción que anteriormente se rellenaban de forma manual.

En cuanto a la Arquitectura, ésta respondió bastante bien a los desafíos permitiendo trabajar sin dificultad con obras de más de 7.000 elementos a fabricar, y una carga mensual de 3.000 elementos.

Dentro de los desarrollos futuros se ha planteado el desarrollo de un módulo de pago a subcontratistas que permita definir una estructura de precios según tipo de estructura, y genere reportes mensuales de pago a subcontratos.

Otro desarrollo propuesto es la elaboración de actas y guías a partir de los elementos ingresados a una nave, evitando el tener que ingresar individualmente elementos a un documento ya que se aprovecha el hecho de que están ubicados en una zona física.

Referencias

- [1] STRUMIS LTD. World leading steel fabrication management information software [en línea] < <http://www.strumis.com>> [consulta 11 diciembre 2016]
- [2] LANTEK CHILE SPA. Plataforma software para la gestión Lantek Integra. [en línea] < <http://www.lanteksms.com/es/lantek-integra>> [consulta 11 diciembre 2016]
- [3] TEKLA STRUCTURES. Software BIM de Tekla Structures [en línea] < <https://www.tekla.com/la/productos/tekla-structures>> [consulta 12 agosto 2017]
- [4] SOMMERVILLE, Ian. Ingeniería de Software, 9na edición, México, Pearson Educación, 2011, 792p
- [5] PRESSMAN, Roger S. Ingeniería del software. Un enfoque práctico, 7ma edición, México, Mc Graw Hill Educación, 2010, 777p
- [6] WIKIPEDIA. Business Process Model and Notation [en línea] <https://es.wikipedia.org/wiki/Business_Process_Model_and_Notation> [consulta 13 febrero 2017]
- [7] OBJECT MANAGEMENT GROUP, INC. Documents Associated with UML 2.0 [en línea] <<http://www.omg.org/spec/UML/2.0>> [consulta 6 febrero 2017]
- [8] WIKIPEDIA. Modelo Entidad Relación [en línea] <https://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_entidad-relaci3n> [consulta 6 de febrero 2017]
- [9] ELMASRI, Ramez A. y NAVATHE, Shamkant B. Fundamentos de Sistemas de Bases de Datos, 5ta edición, Madrid, Pearson Educación S.A., 2007, 1012p
- [10] SILBERSCHATZ, Abraham, KORTH, Henry F., SUDARSHAN, S. Fundamentos de Bases de Datos, 4ta edición, Madrid, Mc Graw-Hill, 2002, 816p
- [11] BOURDON, Romain. Wampserver a Windows web development environment. <<http://www.wampserver.com/en/>> [consulta: 06 enero 2017]

[12] THE APACHE SOFTWARE FOUNDATION, Welcome to The Apache Software Foundation! [en línea] <<https://www.apache.org>> [consulta: 06 enero 2017]

[13] ORACLE, MySQL [en línea] <<https://www.mysql.com>> [consulta: 06 enero 2017]

[14] THE PHP GROUP. PHP: Documentation [en línea] <<http://php.net/docs.php>> [consulta 06 enero 2017]

[15] FREE SOFTWARE FOUNDATION. Licencias - Proyecto GNU - Free Software Foundation [en línea] <<https://www.gnu.org/licenses/licenses.es.html>> [consulta 06 enero 2017]

[16] ORACLE. NetBeans IDE Fits the Pieces Together [en línea] <<https://netbeans.org>> [consulta 13 febrero 2017]

[17] PREMIUMSOFT CYBERTECH LTD. Navicat for MySQL | Herramienta de Administración y desarrollo de Bases de Datos para MySQL [en línea] <<https://www.navicat.com/es/products/navicat-for-mysql>> [consulta 13 febrero 2017]

[18] ASIAL CORPORATION. JpGraph - Most powerful PHP-driven charts [en línea] <<http://jgraph.net>> [consulta 13 febrero 2017]

[19] DOMPDPF PROJECT. dompdf by dompdf [en línea] <<https://dompdf.github.io>> [consulta 13 de febrero 2017]

[20] MATZELLE, Brent R. PHPMailer [en línea] <<https://github.com/PHPMailer/PHPMailer>> [consulta 06 enero 2017]

[21]

Anexo A – Procesos de Negocio

A continuación se detallan los procedimientos para cada proceso de negocio.

Procedimiento del Proceso de Ingeniería

- a) **Objetivo:** Obtener un detallamiento de los planos de la edificación a construir.
- b) **Alcance:** Se aplica desde la revisión de planos cliente hasta obtener los planos de montaje y fabricación.
- c) **Entrada:** Planos Clientes, Especificaciones técnicas, Orden de Venta, Diseño de Planos.
- d) **Salida:** “Transmittal” (carpeta con los planos de fabricación, plano de montaje, gather, listado de materiales.

N°	Actividad	Responsable	Descripción	Ir a
1	Revisar Planos	Proyectista	El Proyectistas recibe los planos enviados por el cliente. Realiza una revisión detallada de los planos. Además, se adjuntan las secuencias o prioridades definidas por el cliente. _Si existen errores o requieren mayor detalle es necesario generar el RFI _Si los planos están correctos se despachan.	3 2
2	Despachar Plano	Proyectista	El Proyectista una vez aprobado el o los planos, prosigue a despachar los planos a los clientes (internos o externos de joma).	6

3	Enviar RFI al Cliente	Proyectista	El proyectista, envía al cliente los RFI con respecto a los planos, y espera la respuesta. El RFI se compone de la consulta realizada por el Proyectista y la imagen del plano que indica la información faltante por aclarar en las secciones.	4
4	Registrar RFI en planilla	Jefe Proyectista	El Proyectista ingresa a una planilla los RFI o consultas enviadas al cliente, Los campos ingresados en planilla son el edificio, la fecha en que se realizó la consulta, la descripción de la consulta, Además se ingresa, el porcentaje de avance en que se encuentra la consulta, junto con la fecha de recepción de la respuesta. Cuando una consulta no está recepcionada al 100 % se debe registrar además del porcentaje de avance, la fecha cuando recibirán el resto de la consulta. Esto permite tener un control de avance de las consultas o RFI, ya que cualquier demora en las respuestas, atrasa la obra.	5
5	Recibir respuesta del RFI y registrar en planilla	Jefe Proyectista	El Proyectista recibe del cliente las respuestas de las consultas y las ingresa en planilla. Con esta planilla determina si requiere la generación de nuevas consultas. El jefe proyectista además deberá confeccionar la planilla de orden de cambio, producto de las distintas modificaciones.	1
6	Trazar ejes y elevaciones	Proyectistas	El proyectista ingresa al sistema Tekla para modelar la información de la edificación. En el sistema se modela todo el diseño estructural, donde se trazan en primera instancia los ejes y las elevaciones.	7

7	Modelar perfiles	Proyectista	El proyectista una vez que ha trazado los ejes y elevaciones, comienzan a modelar los perfiles de acuerdo al plano de diseño, éste debe generar listados de perfiles cuantas veces sea necesario hasta que el proyectista líder este conforme. Finalmente, cuando el listado de perfil este correcto se genera el reporte de listado de perfil o ABM, que es el avance del listado de materiales que contiene el elemento principal (Perfil).	8
8	Realizar revisiones listado de perfiles	Checker	El checker realiza revisión de los listados de perfiles hasta que cumpla con los estándares de calidad.	9
9	Modelar conexiones	Proyectista	El proyectista una vez generado el ABM, teniendo claro los cálculos de las conexiones, prosigue a dar forma a la pieza (varias partes). El proyectista modela las conexiones a través del sistema donde detalla los planos de las partes, y dibuja las conexiones para armar una pieza. Una vez modelado las conexiones, el proyectista líder prosigue a revisar el modelo que podrá generarse cuantas veces lo solicite el proyectista líder, es decir hasta que cumpla con lo requerido. Una vez que ha sido aprobado el modelamiento, se genera un gather donde se detalla por una parte el BOM, donde se detalla la pieza (marca), peso unitario, peso total, las observaciones y estructura, y por otra se visualiza el plano (una parte).	10
10	Realizar revisiones de las conexiones	Checker	El checker realiza revisión del modelo hasta que cumpla con los estándares de calidad, el checker es quién da el V°B°.	11

11	Marcación de Piezas	Proyectista	Una vez generado el listado de partes, el proyectista prosigue a realizar la marcación de las partes o asociar una pieza a una parte. Para ello se debe detallar como se unirán las partes para fabricar una pieza. Esta actividad genera un detallamiento plano de fabricación.	12
12	Realizar revisión de la marcación de piezas	Checker	El checker debe verificar o controlar que todo el trabajo realizado se está ejecutando según los estándares establecidos.	13
13	Detallar planos	Proyectista	Cuando se ha detallado como se unen las partes que armarán una pieza, el proyectista detalla cómo se unirán las piezas para armar, el resultado es el plano de montaje. Al final del proceso de ingeniería lo que se obtiene es un “Transmittal”, que es una carpeta que contiene un conjunto de documentos necesarios para los siguientes procesos.	FIN

Procedimiento del Proceso de Planificación

- a) **Objetivo:** Optimizar de mejor manera los materiales que se solicitan para una obra, así como programar la disposición de las máquinas y la asignación a planificadores por lote de envío.
- b) **Alcance:** El alcance abarca desde la recepción de los documentos (“Transmittal”) hasta la autorización de los materiales necesarios para iniciar los procesos de fabricación de las partes.
- c) **Entrada:** Transmittal.
- d) **Salida:** Vale de autorización de materiales, asignación de envíos.

N°	Actividad	Responsable	Descripción	Ir a
1	Recepción “Transmittal”	Planificador	El jefe de planificación recibe del área de ingeniería el “Transmittal”, carpeta que contiene documentos como los planos de fabricación, plano de montaje, listado de partes, listado de perfiles, “gather”, BOM, ABM, CNC.	2
2	Asignar envío a planificador	Jefe de Planificadores	El jefe planificador toma el listado de piezas y lo convierte a Excel, separa el BOM por lotes de perfiles y asigna número de envío para los otros planificadores. La separación por lotes tiene como objetivo optimizar las órdenes.	3
3	Registrar planilla envío, orden de perfiles, máquinas	Planificador	El planificador genera una planilla que registra el envío, y el orden de perfiles, pero también asigna las máquinas a utilizar, asignación que debe ser aprobada por el supervisor de las máquinas (preparación de materiales).	4
4	Ingresar órdenes de cortes	Planificador	El planificador ingresa a una base de datos Access las ordenes de cortes apoyado del gather, cada orden tiene asociado un número de envío, con ello es posible controlar los documentos que se generan y puedan ser enviados a las distintas áreas (taller, bodega, Planificación de materiales).	5
5	Optimizar materiales	Planificador	Para realizar un buen aprovechamiento de materiales, se realiza una optimización en el sistema 1Dnest Solution, que permite calcular los cortes de materiales óptimos y por ende disminuir las pérdidas de estos. El	6

			sistema muestra gráficamente el aprovechamiento. Si el aprovechamiento no satisface, se vuelve a generar, ajustando los procesos.	
6	Revisión y reserva de stock de materiales	Jefe de Planificadores	Una vez que se genera la optimización, el planificador debe verificar si los materiales están en stock. Si no existe stock en bodega de los materiales, se debe generar una orden de compra de materiales, que debe ser ingresada al software contable. Si hay stock se elabora un vale de autorización de materiales, para que se gestione en el área de preparación de materiales. Este vale es entregado a bodega.	Fin

Procedimiento del Proceso de Producción

- a) **Objetivo:** El objetivo del área de producción es entregar piezas con el mejor estándar en todas las etapas de producción.
- b) **Alcance:** Desde el armado hasta la pintura de las piezas.
- c) **Entrada:** Piezas, Plano de fabricación, planificación, insumo, Material.
- d) **Salida:** Guía de despacho

Nº	Actividad	Responsable	Descripción	Ir a
1	Armado	Maestro	El jefe subcontratista envía una solicitud de armado al maestro de acuerdo a la orden de venta y especificaciones técnicas. Este proceso consiste en unir las partes o piezas para que no se suelten (hilvanar).	2

2	Registrar piezas armadas	Supervisor	Una vez armado, el supervisor registra las piezas armadas correspondientes al envío, dónde se registra el maestro que realizó el armado, la obra, envío, y se realiza un control de elementos en proceso. Una vez registrada las piezas, una pieza armada puede continuar con los siguientes procesos: _ Soldar la pieza _ Limpiar la pieza	3 5
3	Soldadura o remate	Maestro	El jefe subcontratista envía una solicitud de Soldadura al maestro. Éste es un proceso de fabricación que une dos partes.	4
4	Registrar piezas soldadas	Supervisor	El supervisor mientras los maestros están realizando el proceso de soldadura, siempre debe ir registrando el estado de avance de los maestros, para ello registra las piezas soldadas y lleva un control de los elementos en proceso.	5
5	Limpieza	Maestro	El jefe subcontratista envía la solicitud de limpieza al maestro, este proceso consiste en sacar la escoria para que esté en condiciones para comenzar con la pintura.	6
6	Registrar piezas limpias	Supervisor	El supervisor mientras los maestros están realizando el proceso de limpieza, siempre debe ir registrando el estado de avance de los maestros, para ellos registra las piezas limpias y lleva un control de los elementos en proceso	7

			(avance).	
7	Tratamiento de superficie	Maestro	El jefe subcontratista envía la solicitud de tratamiento de superficie al maestro, el proceso de Galvanizado tiene por objetivo proteger la superficie de metal sobre el cual se realiza la acción.	8
8	Registrar piezas con tratamiento de superficie	Supervisor	El supervisor mientras los maestros están realizando el proceso de tratamiento de superficie, siempre debe ir registrando el estado de avance de los maestros, para ellos registra las piezas con tratamiento y lleva un control de los elementos en proceso. Una vez registrada las piezas, una pieza con tratamiento de superficie puede continuar con los siguientes procesos: _ Pintar la pieza _ Despacho de la pieza	9 11
9	Pintura	Maestro	El jefe subcontratista envía la solicitud de pintura al maestro, para este proceso el cliente muchas veces solicita cierto tipo de pintura con un proveedor dado, cuando esto no sucede así, Joma cotiza y el cliente evalúa, normalmente esto se registra en las especificaciones técnicas.	10
10	Registro de piezas pintadas	Supervisor	El supervisor mientras los maestros están realizando el proceso de piezas pintadas, siempre debe ir registrando el estado de avance de los maestros, para ellos registra las piezas pintadas y lleva un control de los elementos en proceso.	11

11	Despacho	Despachador	Una vez que la pieza termina todos sus procesos, se prosigue a despachar las piezas finales o semielaboradas, elaborando para ello una guía de despacho en donde se registren los elementos despachados.	Fin
----	----------	-------------	--	-----

Procedimiento del Proceso de Montaje

- a) **Objetivo:** Realizar el montaje de todas las piezas de las estructuras de la obra en las fechas estipuladas en el contrato.
- b) **Alcance:** Desde la recepción de las piezas a montar hasta montar la estructura misma de la obra.
- c) **Entrada:** Piezas de las estructuras
- d) **Salida:** Registro de las Estructuras montadas

N°	Actividad	Responsable	Descripción	Ir a
1	Revisar piezas recepcionadas	Supervisor contratista	El supervisor una vez recepcionadas las piezas, prosigue a revisarlas, de tal manera de realizar un control de productos que permitan determinar si las piezas están conformes. La revisión de piezas se realiza versus la guía de despacho. Si existe alguna anomalía generalmente se repara en la obra.	2
2	Montar estructuras	Maestro	El maestro prosigue a montar las estructuras, en otras palabras arma el edificio. Por otra parte siempre debe haber un control de lo montado a través	3

			de un checklist realizado por un supervisor o inspector.	
3	Rematar Montaje	Maestro	El maestro una vez montadas las estructuras comienza a rematar o Soldar el montaje.	4
4	Registrar piezas montadas	Supervisor contratista	El supervisor debe ir registrando todas las piezas montadas por los maestros en una planilla.	Fin

Procedimiento del Proceso de Calidad

- a) **Objetivo:** Inspeccionar las piezas que están siendo fabricadas para detectar defectos visuales y dimensionales y generar documentación.
- b) **Alcance:** Desde el armado hasta la pintura de las piezas.
- c) **Entrada:** Piezas de las estructuras
- d) **Salida:** Registro de las no-conformidades

N°	Actividad	Responsable	Descripción	Ir a
1	Realizar inspección de las piezas	Inspector de Calidad	El inspector de calidad realiza la inspección sobre una pieza, para detectar algún error de fabricación. Luego el inspector puede continuar con uno de estos 3 procesos: _Realizar una inspección visual _Realizar una inspección dimensional _Realizar autocontrol	2 3 4

2	Realizar inspección Visual	Inspector de Calidad	El inspector de calidad realiza una inspección visual de la pieza para detectar problemas de soldadura, calidad de la materia prima, ausencia de marca de golpe, o presencia de canto vivo.	5
3	Realizar inspección dimensional	Inspector de Calidad	El inspector de calidad procede a verificar el trazado y dimensiones de la pieza de acuerdo al plano de fabricación, de modo de detectar errores en la fabricación.	5
4	Realizar Autocontrol	Inspector de Calidad	El inspector no ha detectado fallas de fabricación, por lo que no se generará documento de no-conformidad.	Fin
5	Generar documentos	Inspector de Calidad	En caso de detectar una no-conformidad de la pieza, el inspector de calidad procede a generar un documento de no-conformidad	Fin

Anexo B – Descripción de Casos de Uso

A continuación se presentan as descripciones de los casos de uso.

Casos de Uso: Ingreso de Listado de Piezas	
Actores:	Planificador
Descripción:	El planificador obtiene el listado de conjuntos y partes a fabricar BOM (Bill of Material) desde el software de detallamiento 3D el cual es transformado en una planilla Excel para darle el formato adecuado. Luego el planificador ingresará el listado al sistema donde debe revisar que la información sea la correcta. También asignará los procesos productivos que realizará cada elemento y deberán ser agrupados en envíos para optimizar la fabricación.
Datos	Listado de conjuntos y partes (BOM)
Estímulo	Comando de usuario emitido por el planificador.
Respuesta	Confirmación de que el listado fue ingresado correctamente.
Comentarios	El planificador debe tener permisos de seguridad adecuados para ingresar listados al sistema.

Casos de Uso: Asignación de Prioridades	
Actores:	Jefe de Proyecto
Descripción:	El jefe de proyecto asignará las fechas en que los elementos deben ser despachados a obra según las prioridades definidas previamente con el cliente.
Datos	Listado de prioridades con sus fechas
Estímulo	Comando de usuario emitido por el jefe de proyecto
Respuesta	Confirmación de que las prioridades fueron ingresadas correctamente
Comentarios	El jefe de proyectos debe tener permisos de seguridad adecuados para ingresar listados al sistema.

Casos de Uso: Adjudicación de Contratistas	
Actores:	Jefe de Producción, Supervisor
Descripción:	El jefe de producción define a la empresa de subcontrato que realizará los procesos productivos sobre cada elemento o grupos de elementos.

	En ocasiones esta tarea la realizará el supervisor.
Datos	Listado de procesos a realizar, listado de contratistas.
Estímulo	Comando de usuario emitido por el jefe de producción o supervisor.
Respuesta	Confirmación de que los procesos fueron adjudicados correctamente al contratista.
Comentarios	El jefe de producción y el supervisor deben tener permisos de seguridad adecuados para realizar las adjudicaciones de contratista.

Casos de Uso: Avance de Procesos	
Actores:	Jefe de Producción, Supervisor
Descripción:	El supervisor se encargará de registrar el avance del proceso productivo una vez finalizado por parte del contratista. En ocasiones esta tarea la realizará el jefe de producción.
Datos	Elemento pendiente de avance.
Estímulo	Comando de usuario emitido por el supervisor o jefe de producción.

Respuesta	Confirmación de que el proceso fue avanzado correctamente.
Comentarios	El supervisor y el jefe de producción deben tener permisos de seguridad adecuados para realizar las avances de elementos..

Casos de Uso: Registro de Movimientos	
Actores:	Supervisor
Descripción:	El supervisor se encargará de registrar el ingreso o salida de los elementos a las naves de producción o zonas de acopio, para conocer su ubicación en todo momento.
Datos	Elementos y ubicaciones de zona franca
Estímulo	Comando de usuario emitido por el supervisor.
Respuesta	Confirmación de que se ha registrado correctamente la entrada o salida del elemento de la nave o zona de acopio.
Comentarios	El supervisor debe tener permisos de seguridad adecuados para realizar los movimientos de los elementos.

Casos de Uso: Elaboración de Guía de Despacho	
Actores:	Supervisor
Descripción:	El supervisor registrará los elementos que deben ser cargados en camiones para ser despachados a obra, a través del documento de guía de despacho.
Datos	Elementos, dirección de obra, datos del camión y chofer.
Estímulo	Comando de usuario emitido por el supervisor.
Respuesta	Confirmación de que se han ingresado correctamente los elementos a la guía de despacho
Comentarios	El supervisor debe tener permisos de seguridad adecuados para crear una nueva guía de despacho.

Casos de Uso: Despacho de Piezas

Actores:	Supervisor
Descripción:	El supervisor se encargará de registrar el avance del proceso de despacho de aquellos elementos que hayan sido despachados a obra
Datos	Elementos y guías de despacho
Estímulo	Comando de usuario emitido por el supervisor.
Respuesta	Confirmación de que se han avanzado correctamente los elementos en el proceso de despacho
Comentarios	El supervisor debe tener permisos de seguridad adecuados para avanzar el proceso.

Anexo C – Reglas de Transformación

A continuación se describen las reglas a través de las cuales se puede transformar un esquema conceptual basado en el modelo Entidad-Relación, en un esquema lógico del modelo relacional.

Reglas de Transformación

1. Por cada tipo de entidad fuerte E del esquema ER se crea una relación R que contenga todos los atributos simples y no multi valuados de E. Además, dado que el modelo relacional no admite los valores no atómicos, R contendrá también sólo los atributos simples que formen parte de cada atributo compuesto (no multi valuado) de E. Como clave primaria de R se escogerá el atributo o atributos simples que formen parte de la clave primaria de E. Los atributos derivados se ignoran.
2. Por cada tipo de entidad débil E del esquema ER se crea una relación R que contenga todos los atributos simples y no multi valuados de E. Además, dado que el modelo relacional no admite los valores no atómicos, R contendrá también sólo los atributos simples que formen parte de cada atributo compuesto (no multi valuado) de E. Como clave primaria de R se escogerá el atributo o atributos simples que formen parte del discriminante de E, además de la clave primaria del tipo de entidad fuerte E' del que dependa E. Los atributos derivados se ignoran.
3. Por cada tipo de relación (de grado 2) R del esquema ER, de cardinalidad 1:1, se identifican a las relaciones S y T del esquema relacional que representan a los tipos de entidad participantes. Se escoge una de las dos relaciones (por ejemplo S) y se incluye como clave foránea de S la clave primaria de T. Además, se incluyen en S todos los atributos (no multi valuados) del tipo de relación R, incluidos aquellos que conformen un atributo compuesto. Los atributos derivados se ignoran.

Nota: para escoger la relación S en la que incluir los atributos, es mejor pensar en una que corresponda a un tipo de entidad con participación total en el tipo de relación a representar

4. Por cada tipo de relación (de grado 2) R del esquema ER, de cardinalidad 1:N, se identifica a la relación S que representa al tipo de entidad participante del lado N, y a la relación T que representa al tipo de entidad participante del lado 1. Se incluye como clave foránea de S la clave primaria de T. Se incluyen también en S los atributos (no multi valuados) del tipo de relación, incluidos aquellos que conformen un atributo compuesto. Los atributos derivados se ignoran.
5. Por cada tipo de relación (de grado 2) R del esquema ER, de cardinalidad M:N, se crea una nueva relación S que tendrá como atributos de clave foránea los atributos que formen la clave primaria de los dos tipos de entidad participantes en R. Además, S incluirá los atributos simples (no multi valuados) del tipo de relación, incluidos aquellos que conformen un atributo compuesto. La clave primaria de S estará formado por los atributos de clave primaria de los tipos de entidad participantes en el tipo de relación. Los atributos derivados se ignoran.
6. Por cada atributo multi valuado correspondiente a un tipo de entidad o tipo de relación R del esquema ER, se crea una nueva relación S que tendrá como atributos de clave foránea los atributos de clave primaria de R. Además, S incluirá el atributo multi valuado; si el atributo es compuesto, se incluirán los atributos simples que lo integren. La clave primaria de S será la misma que la de R, unida al atributo multi valuado.